

ISSN 0102-9568

Bioikos

Volume 21 | Número 2
Julho - Dezembro • 2007



PUC
CAMPINAS
PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA

BIOIKOS

Revista semestral da Faculdade de Ciências Biológicas do Centro de Ciências da Vida da Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Fundada em 1987, publica trabalhos científicos originais, artigos de revisão e comunicações científicas relacionados às diversas áreas da Biologia, em especial Botânica, Ecologia, Recursos pesqueiros e Zoologia, da comunidade nacional e internacional.

BIOIKOS is a biannual journal of the Biological Sciences School of the Life Sciences Center, Pontifícia Universidade Católica de Campinas. It was founded in 1987 and publishes from Brazil and around the world original scientific studies, review articles and scientific communications related to many areas of Biology, mainly Botany, Ecology, Fishing Resources and Zoology.

COLABORAÇÕES / CONTRIBUTIONS

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

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

ASSINATURAS / SUBSCRIPTIONS

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

E-mail: ccv.assinaturas@puc-campinas.edu.br

Anual: Pessoas físicas: R\$30,00 Institucional: R\$50,00
Aceita-se permuta

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

E-mail: ccv.assinaturas@puc-campinas.edu.br

Annual: Individual rate: R\$30,00 Institutional rate: R\$50,00
Exchange is accepted

CORRESPONDÊNCIA / CORRESPONDENCE

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

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

Núcleo de Editoração SBI/CCV

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

Fone +55-19-3343-6876/6859 Fax +55-19-3343-6875

E-mail: ccv.revistas@puc-campinas.edu.br

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

INDEXAÇÃO / INDEXING

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

LISTA QUALIS

A Nacional

Editora / Editor

Profa. Dra. Luiza Ishikawa Ferreira (PUC-Campinas)

Editora Adjunta / Assistant Editor

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

Editores Associados / Associate Editors

Dr. José Roberto Miranda (Embrapa - Campinas)

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

Editora Executiva / Executive Editor

Profa. Maria Cristina Matoso (SBI-PUC-Campinas)

Conselho Editorial / Editorial Board

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

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

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

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

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

Profa. Dra. Elena Maria de Oliveira Diehl (Unisinos - São Leopoldo)

Profa. Dra. Elizabeth Höfling (USP - São Paulo)

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

Prof. Dr. José Francisco Höfling (Unicamp - Campinas)

Prof. Dr. Miguel Arcanjo Areas (Unicamp - Campinas)

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

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

Prof. Dr. Vadim Viviani (UFSCar - Sorocaba)

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

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

Equipe Técnica / Technical Group

Normalização e Indexação / Standardization and Indexing

Maria Cristina Matoso

Editoração Eletrônica / DTP

Fátima Cristina de Camargo

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

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

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

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

Copyright ©Bioikos

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

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

FICHA CATALOGRÁFICA

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

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

v.21 n.2 jul./dez. 2007

Semestral

Resumo em Português e Inglês

ISSN 0102-9568

1. Biologia – Periódicos. I. Pontifícia Universidade Católica de Campinas.

Centro de Ciências da Vida. Faculdade de Ciências Biológicas.

CDD 574



Artigos | Articles

- 57 Padrões estruturais da assembléia de peixes em duas áreas do Canal da Cotinga, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil
Structural patterns of the fish assemblage in two areas of the Cotinga Channel, Paranaguá Bay, Paraná, Brazil
• Henry Louis Spach, Cesar Santos, Helen Audrey Pichler, Juliana Martinhão Ignácio, Sérgio Biato Stoiev, Cristina Bernardo
- 69 Caracterização dos otólitos *sagitta* do peixe-lagarto *Bembrops heterurus* Miranda-Ribeiro, 1903 (Teleostei: Percophidae) da região Sudeste-Sul do Brasil
Sagitta otolith characterization of the squaretail duckbill Bembrops heterurus Miranda-Ribeiro, 1903 (Teleostei: Percophidae) in the South-Southeast-region of Brazil
• André Martins Vaz-dos-Santos, Nayra Nicolau dos Santos-Cruz, Carmen Lúcia Del Bianco Rossi-Wongtschowski
- 79 Qualidade da água em viveiro de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): caracterização diurna de variáveis físicas, químicas e biológicas, São Paulo, Brasil
Water quality in a fish pond with Nile Tilapia (Oreochromis niloticus): diurnal assessment of fisics, quimics and biologics variables, São Paulo State, Brazil
• Cacilda Thais Janson Mercante, Yuri Keller Martins, Clóvis Ferreira do Carmo, João Saviolo Osti, Cleide Schmidt Romeiro Mainardes Pinto, Andréa Tucci
- 89 Metazoários parasitas de *Astyanax altiparanae* (Pisces: Characidae) na Fazenda Rio das Pedras, Campinas, SP, Brasil
Metazoans parasites of Astyanax altiparanae (Pisces: Characidae) at Rio das Pedras Farm, Campinas, SP, Brazil
• Gabriela Brandão Azevedo, Rubens Riscala Madi, Marlene Tiduko Ueta
- 97 Morfologia das glândulas femorais do lagarto *Iguana iguana* (Linnaeus, 1758) (reptilia, iguanidae)
Morphology of the femoral glands of the lizard Iguana iguana (Linnaeus, 1758) (reptilia, iguanidae)
• Adelina Ferreira
- 105 Índices
Indexes
- 107 Instruções aos autores
Instructions for authors



ARTIGO | ARTICLE

Padrões estruturais da assembléia de peixes em duas áreas do Canal da Cotinga, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil

Structural patterns of the fish assemblage in two areas of the Cotinga Channel, Paranaguá Bay, Paraná, Brazil

Henry Louis Spach¹
Cesar Santos²
Helen Audrey Pichler³
Juliana Martinhão Ignácio¹
Sérgio Biato Stoiev¹
Cristina Bernardo¹

RESUMO

Este estudo descreveu padrões estruturais e temporais da ictiofauna em duas planícies de maré com fundo arenoso, margeadas principalmente por vegetação de restinga. Mensalmente, foram realizados, em cada planície, dois arrastos de 50 metros, com uma rede tipo picaré de 30,0 x 2,0m, malha de 5mm e saco com 2m de comprimento. Foram capturadas 44 espécies e 29 famílias, predominando em número *Atherinella brasiliensis*, *Sphoeroides testudineus*, *Eucinostomus melanopterus*, *Harengula clupeola* e *Anchoa tricolor*. Mais de 80% dos indivíduos capturados foram imaturos, estando presentes em todos os estádios de maturação somente *Atherinella brasiliensis*, *Anchoa parva*, *Anchoa tricolor*, *Eucinostomus melanopterus*, *Bathygobius soporator* e *Sphoeroides testudineus*. Não houve diferenças significativas entre os meses de coleta no número médio de espécies, peso da captura e índice de diversidade de Shannon-Wiener. Entre o número de indivíduos capturados mensalmente houve diferença significativa, com os meses de verão apresentando as maiores médias. Os índices de riqueza de Margalef e de equitabilidade de Pielou não apresentaram nenhum padrão sazonal. As análises de agrupamento (Cluster) e ordenação (Escala Multi-Dimensional) confirmaram diferenças na ictiofauna entre os meses de coleta, com maior ocorrência de

¹ Universidade Federal do Paraná, Centro de Estudos do Mar. Av. Beira Mar, s/n., Caixa Postal 50002, 83255-000, Pontal do Paraná, PR, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: H.L. SPACH. E-mail: <henry@ufpr.br>.

² Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Coordenação Ambiental. Medianeira, PR, Brasil.

³ Universidade Federal do Paraná, Curso de Pós-Graduação em Zoologia. Curitiba, PR, Brasil.

Atherinella brasiliensis, *Sphoeroides testudineus* e *Eucinostomus melanopterus* nos meses mais quentes. As áreas rasas estudadas caracterizaram-se pela ictiofauna de pequeno porte, com maiores médias de biomassa, número de indivíduos e de espécies nos meses com maiores médias de temperatura e menores de salinidade.

Palavras-chave: Variação temporal. Planície de maré. Brasil.

ABSTRACT

*This study assessed the structural and temporal patterns of the ichthyofauna in two sandy tidal flats, bordered mainly by sandbank vegetation. Every month, in each tidal flat, two trawls of 50 meters were carried out with a 30m x 2m seine net, mesh of 5mm and a bag 2m long. A total of 44 species and 29 families were caught, with the *Atherinella brasiliensis*, *Sphoeroides testudineus*, *Eucinostomus melanopterus*, *Harengula clupeiola* and *Anchoa tricolor* being the most prevalent species. More than 80% of the individuals were immature, with the only ones present in all stages of maturity being: *Atherinella brasiliensis*, *Anchoa parva*, *Anchoa tricolor*, *Eucinostomus melanopterus*, *Bathygobius soporator* and *Sphoeroides testudineus*. There were no significant differences between months in terms of the average number of species, biomass and the Shannon-Wiener diversity index. As for the monthly numbers of individuals caught, there was a significant difference, the highest average number occurring during the summer months. The Margalef diversity index and Pielou's evenness index did not show any seasonal pattern. The grouping (Cluster) and (multi-dimensional scaling) analyses showed differences in the ichthyofauna between the months of sampling, with the most common occurrence of *Atherinella brasiliensis*, *Sphoeroides testudineus* and *Eucinostomus melanopterus* in the warmest months. The shallow areas studied were characterized by fish which were small in size, with the largest biomass averages, number of individuals and species occurring in months with highest average temperature and lowest salinity.*

Key words: Seasonal variation. Tidal flat. Brazil.

INTRODUÇÃO

A distribuição e a abundância dos peixes nos estuários são influenciadas por fatores físicos e químicos e, em menor escala, por interações bióticas, como competição interespecífica e predação (Kennish, 1990). A maior parte dos peixes não está adaptada a cumprir todo o seu ciclo de vida nos estuários, utilizando-os como local de reprodução (Chaves & Bouchereau, 2000) e alimentação (Blaber et al., 1995; Louis et al., 1995). Geralmente, são membros sazonais das comunidades estuarinas, ou utilizam este *habitat* estritamente como via de migração entre áreas de alimentação e desova (Potter et al., 1986; Costa et al., 1994).

Diversos ambientes naturais como dunas, manguezais, marismas, costões rochosos e extensas

planícies de marés são encontrados na Baía de Paranaguá. A maioria das áreas intertidais em torno da baía é colonizada por manguezais, com diversidade específica, estrutural e funcional, e marismas estreitos e descontínuos de *Spartina alterniflora* (Lana et al., 2001). Devido às características morfológicas de uma planície de maré, a comunidade desta área pode ser afetada pelo clima da região, geomorfologia, ação de ondas e correntes de maré. Por planície de maré entendem-se áreas de sedimentos marinhos que são expostos e submersos, regularmente, pela ação das marés. Essas planícies, além de apresentarem uma inclinação suave, representam uma zona de transição entre o ambiente terrestre e o ambiente marinho, uma vez que, geralmente, restringem-se a faixas estreitas entre a marisma ou manguezal e o mar (Reise, 1985).

Na Baía de Paranaguá, algumas planícies de maré tiveram a sua ictiofauna analisada. Vendel *et al.* (2003) descreveram a variação temporal na estrutura da assembléia de peixes em uma planície de maré com sedimento arenoso, margeada principalmente por marisma. Duas planícies, situadas em áreas diferentes quanto à hidrodinâmica, sedimento e vegetação, tiveram suas ictiofaunas comparadas por Santos *et al.* (2002). A variação temporal na composição e abundância da ictiofauna também foi estudada em uma planície de maré do infralitoral de uma praia estuarina (Spach *et al.*, 2004). Em síntese, estes trabalhos descrevem a estrutura das populações de peixes das áreas estudadas, bem como a caracterização espacial e temporal destas, abor-

dando composição, freqüência e abundância. Considerando estes aspectos, este estudo visou à descrição da estrutura e da variação temporal da composição da assembléia de peixes em duas planícies de maré com fundo arenoso, margeadas principalmente por vegetação de restinga, no Canal da Cotinga, Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas entre abril de 2000 e março de 2001, em duas planícies de maré situadas no Canal da Cotinga, Baía de Paranaguá (Figura 1). Mensalmente, durante a baixa-mar das

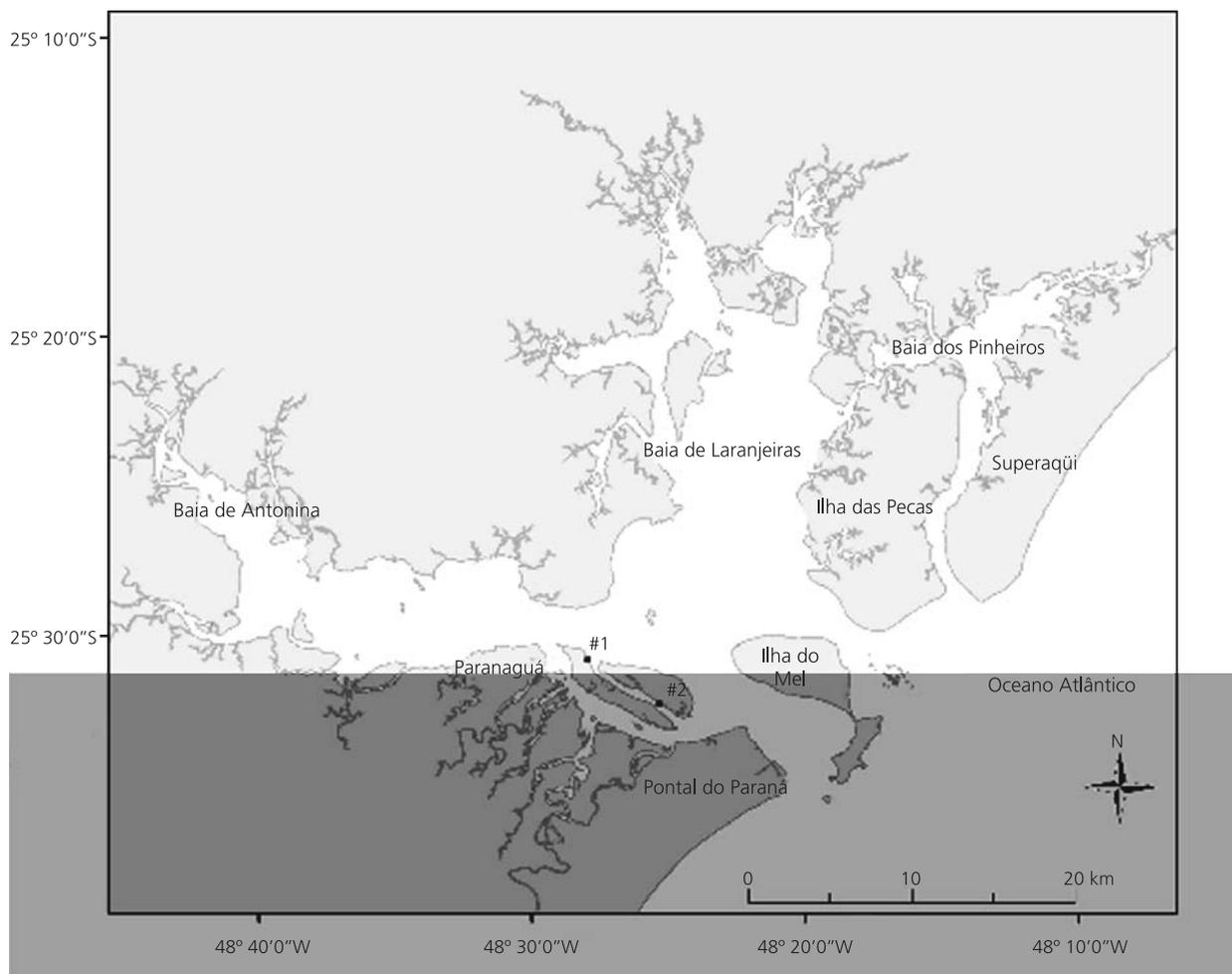


Figura 1. Mapa da área de estudo indicando as duas planícies de maré no Canal da Cotinga, Baía de Paranaguá, Paraná.
Fonte: Gabriela Martinhão Ignácio, Pontal do Sul, Paraná, 2007.

marés de quadratura, foram realizados, em cada planície, dois arrastos de 50 metros, com uma rede tipo púcaré de 30,0 x 2,0m, malha de 5mm e saco com 2m de comprimento, com profundidade variando entre 1m e 1,5m. Em cada planície, foram medidos parâmetros físicos e químicos, como temperatura, salinidade e pH da água, usando-se, respectivamente, um termômetro de mercúrio, um refratômetro e um pHmetro. As mensurações foram realizadas apenas uma vez em cada ponto, em cada mês, imediatamente antes dos arrastos.

No laboratório, os peixes foram identificados até o nível de espécie. De cada exemplar, considerando-se um máximo de trinta exemplares por espécie em cada amostra, foi medido o comprimento total (mm), o comprimento padrão (mm) e o peso (g), sendo realizada a identificação macroscópica do sexo e do estágio de maturidade gonadal (A = imaturo, B = em maturação, C = maduro, D = desovado), com base na escala de Vazzoler (1996).

Utilizando-se ANOVA e o teste *a posteriori* de Tukey (Sokal & Rohlf, 1995), testou-se a variação temporal do número de espécies, número de indivíduos, peso total da captura, riqueza de espécies de Margalef (d), diversidade de espécies de Shannon-Wiener (H') e equitatividade de Pielou (J).

Mudanças ao longo do ano na estrutura da ictiofauna foram avaliadas pela Análise de Agrupamento (método Cluster), pela técnica de ordenação (método MDS não métrico) e pela análise de similaridade de percentagem (SIMPER) (Clarke & Warwick, 1994).

As estações do ano foram definidas como se segue: verão (dezembro, janeiro, fevereiro), outono (março, abril, maio), inverno (junho, julho, agosto) e primavera (setembro, outubro, novembro).

RESULTADOS

Parâmetros ambientais

A variação de temperatura da água nos pontos de coleta seguiu o padrão sazonal esperado, com mínima de 16°C em agosto e máxima de 30°C em fevereiro; tendo as menores médias ocorrido nos

meses de inverno e as maiores nos meses de verão. A salinidade da água variou entre 23 (fevereiro) e 33 (maio), apresentando as menores médias no verão, quando comparadas com as demais estações.

O pH da água local esteve entre 8,0 em março e 8,4 em janeiro, não tendo sido observado nenhum padrão sazonal. O oxigênio dissolvido na água variou entre 41,9% em março e 127,5% em junho, com maiores médias nos meses de inverno e menores entre os meses de verão e outono.

Ictiofauna

Um total de 21 718 exemplares de 44 espécies e 29 famílias foi coletado, sendo que três *taxa* não puderam ser confirmados quanto à espécie devido ao tamanho reduzido dos exemplares, como é o caso de *Anchoa*, *Mugil* e *Mycteroperca*, enquanto *Caranx* trata-se apenas de um indivíduo cuja espécie não foi definida. Apresentaram o maior número de espécies coletadas as famílias Engraulidae (6 espécies), Carangidae (5 espécies), e Gobiidae, Mugilidae e Paralichthyidae (3 espécies cada). As maiores ocorrências numéricas foram das espécies *Atherinella brasiliensis* (53,00%), *Sphoeroides testudineus* (19,40%), *Eucinostomus melanopterus* (12,80%), *Harengula clupeiola* (3,90%) e *Anchoa tricolor* (2,80%), estas cinco espécies totalizando aproximadamente 90,00% da captura total (Tabela 1). Quanto à captura total em peso, apenas oito espécies representaram mais de 98,00% do peso total amostrado, sendo estas: *A. brasiliensis* (52,20%), *S. testudineus* (17,00%), *E. melanopterus* (7,00%), *H. clupeiola* (6,30%), *Mugil curema* (3,40%), *Trachinotus falcatus* (2,40%), *Cetengraulis edentulus* (5,48%) e *A. tricolor* (5,12%).

As amostras caracterizaram-se pela presença de indivíduos de pequeno porte. O comprimento padrão médio dos exemplares capturados foi de 5,22cm (desvio-padrão - DP=2,77cm), sendo que as espécies *E. melanopterus* (0,8cm) e *Strongylura timucu* (23,4cm) apresentaram o menor e o maior exemplares, respectivamente. O peso médio dos peixes capturados foi de 2,50g (DP=4,82g). Os menores valores de peso individual foram registrados

em *Anchoa* sp. e *E. melanopterus* (0,01g), enquanto o peso máximo ocorreu em *S. testudineus* (257,56g). A maior parte dos indivíduos capturados estava na classe de comprimento padrão entre 4,00 e 6,00cm, e pesavam até 16,11g.

Nas espécies em que a estrutura em tamanho foi detalhada, as maiores amplitudes de variação deste ocorreram em *S. testudineus* (1,4 a 22,4cm), *A. brasiliensis* (2,1 a 15,0cm) e *E. melanopterus* (2,7 a 16,7cm), enquanto as menores foram observadas em *H. clupeola* (3,8 a 11,6cm), *A. tricolor* (2,7 a 10,5cm) e *C. edentulus* (4,4 a 11,2cm). Em média, o comprimento total foi maior em *A. brasiliensis* (7,0cm), com as demais espécies apresentando médias entre 4,0 e 6,0cm. As classes de tamanho dominantes foram: 9,1 - 10,3cm em *A. brasiliensis* (17% dos exemplares), 1,4 - 3,3cm em *S. testudineus* (35%), 2,1 - 3,3cm em *E. melanopterus* (19%), 7,3 - 8,1cm em *H. clupeola* (30%), 4,4 - 5,3cm em *A. tricolor* (24%), e 6,3 - 7,3cm em *C. edentulus* (28%) (Figura 2). Mais de 80% dos indivíduos capturados foram imaturos. Somente *A. brasiliensis*, *Anchoa parva*, *A. tricolor*, *E. melanopterus*, *B. soporator* e *S. testudineus* estiveram presentes nas amostras em todos os estádios de maturação. Destas, somente *B. soporator* não teve dominância de indivíduos juvenis (Figura 2).

Em todos os meses de coleta ocorreram *A. brasiliensis*, *E. melanopterus*, e *S. testudineus*, as três com maior frequência no verão e início do outono. Ocorreram nas amostras de todas as estações do ano as espécies *Achirus lineatus*, *A. parva*, *Ciclichthys spinosus*, *S. timucu* e *Synodus foetens*, estas também mais abundantes no verão e início do outono. As espécies *B. soporator* e *Mugil* sp. foram mais abundantes no verão, enquanto *A. tricolor* e *Citharichthys arenaceus* estiveram presentes em maior quantidade no inverno e início da primavera, e *Mugil curema* foi mais abundante na primavera. A maioria das espécies coletadas na área (40) apresentou baixa abundância (menos de 1% da captura total), e ocorreram em poucos meses de coleta (menos de seis meses) (Tabela 1).

Não houve diferenças significativas entre os meses de coleta no número médio de espécies. No entanto, observou-se uma tendência de maiores médias nos meses de verão e início do outono. Entre o número de indivíduos capturados mensalmente houve diferença significativa, com os meses de verão apresentando médias significativamente maiores. O peso médio das capturas não apresentou diferenças significativas, apesar de haver uma tendência a menores médias no início do inverno e final da primavera (Figura 3).

O índice de riqueza de Margalef não mostrou nenhum padrão sazonal. As menores médias ocorreram nos meses de abril, agosto e novembro, com diferença significativa em relação aos demais, excluindo-se maio e julho. O índice de diversidade de Shannon-Wiener não apresentou diferença significativa entre os meses, e nenhuma tendência sazonal foi evidenciada. O índice de equitatividade de Pielou apresentou médias significativamente maiores em parte do inverno, em comparação ao período entre dezembro e março, porém sem nenhuma tendência sazonal, embora a equitabilidade média de junho fosse significativamente maior que os demais meses, com exceção de julho (Figura 3).

Com base nos dados de ocorrência das espécies capturadas, no nível de similaridade de 50%, foram identificados dois grupos de meses (Figura 4). O primeiro grupo inclui os meses de abril, dezembro, janeiro, fevereiro e março, com similaridade de 58%, correspondendo ao período em que ocorreram as maiores capturas em número de indivíduos, peso e número de espécies, tendo contribuído mais para esse padrão a ocorrência de *A. brasiliensis*, *S. testudineus* e *E. melanopterus*. O segundo grupo, formado pelos meses de julho, agosto, setembro, outubro e novembro, apresentou similaridade de 61%, com maior contribuição das mesmas espécies do grupo anterior, e capturas em número e peso menores do que no grupo anterior, porém não muito diferentes no que se refere à riqueza e diversidade, e diferentes quanto à equitabilidade. Os meses de

maio e junho não se agruparam devido à captura muito baixa de quase todas as espécies. A dissimilaridade entre os grupos I e II foi de 60%, resul-

tado principalmente da contribuição de *A. brasiliensis*, *S. testudineus* e *E. melanopterus*, que ocorreram com maior frequência no grupo I.

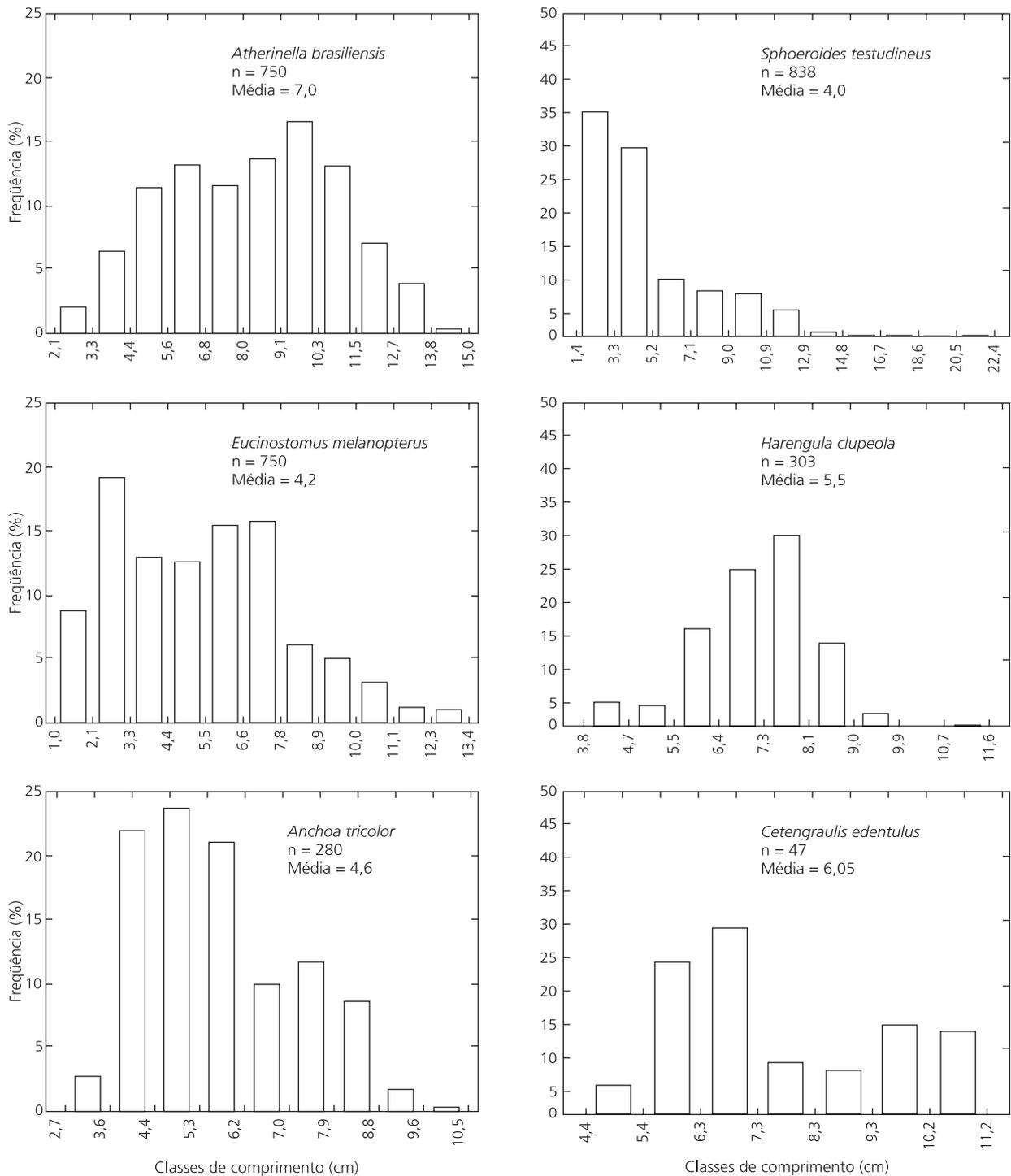


Figura 2. Frequência percentual por classe de comprimento total das espécies numericamente dominantes coletadas entre abril de 2000 e março de 2001 nas planícies de maré no Canal da Cotonga, Baía de Paranaguá, Paraná (n=número de exemplares).

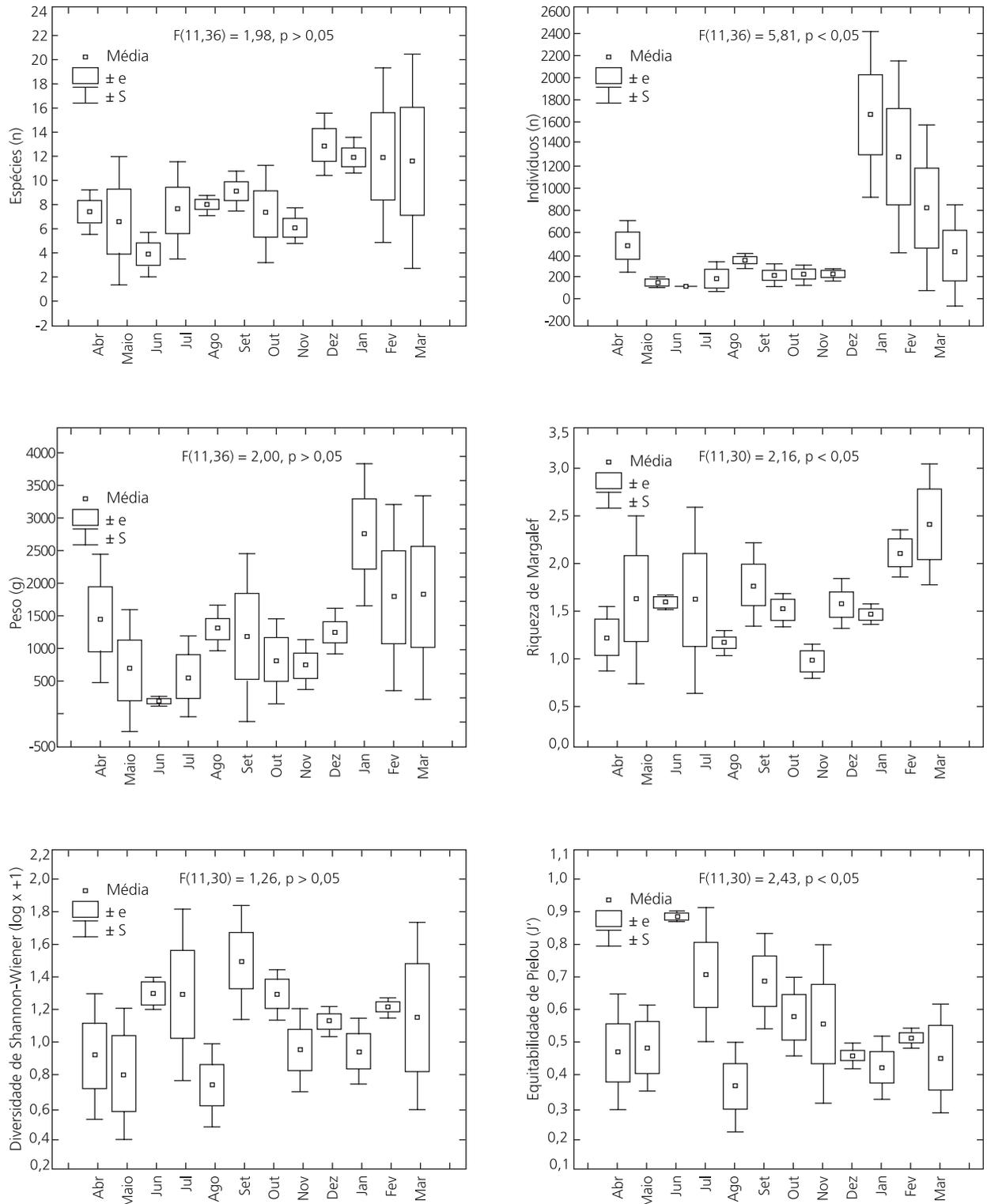


Figura 3. Médias mensais do número de espécies, número de indivíduos, peso da captura e índices de Riqueza de Margalef (d), Diversidade de Shannon-Wiener (H') e Equitabilidade de Pielou (J) dos peixes coletados entre abril de 2000 e março de 2001 nas planícies de maré no Canal da Cotinga, Baía de Paranaguá, Paraná.

Tabela 1. Composição por família (em ordem alfabética), espécie e número de peixes das capturas mensais entre abril de 2000 e março de 2001 nas planícies no Canal da Cotinga, Baía de Paranaguá, Paraná.

Família	Espécie	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Total (%)
ACHIRIDAE														
<i>Achirus lineatus</i>		1	0	0	2	1	3	0	0	5	22	2	30	0,30
ARIIDAE														
<i>Genidens genidens</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	<0,01
ATHERINOPOSIDAE														
<i>Atherinella brasiliensis</i>		661	122	11	304	533	226	187	280	2 539	3 723	1 755	1 164	52,97
BELONIDAE														
<i>Strongylura timucu</i>		1	0	0	0	1	5	0	0	4	34	6	4	0,25
CARANGIDAE														
<i>Caranx latus</i>		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,01
<i>Caranx sp.</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	<0,01
<i>Oligoplites saliens</i>		4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,05
<i>Selene vomer</i>		0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0,01
<i>Trachinotus falcatus</i>		10	46	0	5	0	0	0	0	17	5	3	0	0,40
CENTROPOMIDAE														
<i>Centropomus parallelus</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,01
CLUPEIDAE														
<i>Harengula clupeiola</i>		333	0	0	29	0	0	0	0	0	189	225	79	3,94
DACTYLOPTERIDAE														
<i>Dactylopterus volitans</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	<0,01
DIODONTIDAE														
<i>Ciclichthys spinosus</i>		1	0	1	3	3	2	1	1	10	2	3	4	0,14
ELEOTRIDAE														
<i>Guavina guavina</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	<0,01
ENGRAULIDAE														
<i>Anchoa lyolepis</i>		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	1	0,02
<i>Anchoa parva</i>		116	0	0	8	0	0	15	0	0	0	119	20	1,28
<i>Anchoa sp.</i>		0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	4	84	0,43
<i>Anchoa tricolor</i>		14	3	0	64	338	0	102	0	5	0	65	26	2,84
<i>Cetengraulis edentulus</i>		8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	368	5	1,75
<i>Lycengraulis grossidens</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0,02
EPHIPPIDAE														
<i>Chaetodipterus faber</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	18	4	7	1	0,14
FISTULARIDAE														
<i>Fistularia petimba</i>		0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0,01
GERREIDAE														
<i>Diapterus rhombeus</i>		0	16	4	0	0	0	0	0	2	0	1	44	0,31
<i>Eucinostomus melanopterus</i>		115	22	8	12	9	17	13	95	1 789	285	229	189	12,81
GOBIIDAE														
<i>Bathygobius soporator</i>		0	0	0	5	13	8	6	0	72	5	26	12	0,68
<i>Ctenogobius shufeldti</i>		0	0	0	0	6	21	4	0	2	1	7	0	0,19
<i>Microgobius meeki</i>		0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0,02
HAEMULIDAE														
<i>Pomadasys corvinaeformis</i>		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<0,01
HEMIRHAMPHIDAE														
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0,01
LUTJANIDAE														
<i>Lutjanus analis</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0,02
MONACANTIDAE														
<i>Stephanolepis hispidus</i>		0	0	0	0	0	1	1	10	37	10	2	0	0,28
MUGILIDAE														
<i>Mugil gaimardianus c.f.</i>		0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0,03
<i>Mugil curema</i>		0	4	0	1	0	78	4	0	5	11	1	2	0,49
<i>Mugil sp.</i>		0	1	0	0	9	6	1	4	57	34	14	0	0,58
PARALICHTHYIDAE														
<i>Citharichthys arenaceus</i>		0	1	1	3	6	7	5	3	0	1	0	9	0,17
<i>Paralichthys orbignyanus</i>		0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0,01
<i>Trinectes paulistanus</i>		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<0,01
POMATOMIDAE														
<i>Pomatomus saltatrix</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	<0,01
SCIAENIDAE														
<i>Menticirrhus littoralis</i>		1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0,01
SCORPAENIDAE														
<i>Scorpaena isthmensis</i>		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	<0,01
SERRANIDAE														
<i>Diplectrum radiale</i>		2	2	1	0	0	0	0	0	2	2	12	13	0,16
<i>Mycteroperca sp.</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0,02
SPHYRHAENIDAE														
<i>Sphyrna tome</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	<0,01
SYNGNATHIDAE														
<i>Hippocampus reidi</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	<0,01
<i>Syngnathus pelagicus</i>		0	0	0	0	0	3	1	0	3	0	0	0	0,03
SYNODONTIDAE														
<i>Synodus foetens</i>		2	1	1	0	1	2	0	0	0	4	7	6	0,11
TETRAODONTIDAE														
<i>Lagocephalus laevigatus</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	<0,01
<i>Sphoeroides testudineus</i>		13	2	0	11	34	26	35	45	2 177	827	763	289	19,44
Número de famílias														29
Número de taxa														48
Número de indivíduos														21 718

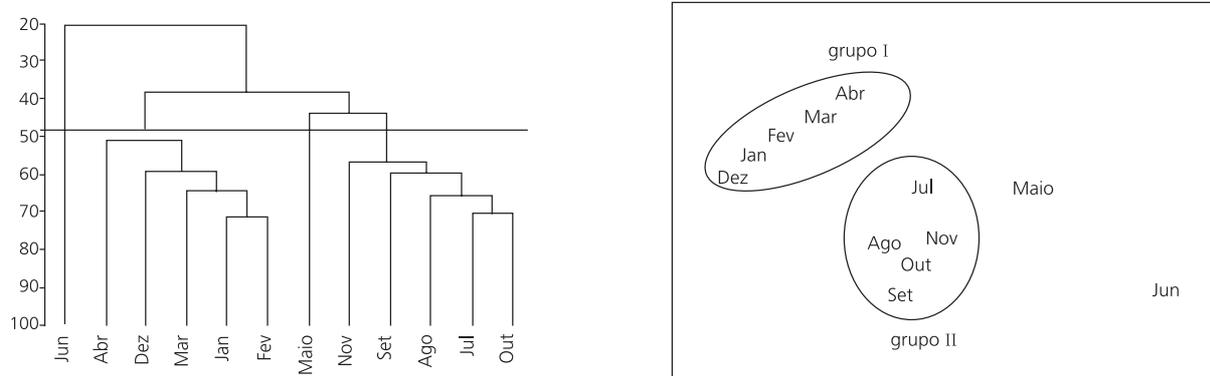


Figura 4. Análise de agrupamento, método Cluster e Ordenação, método MDS, baseados nos dados de abundância das espécies capturadas entre abril de 2000 e março de 2001 nas planícies de maré no Canal da Cotinga, Baía de Paranaguá, Paraná.

DISCUSSÃO

Entre as 45 espécies coletadas nas duas planícies do Canal da Cotinga, 26 estiveram presentes em vários levantamentos realizados em áreas similares da região (Santos et al., 2002; Vendel et al., 2003; Spach et al., 2004). As espécies *Lutjanus analis* e *Scorpaena isthmensis*, capturadas neste estudo, só haviam sido registradas na pesca regional (Corrêa, 1987); já o gobídeo *Ctenogobius shufeldti* foi citado apenas para a Baía de Antonina (Otero et al., 2006).

As espécies *Dactylopterus volitans*, *Guavina guavina*, *Paralichthys orbignyanus*, *Trinectes paulistanus*, *Sphyræna tome*, *Hippocampus reidi* e *Fistularia petimba*, pouco abundantes ou de ocorrência única, foram igualmente raras em outras áreas rasas do Complexo Estuarino de Paranaguá (Vendel et al., 2003; Spach et al., 2004; Félix et al., 2006). Chama a atenção, neste estudo, a ausência de exemplares das espécies *Opisthonema oglinum*, *Sardinella brasiliensis*, *Eucinostomus argenteus*, *Eucinostomus gula* e *Sphoeroides greeleyi*, uma vez que estas foram capturadas em número significativo em planícies próximas (Santos et al., 2002; Vendel et al., 2003).

A dominância de poucas espécies é uma característica inerente à fauna de ambientes rasos (Kennish, 1990), sendo, para este trabalho, *A. brasiliensis*, *S. testudineus*, *E. melanopterus*, *H. clupeola* e *A. tricolor* as cinco espécies mais abun-

dantes, tanto em número como em peso. De acordo com Andreatta et al. (1997), os ambientes costeiros são importantes para o recrutamento de várias espécies de peixes e, evidentemente, podem ocorrer oscilações quantitativas na composição das espécies durante o ano. *A. brasiliensis* e *S. testudineus* se mostram espécies constantes, pois ocorreram em todos os meses amostrados e foram capturadas em todos os estádios de desenvolvimento gonadal (Santos et al., 2002; Félix et al., 2006; Otero et al., 2006). Os engraulídeos *A. parva* e *A. tricolor* e o gobídeo *B. saporator*, presentes nas amostras do Canal da Cotinga nos quatro estádios gonadais, haviam sido registrados nessa condição somente na Baía de Antonina (Otero et al., 2006) e em praias estuarinas (Félix et al., 2006).

Nas áreas marginais da região, observou-se uma tendência de aumento da abundância, em número e peso, nos períodos mais quentes do ano (Godefroid et al., 1997; Santos et al., 2002; Godefroid et al., 2003; Vendel et al., 2003; Spach et al., 2004; Félix et al., 2006; Otero et al., 2006). O elevado número de exemplares na captura de algumas poucas espécies resultou na redução da uniformidade, fator determinante na análise da diversidade. A baixa homogeneidade na distribuição das espécies resultou em uma baixa equitabilidade, indicando que a diversidade obtida pouco representa da diversidade máxima. Este fato pode ser explicado

pela discrepância no número de exemplares das espécies, sendo poucas com grande número de indivíduos e muitas com baixa captura. A presença de poucas espécies com elevado número de exemplares é característica de ambientes estuarinos e leva a uma distribuição pouco uniforme dos indivíduos da comunidade. Nos trabalhos no Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá, nenhuma tendência geral foi observada no padrão de variação da captura em peso e nos índices de diversidade de Shannon-Wiener, riqueza de Margalef e equitabilidade de Pielou (Godefroid et al., 1997; Santos et al., 2002; Godefroid et al., 2003; Vendel et al., 2003; Spach et al., 2004; Félix et al., 2006; Otero et al., 2006).

Os peixes de águas rasas que habitam as margens dos estuários são, em geral, pequenos (Day et al., 1989). Segundo Weinstein et al. (1980), nas áreas rasas dos estuários localizados nas médias e altas latitudes, ocorre uma invasão de formas jovens de diferentes espécies de peixes, os quais não permanecem nestes locais durante o seu ciclo de vida (residentes temporários). A ictiofauna foi caracterizada pelo domínio de formas jovens de pequeno porte, com poucas espécies, principalmente as residentes, utilizando a área apenas no período reprodutivo, o que parece ser uma característica de ambientes de águas rasas (Godefroid et al., 1997). Em áreas rasas, ao redor do Complexo Estuarino de Paranaguá, parece ocorrer diferenças espaciais na distribuição de tamanho de algumas espécies. Para *H. clupeola*, *A. tricolor*, *C. edentulus*, *E. melanopterus* e *A. parva*, os resultados mostraram que os exemplares das áreas mais internas tendem, em média, a apresentar menores tamanhos, quando comparados àqueles das áreas médias e externas do Complexo Estuarino de Paranaguá (Félix et al., 2006; Otero et al., 2006;). Com relação a *A. brasiliensis* e *S. testudineus*, que apresentaram as maiores médias de tamanho, tanto nas áreas mais internas (Otero et al., 2006) como nas proximidades do setor externo (Félix et al., 2006), parecem estar relacionadas ao uso, neste estudo, de uma rede com maior comprimento.

A ictiofauna das planícies de maré estudadas no Canal da Cotinga foi caracterizada por indivíduos de pequeno porte, dominada por poucas espécies e maiores médias de biomassa, número de espécies e número de indivíduos nos meses com maior temperatura e menor salinidade, características inerentes a estes ambientes.

REFERÊNCIAS

- Andreato, J.V.; Marca, A.G.; Soares, C.L. & Santos, R.S. (1997). Distribuição mensal dos peixes mais representativos da Lagoa Rodrigo de Freitas, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 14(1):121-34.
- Blaber, S.J.M.; Brewer, D.T. & Salini, J.P. (1995). Fish communities and the nursery role of the shallow inshore waters of a tropical bay in the Gulf of Carpentaria, Austrália. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 40(2): 177-93.
- Chaves, P. & Bouchereau, J.-L. (2000). Use of mangrove habitat for reproductive activity by the fish assemblage in the Guaratuba Bay, Brazil. *Oceanologica Acta*, 23(3): 273-80.
- Clarke, K.R. & Warwick, R.W. (1994). *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory.
- Corrêa, M.F.M. (1987). *Ictiofauna da Baía de Paranaguá e adjacências (litoral do estado do Paraná - Brasil); Levantamento e produtividade*. Dissertação - Curso de Pós-Graduação em Zoologia, Universidade Federal do Paraná.
- Costa, M.J.; Costa, J.L.; de Almeida, P.R. & Assis, C.A. (1994). Do seagrass beds and salt marsh borders act as preferential nurseries and spawning grounds for fish? An example of the Mira estuary in Portugal. *Ecological Engineering*, 3(2):187-95.
- Day, J.W.; Hall, C.A.S.; Kemp, W.M. & Yáñez-Arancibia, A. (Org.) (1989). *Estuarine Ecology*. New York: Wiley.
- Félix, F.C.; Spach, H.L.; Hackradt, C.W.; Moro, P.S. & Rocha, D.C. (2006). Abundância sazonal e a composição da assembléia de peixes em duas praias estuarinas da Baía de Paranaguá. *Revista Brasileira de Zootecias*, 8(1): 35-47.
- Godefroid, R.S.; Hofstaetter, M. & Spach, H.L. (1997). Structure of the fish assemblage in the surf zone beach at Pontal do Sul, Paraná. *Nerítica*, 11:77-93.
- Godefroid, R.S.; Spach, H.L.; Schwarz Jr., R. & Queiroz, G.M.L.N. (2003). A fauna de peixes da praia do balneário Atami, Paraná, Brasil. *Atlântica*, 25(2):147-61.
- Kennish, M.J. (1990). *Ecology of estuaries*. Boston: CRC Press.

Lana, P.C.; Marone, E.; Lopes, R.M. & Machado, E.C. (2001). The subtropical estuarine complex of Paranaguá Bay. *In*: Selliger, U. & Kjerfve, B. (Org.). *Coastal marine ecosystems of Latin America*. Berlin: Springer. p.131-46.

Louis, M.; Bouchon, C. & Bouchon-Navaro, Y. (1995). Spatial and temporal variations of mangrove fish assemblages in Martinique (French West Indies). *Hydrobiologia*, 295(1-3):275-84.

Otero, M.E.B.; Spach, H.L.; Pichler, H.A.; Queiroz, G.M.L.N.; Santos, C. & Silva, A.L.C. (2006). O uso de atributos das assembléias de peixes para avaliar a integridade biótica em habitats rasos das baías de Antonina e Paranaguá, Paraná. *Acta Biologica Paranaense*, 35(1-2):69-82.

Potter, I.C.; Claridge, P.N. & Warwick, R.M. (1986). Consistency of seasonal changes in a estuarine fish assemblage. *Marine Ecology Progress Series*, 32(2-3): 217-26.

Reise, K. (1985). *Tidal flat ecology*. Berlin: Spring-Verlag.

Santos, C.; Schwarz Jr., R.; Oliveira Neto, J. & Spach, H.L. (2002). A ictiofauna em duas planícies de maré do setor euhalino da Baía de Paranaguá, PR. *Boletim do Instituto de Pesca*, 28(1):49-60.

Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. (1995). *Biometry*. New York: W. H. Freeman and Company.

Spach, H.L.; Godefroid, R.S.; Santos, C.; Schwarz Jr., R. & Queiroz, G.M.L. (2004). Temporal variation in fish assemblage composition on tidal flat. *Brazilian Journal of Oceanography*, 52(1):47-58.

Vazzoler, A.E.M. (1996). *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá: EDUEM.

Vendel, A.L.; Lopes, S.B.; Santos, C. & Spach, H.L. (2003). Fish assemblages in a tidal flat. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 46(2):233-42.

Weinstein, M.P.; Weiss, S.L. & Walters, M.F. (1980). Multiple determinants of community structure in shallow marsh habitats. Cape Fear River Estuary, North Carolina. *Marine Biology*, 58(3):227-43.

Recebido em: 30/11/2006

Versão final reapresentada em: 3/7/2007

Aprovado em: 3/9/2007



ARTIGO | ARTICLE

Caracterização dos otólitos *sagitta* do peixe-lagarto
Bembrops heterurus Miranda-Ribeiro, 1903 (Teleostei: Percophidae)
da região Sudeste-Sul do Brasil

Sagitta otolith characterization of the squaretail duckbill
Bembrops heterurus Miranda-Ribeiro, 1903 (Teleostei: Percophidae)
in the South-Southeast-region of Brazil

André Martins Vaz-dos-Santos^{1,2}

Nayra Nicolau dos Santos-Cruz²

Carmen Lúcia Del Bianco Rossi-Wongtschowski²

RESUMO

O peixe-lagarto *Bembrops heterurus* é uma espécie demersal que se distribui entre 80 e 600m de profundidade, do Rio de Janeiro ao Uruguai. Prospecções recentes revelaram grande abundância da espécie na área entre 21°S e 29°S, onde o peixe-lagarto possui papel ecológico chave na estrutura trófica do ecossistema de plataforma continental e talude. Apesar disto, e à exceção de um trabalho sobre relações tróficas, não existem estudos direcionados à espécie. Tendo em vista a importância da caracterização de otólitos enquanto estrutura espécie-específica e sua aplicação em estudos populacionais e pesqueiros, foram conduzidas análises morfológicas (onze feições) e morfométricas (quinze medidas) da *sagitta* de *B. heterurus*, sendo apresentadas as feições e proporções que a caracterizam. Também foi avaliado o crescimento relativo dos otólitos em relação ao comprimento corporal e em relação às suas medidas, sendo os resultados apresentados e discutidos.

Palavras-chave: *Bembrops heterurus*. Otólitos. Morfologia. Morfometria. Crescimento relativo. Região Sudeste-Sul do Brasil.

¹ Universidade Santa Cecília, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Curso de Ciências Biológicas. Santos, SP, Brasil.

² Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, Laboratório de Ictiofauna. Praça do Oceanográfico, 191, Sala 103, Butantã, 05508-120, São Paulo, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: E-mails: <amvaz@usp.br>, <andre@unisanta.br>.

ABSTRACT

The squaretail duckbill Bembrops heterurus is a demersal species occurring at a depth of between 80 and 600m between Rio de Janeiro and Uruguay. Recent surveys have shown a great abundance of the species between 21°S and 29°S, where it fulfils a key ecological role in the food-chain of the outer continental shelf and upper slope ecosystem. Despite its importance, there are no studies focusing on B. heterurus, except for one concerning trophic relationships. Taking into account the importance of otolith characterization in terms of species-specific structure and its application in populational and fishery management studies, morphological (eleven features) and morphometric (fifteen measurements) analyses of B. heterurus sagitta were conducted, with a presentation of the traits and proportions which characterize the species. The relative growth of otoliths was also analyzed in relation to body length and otolith measurements, the results of which were presented and discussed.

Key words: *Bembrops heterurus. Otolith. Morphology. Morphometry. Relative growth. South-Southeast Region of Brazil.*

INTRODUÇÃO

O peixe-lagarto (*Bembrops heterurus* Miranda-Ribeiro, 1903) é uma espécie demersal que se distribui, no Atlântico sudoeste, desde o Rio de Janeiro até o Uruguai (Menezes & Figueiredo, 1985; Menezes et al., 2003). Juntamente com mais dois conjuntos faunísticos, é uma espécie típica da ictiofauna endêmica desta região, considerada o extremo sul da distribuição de espécies caribenhas e o extremo norte de espécies patagônicas (Figueiredo, 1981). O peixe-lagarto também está documentado na costa africana, apesar de esta ocorrência ser duvidosa (Figueiredo et al., 2002).

Por não apresentar importância comercial, o peixe-lagarto vinha sendo negligenciado em termos de estudos biológicos a ele direcionados, sendo citado apenas em levantamentos faunísticos (Rossi-Wongtschowski & Paes, 1993; Haimovici et al., 1994) e em estudos tróficos (Peres & Haimovici, 2003). Menezes & Figueiredo (1985) reportavam sua ocorrência entre 80 e 200 metros, mas esta situação contrasta com as informações obtidas a partir de prospecções pesqueiras realizadas durante o Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos da Zona Econômica Exclusiva (REVIZEE, de 1996 a 2006) (MMA, 2006). O levantamento da ictiofauna da plataforma externa e do talude continental revelou, no Sudeste-Sul do

Brasil, grandes quantidades da espécie distribuídas até 600 metros de profundidade (Bernardes et al., 2005). A partir destas observações, Muto et al. (2005) realizaram detalhado estudo sobre as relações tróficas das espécies mais abundantes daquela área, incluindo o peixe-lagarto, que desempenha papel ecológico chave nesse ecossistema.

Esta situação evidenciou a necessidade de compreensão dos aspectos da biologia de *B. heterurus* que, além de abundante e com importância ecológica de destaque, passou a ter importância pesqueira. Anteriormente capturado de forma esporádica e em pequenas quantidades (Menezes & Figueiredo, 1985), desde 2001 as frotas pesqueiras direcionaram seu esforço de pesca para a plataforma externa e o talude, sobre algumas espécies demersais como *Lophius gastrophysus*, *Urophycis mystacea*, *Merluccius hubbsi* e *Zenopsis conchifera* (Perez et al., 2003; Perez et al., 2005; Vaz-dos-Santos & Rossi-Wongtschowski, 2005; Perez & Pezzutto, 2006). Considerando que a compreensão do ecossistema pesqueiro (Walters & Martell, 2004) e sua modelagem (Rocha & Rossi-Wongtschowski, 1998; Gasalla & Rossi-Wongtschowski, 2004) dependem do conhecimento sobre as espécies presentes no ambiente, tornou-se evidente a necessidade de estudos sobre *B. heterurus*.

Os otólitos *sagitta* de peixes teleósteos (Bagenal & Tesch, 1978; Moyle & Cech Jr, 2004) têm sido amplamente utilizados em vários tipos de estudos, destacando-se identificação de espécies, determinação da idade e crescimento, diferenciação de estoques, investigações paleontológicas, verificação de mudanças ambientais, entre outros (Begg *et al.*, 2005). Por ser espécie-específica (Cruz & Lombarte, 2004), permite ainda a reconstituição da dieta de animais piscívoros, por permanecerem conservados em conteúdos estomacais (Campana, 2005; Lombarte *et al.*, 2006).

Desta forma, caracterizações de otólitos estão amplamente registradas na literatura científica internacional, destacando-se as recentes contribuições de Assis (2004), Campana (2004) e Baremore & Bethea (2006). No Brasil, estas caracterizações são escassas e esparsas, mencionando-se a de Bastos (1990) sobre teleósteos do Sudeste-Sul do Brasil e a de Corrêa & Vianna (1992/93) sobre cieniídeos do litoral do Paraná, esta última embasando os estudos seguintes de Lemos *et al.* (1992/93; 1995a,b), que trataram sobre gerreídeos, engraulídeos, clupeídeos e Abilhôa & Corrêa (1992/93), sobre carangídeos.

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo a caracterização dos otólitos *sagitta* de *B. heterurus* da região Sudeste-Sul do Brasil, apresentando os atributos que descrevem suas feições e proporções, os quais permitem sua identificação no nível de espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

Os otólitos de *Bembrops heterurus* utilizados pertencem à “Coleção de Otólitos de Teleósteos da Região Sudeste-Sul do Brasil”, constituída no Laboratório de Ictiofauna do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP). Foram extraídos de exemplares obtidos durante cruzeiros de prospecção pesqueira com rede de arrasto-de-fundo, realizados em 2001 e 2002, em lances distribuídos entre o Cabo Frio (21°S) e o Cabo de Santa Marta Grande (29°S), em profundidades de 100 m a 600 m. Estes cruzeiros foram realizados no contexto do

Programa REVIZEE (MMA, 2006) e seus detalhes estão apresentados em Bernardes *et al.* (2005). Os peixes capturados foram medidos, pesados e as *sagittae* retiradas, sendo os materiais e dados armazenados para estudos posteriores.

A caracterização dos otólitos foi realizada com base em sua face interna, sendo a análise dividida em duas etapas: morfologia e morfometria, tratadas a seguir.

Para a descrição morfológica, foram selecionados os otólitos de três exemplares, por classe de comprimento padrão (10mm), totalizando dezesseis classes. Estes otólitos foram recobertos com grafite 2B (ponta de 0,5mm), para realce e melhor visualização das feições, sendo analisados sob estereomicroscópio com aumento de 18x e luz refletida.

Seguindo metodologia adaptada de Bastos (1990), Corrêa & Vianna (1992/93), Secor *et al.* (1995) e Assis (2004), foram analisadas as seguintes feições (Figura 1A):

- *Na margem anterior*: (i) rostro - situado na porção inferior da reentrância da excisura anterior; (ii) excisura anterior - reentrância profunda na margem anterior do otólito, ligada à extremidade do óstio, delimitada pelo rostro em sua porção inferior e pelo anti-rostro na superior; (iii) anti-rostro - situado na porção superior da reentrância da excisura anterior.

- *Na face interna*: (iv) sulco acústico - inserção da mácula *sagitta*, identificada como uma reentrância longitudinal paralela ao eixo do comprimento do otólito, e que o divide em região dorsal e ventral; (v) óstio - região do sulco acústico anterior ao colo; (vi) colo - região que divide o sulco acústico em óstio e cauda; (vii) cauda - região do sulco acústico posterior ao colo; (viii) área posterior - região posterior à cauda do sulco acústico até a margem posterior do otólito; (ix) depressão dorsal - área da região dorsal com desnível em baixo relevo; (x) região dorsal - área entre a inserção do sulco acústico e a margem superior do otólito; (xi) região ventral - área entre a inserção do sulco acústico e a margem inferior do otólito.

As características destas feições também foram analisadas considerando os perfis lateral e superior, o recorte e a concordância da direção das margens e a presença de estrias (reentrâncias presentes nas regiões dorsal e ventral) (Assis, 2004).

As medidas relacionadas, baseadas em Bastos (1990) e Corrêa & Vianna (1992/93), foram tomadas com ocular micrométrica acoplada a um estereomicroscópio (aumento de 18x), sendo posteriormente convertidas em milímetros. Inicialmente foram obtidos (Figura 1B): (i) Comprimento do otólito (CO, mm) - medida entre a extremidade do rostro e a margem posterior do otólito; (ii) Altura do otólito (AO, mm) - maior distância entre as margens inferior e superior do otólito. Estas duas medidas foram feitas para otólitos direito e esquerdo, sendo os dois conjuntos de dados submetidos a um teste "t" pareado ($\alpha_2=0,05\%$). Comprovada a não diferença entre otólitos direito e esquerdo ($p>0,05$), as análises prosseguiram com a utilização do otólito esquerdo. Também foram obtidos: (iii) Comprimento do sulco acústico (CSA, mm) - medida tomada entre a porção superior do rostro e a extremidade posterior da cauda; (iv) Comprimento do óstio (Cos, mm) - medida tomada entre a porção superior do rostro e a extremidade posterior do óstio; (v) Comprimento da cauda (CC, mm) - maior medida tomada entre a extremidade anterior e posterior da cauda; (vi) Comprimento da área posterior (CAP, mm) - medida tomada entre a extremidade posterior da cauda e a margem posterior do otólito; (vii) Comprimento da excisura (CE, mm) - medida tomada paralelamente ao eixo do comprimento do otólito, entre a porção superior do rostro e a extremidade do anti-rostro; (viii) Comprimento da depressão dorsal (Cdd, mm) - maior medida tomada paralelamente ao eixo do comprimento do otólito, na região da depressão dorsal; (ix) Altura dorsal (AD, mm) - maior medida tomada entre a extremidade superior da cauda e a margem dorsal do otólito; (xii) Altura ventral (AV, mm) - maior medida tomada entre a extremidade inferior da cauda e a margem ventral do otólito; (xiii) Altura da cauda (AC, mm) - maior medida tomada paralelamente ao eixo da altura do otólito, entre as extremidades inferior e posterior da cauda; (xiv) Altura

da excisura (AE, mm) - medida tomada paralelamente ao eixo da altura do otólito, entre a porção superior do rostro e a extremidade do anti-rostro; (xv) Altura da depressão dorsal (Add, mm) - maior medida tomada paralelamente ao eixo da altura do otólito, na região da depressão dorsal.

As medidas dos otólitos e do comprimento padrão (CP, mm) foram submetidas à análise exploratória de dados e ao teste de normalidade de D'Agostino-Pearson. Os dados foram logaritimizados (\log_{10}), a normalidade foi novamente testada, sendo as variáveis transformadas utilizadas para as demais partes do estudo.

A análise de correlação de Pearson foi aplicada às relações envolvendo o comprimento padrão (CP x CO, CP x AO e CP x CSA) e, a análise de correlação de Spearman, a aquelas envolvendo as medidas dos otólitos, sendo verificada a significância destas correlações (teste "t", $\alpha_2=0,05\%$). Foram testadas as seguintes correlações entre as medidas dos otólitos: CO em relação à AO, CSA, CC, CAP, Cos, Cdd, Add, CE, AE e AC e, AO em relação à AD, AV, Add, AC e AE.

As relações nas quais as correlações foram significativas ($p<0,05$) foram selecionadas para análise de regressão linear e conseqüente caracterização morfométrica (Bastos, 1990; Corrêa & Vianna, 1992/93). A estimativa dos parâmetros do modelo $y = a + bx$ foi feita pelo método linear dos mínimos quadrados, sendo conduzidas análises de variância da regressão (coeficiente de determinação e resíduos).

Os coeficientes angulares das regressões ajustadas foram analisados sob a perspectiva do crescimento relativo, seguindo o método de Huxley (1993), verificando-se o desvio dos valores obtidos em relação ao valor padrão de isometria ($b=1$), a partir da aplicação de teste "t".

Também foram calculadas as porcentagens mínima, média e máxima de y em relação a x, para os conjuntos de dados com regressões ajustadas.

Todos os procedimentos estatísticos utilizados seguiram Zar (1999), Triola (2005) e Siegel & Castellan (2006).

Tabela 1. *Bembrops heterurus*. Descrição estatística do comprimento padrão (CP) e das medidas dos otólitos. Os valores de simetria (g1) e de curtose (g2) e o valor P do teste de normalidade se referem às variáveis logaritmizadas (*).

Variável	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	Média (mm)	DP (mm)	Mediana (mm)	Simetria (g1)*	Curtose (g2)*	Valor P* (normalidade)
CP	95,00	246,00	167,20	29,94	165,00	-0,30	-0,29	0,269
CO	3,78	6,50	5,22	0,51	5,22	-0,34	-0,22	0,273
AO	2,06	3,78	2,93	0,30	2,94	-0,34	0,18	0,301
AD	1,00	2,11	1,54	0,20	1,56	-0,21	0,02	0,681
AV	0,72	1,94	1,39	0,17	1,39	-0,90	3,94	< 0,001
CSA	2,61	5,06	3,84	0,45	3,83	-0,38	0,03	0,314
CAP	0,56	2,28	1,36	0,18	1,39	-1,05	6,46	< 0,001
CE	0,11	1,28	0,68	0,16	0,67	-1,29	6,54	< 0,001
AE	0,22	1,11	0,54	0,14	0,56	-0,36	0,93	0,012
CC	0,44	2,33	1,05	0,31	1,00	-0,21	-0,47	0,198
AC	0,28	6,11	0,62	0,34	0,61	2,88	29,14	< 0,001
Cos	0,56	3,22	2,25	0,32	2,28	-2,41	18,39	< 0,001
Ccl	0,06	1,39	0,54	0,28	0,50	-0,51	-0,19	0,103
Cdd	0,17	3,33	2,22	0,35	2,22	-5,90	71,87	< 0,001
Add	0,39	2,50	1,17	0,20	1,17	-1,30	7,35	< 0,001

DP: desvio-padrão; CP: comprimento padrão; CO: comprimento do otólito; AO: altura do otólito; AD: altura dorsal; AV: altura ventral; CSA: comprimento do sulco acústico; CAP: comprimento da área posterior; CE: comprimento da excisura; AE: altura da excisura; CC: comprimento da cauda; AC: altura da cauda; Cos: comprimento do óstio; Ccl: comprimento do colo; Cdd: comprimento da depressão dorsal; Add: altura da depressão dorsal.

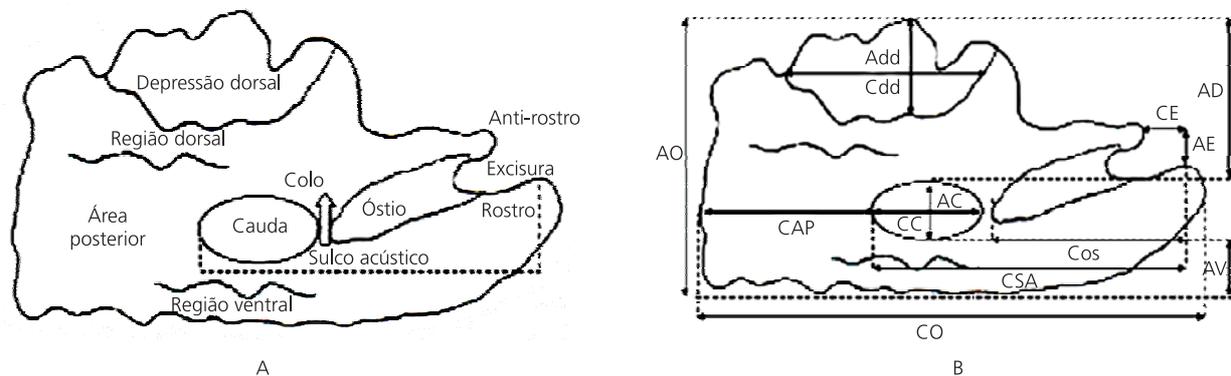


Figura 1. *Bembrops heterurus*. Feição interna do otólito *sagitta* esquerdo (orientação postero-anterior), mostrando as feições (A) e as medidas analisadas (B) (referências dos símbolos no texto) (Comprimento Padrão= 164,00mm; Comprimento do Otólito= 5,28mm).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados 320 exemplares de *B. heterurus*, que apresentaram comprimento padrão entre 95,00mm e 246,00mm (Tabela 1). A descrição morfológica dos otólitos *sagitta* do peixe-lagarto se baseou em 35 exemplares e é apresentada abaixo (feições ilustradas na Figura 1A):

- O perfil lateral é retangular, sendo o comprimento do otólito sempre maior que sua altura;

- O perfil superior é dorsal plano, com a direção do rostro e anti-rostro concordantes, ou seja, estão orientados na mesma direção;

- A margem dorsal é irregular e denteada, com número de cristas variável, entre dois e seis;

- A margem ventral é emarginada e crenulada, principalmente na porção inferior do óstio;

- A margem posterior é emarginada;

- A margem anterior é definida pela presença do rostro, da excisura e do anti-rostro. O rostro é do

tipo pontiagudo, denteado em alguns exemplares; a excisura anterior apresenta abertura grande e bem acentuada; o anti-rostro é proeminente, sendo serrilhado em alguns exemplares;

- O sulco acústico é: (i) heterosulcóide quanto à estrutura, por ser dividido pelo colo em óstio e cauda, com a abertura ostial na extremidade da margem anterior do otólito; (ii) retilíneo quanto à orientação do óstio, do colo e da cauda, que se dispõem em linha reta, paralelamente ao eixo do comprimento do otólito; (iii) acristal, devido à ausência de cristas;

- O óstio é aberto na margem anterior do otólito e em baixo relevo, sendo a porção mais côncava do sulco acústico;

- O colo é elevado (não côncavo), dividindo o sulco acústico;

- A cauda é oval, posterior ao colo e também em baixo relevo, com concavidade menos pronunciada que a do óstio;

- A depressão dorsal é em baixo relevo, com comprimento sempre maior que a altura.

Em alguns exemplares foram observadas estrias na região dorsal e ventral do otólito, sem padrões de uniformidade, tamanho e distribuição. Na margem posterior, alguns exemplares apresentaram uma depressão pouco acentuada, paralela ao eixo da altura do otólito, fundindo-se com a depressão dorsal.

A inexistência de outras descrições morfológicas da *sagitta* de *B. heterurus* inviabiliza comparações com exemplares de outras regiões. Popper et al. (2005) consideram que a diversidade de formas

de otólitos nos teleósteos ainda não pode ser explicada, mas deve estar relacionada ao equilíbrio e à orientação e, secundariamente, à audição. Ainda segundo Campana (2005), fatores genéticos e ambientais, principalmente temperatura (Lombarte & Leonart, 1993), atuam na definição da forma dos otólitos.

Quanto à caracterização morfométrica, a descrição estatística das medidas dos otólitos consta na Tabela 1. Apesar de o comprimento (CO) e a altura do otólito (AO) apresentarem distribuição normal, a variabilidade encontrada nas outras medidas e o estudo do crescimento relativo tornaram necessária a transformação das variáveis. Quanto à simetria, a quase totalidade das medidas tomadas apresentou assimetria à esquerda, sugerindo (mesmo com dados normalizados) tendência de estabilização do incremento da estrutura, apesar da grande amplitude de comprimentos da mesma.

Com relação à análise do comprimento padrão (CP) e das medidas dos otólitos (CO, AO e CSA), foram obtidas correlações altas e significativas ($p < 0,001$) (Tabela 2). Todavia, na análise de regressão, apenas as relações entre comprimento e altura apresentaram bons ajustes ($r^2 = 0,809$ e $r^2 = 0,756$, respectivamente). O comprimento do sulco acústico apresentou ajuste apenas satisfatório ($r^2 = 0,496$), devido à variabilidade individual; contudo, a alta correlação observada ($r = 0,869$) mostrou ser este caráter um importante descritor do otólito de *B. heterurus*.

Quanto às medidas dos otólitos entre si, apenas as relações CO x AO, CO x CSA, CO x Cos, CO

Tabela 2. *Bembrops heterurus*. Análises de correlação (r - coeficiente de correlação de Pearson), regressão (a - coeficiente linear, b - coeficiente angular, r^2 - coeficiente de determinação) e do crescimento relativo entre o comprimento padrão (CP), o comprimento (CO), a altura do otólito (AO) e o comprimento do sulco acústico (CSA) ("t" - valor da estatística do teste; P - valor da probabilidade associada à estatística calculada, n - número de observações).

Variáveis	Correlação			Regressão			Crescimento Relativo		n
	r	"t"	P	a	b	r^2	"t"	P	
CP x CO	0,899	36,65	<0,001	-0,371	0,490	0,809	-38,13	<0,001	320
CP x AO	0,869	31,37	<0,001	-0,635	0,496	0,756	-31,88	<0,001	320
CP x CSA	0,869	31,31	<0,001	-0,664	0,562	0,496	-24,37	<0,001	320

x Cdd, AO x AD, AO x AV e AO x Add apresentaram valores de correlação altos ($0,691 < r_s < 0,939$) e significativos ($p < 0,001$), justificando o ajuste de regressões enquanto ferramenta de caracterização morfométrica (Tabela 3). Nestes resultados, chama a atenção os ajustes de regressão entre o comprimento do otólito (CO) e o comprimento da depressão dorsal (Cdd), e entre a altura do otólito (AO) e da depressão dorsal (Add). Neste caso, assim como na relação entre o comprimento padrão e o sulco acústico, os valores do coeficiente de determinação (r^2) foram apenas satisfatórios, mas a depressão dorsal é muito característica em *B. heterurus*, servindo à identificação de seu otólito *sagitta*.

Esta consideração também se aplica ao comprimento do sulco acústico (CSA), especialmente o comprimento do óstio (Cos), pois seu desenvolvimento é significativo em relação ao comprimento do otólito (CO). Em contrapartida, a cauda apresentou menor influência na morfometria do otólito e do sulco acústico, uma vez que não foram significativas as relações envolvendo estas medidas (CC, AC).

A análise de regressão simples constitui ferramenta poderosa para diversos estudos pesqueiros (Ricker, 1973), incluindo a caracterização de otólitos. Bastos (1990) merece destaque pelo pioneirismo no Brasil, estudando diversas espécies de teleosteos. Este autor, a partir das medidas dos otólitos, aplicou técnicas multivariadas para o estabelecimento de padrões de similaridade entre as espécies. Diferentemente, Corrêa & Vianna (1992/93), que deram origem à linha de trabalho da escola paranaense de descrição de otólitos, aplicaram a técnica de regressão múltipla a medidas de otólitos, aqui não utilizada por não permitir análises sobre crescimento relativo (Huxley, 1993). Por sua vez, Lychakov et al. (2006) estimaram regressões lineares simples entre a massa do otólito e o comprimento do peixe.

Em relação ao crescimento relativo, as três relações envolvendo o comprimento padrão (CP x CO, CP x AO e CP x CSA) apresentaram alometria negativa ($p < 0,001$), indício da redução da proporção de crescimento do otólito em relação ao comprimento corporal. Quanto às medidas dos otólitos, alometria negativa foi observada em relação ao

Tabela 3. *Bembrops heterurus*. Análises de correlação (r_s - coeficiente de correlação de Spearman), regressão (a - coeficiente linear, b - coeficiente angular, r^2 - coeficiente de determinação), do crescimento relativo entre o comprimento e a altura do otólito, e outras medidas ("t" - valor da estatística do teste; P - valor da probabilidade associada à estatística calculada, n - número de observações).

Variáveis	Correlação			Regressão			Crescimento Relativo		n
	r_s	"t"	P	a	b	r^2	"t"	P	
CO x AO	0,875	32,230	<0,001	-0,194	0,920	0,773	-2,85	0,005	320
CO x CSA	0,939	48,650	<0,001	-0,218	1,118	0,888	5,30	<0,001	320
CO x CC	0,360	6,880	>0,050	—	—	—	—	—	320
CO x CAP	0,528	11,020	>0,050	—	—	—	—	—	317
CO x Cos	0,813	24,780	<0,001	-0,436	1,099	0,689	2,38	0,018	316
CO x Cdd	0,691	17,040	<0,001	-0,442	1,056	0,481	0,91	0,364	319
CO x Add	0,622	14,060	>0,050	—	—	—	—	—	316
CO x CE	0,365	6,950	>0,050	—	—	—	—	—	317
CO x AE	0,429	8,450	>0,050	—	—	—	—	—	319
CO x AC	0,407	7,930	>0,050	—	—	—	—	—	318
AO x AD	0,869	31,200	<0,001	-0,312	1,068	0,786	2,19	0,029	319
AO x AV	0,821	25,530	<0,001	-0,282	0,910	0,675	-2,54	0,012	318
AO x Add	0,769	21,300	<0,001	-0,448	1,100	0,577	1,88	0,061	315
AO x AC	0,432	8,520	>0,050	—	—	—	—	—	319
AO x AE	0,454	9,084	>0,050	—	—	—	—	—	320

CO: comprimento do otólito; AO: altura do otólito; AD: altura dorsal; AV: altura ventral; CSA: comprimento do sulco acústico; CAP: comprimento da área posterior; CE: comprimento da excisura; AE: altura da excisura; CC: comprimento da cauda; AC: altura da cauda; Cos: comprimento do óstio; Cdd: comprimento da depressão dorsal; Add: altura da depressão dorsal.

comprimento e altura do otólito (CO x AO), devido à Redução proporcional da altura ventral (AO x AV). As relações CO x CSA, CO x Cos e AO x AD apresentaram alometria positiva. As relações CO x Cdd e AO x Add foram as únicas isométricas. Este fato reforça a importância da depressão dorsal como feição morfológica essencial à caracterização dos otólitos de *B. heterurus*, mantendo sua proporção ao longo do desenvolvimento do peixe.

No Brasil, estudos sobre o crescimento relativo em peixes têm sido raros (Barbieri, 1975; Rossi-Wongtschowski, 1978; Braga, 1982). Especificamente, o crescimento relativo de otólitos tem servido para estudos de crescimento que empregam leitura de anéis (Cergole et al., 2005; Rossi-Wongtschowski et al., 2006), a partir dos quais são estimados comprimentos (Campana, 1990; Francis, 1990). Em revisão sobre os estudos com otólitos, Campana (2005) confirmou esta tendência.

Um recente estudo direcionado a *Micropogonias furnieri* também tratou do crescimento relativo de otólitos (Bervian et al., 2006), demonstrando que, quando o modelo de Huxley (1993) apresentar resíduos não aleatórios, há metodologias para sua correção, obtendo-se um ajuste adequado.

Decorrente da análise de regressão, as porcentagens mínimas, médias e máximas das medidas dos otólitos são apresentadas em detalhe na Tabela 4. As medidas dos otólitos em relação ao comprimento padrão (CP) variaram entre 1,78% e 3,17% (médias). A variabilidade das porcentagens em relação ao comprimento e à altura do otólito reforçam as considerações sobre a importância do comprimento do sulco acústico como estrutura característica do desenvolvimento do otólito de *B. heterurus*. Por outro lado, as variações nas proporções da depressão dorsal (comprimento e altura) apresentaram grande variabilidade entre indivíduos, sendo que a isometria assegura a manutenção das proporções no mesmo indivíduo.

Desta forma, as descrições morfológica e morfométrica apresentadas permitiram diagnosticar adequadamente os otólitos *sagitta* de *B. heterurus*. Apesar de não ter sido objetivo do estudo, a homo-

Tabela 4. *Bembrops heterurus*. Porcentagens mínima e máxima da variável dependente (y) em relação à variável independente (x).

Variáveis (x . y)	% mínimo	% média	% máximo
CP x CO	2,40	3,17	4,24
CP x AO	1,27	1,78	2,58
CP x CSA	1,71	2,33	3,27
CO x AO	47,37	56,14	66,30
CO x CSA	61,86	73,60	80,73
CO x Cos	12,66	43,08	53,70
CO x Cdd	4,05	42,56	59,78
AO x AD	41,18	52,42	60,00
AO x AV	28,89	47,48	58,82
AO x Add	14,29	39,83	71,43

CP: comprimento padrão; CO: comprimento do otólito; AO: altura do otólito; CSA: comprimento do sulco acústico; depressão; AD: altura ventral; Cos: comprimento do óstio; Cdd: comprimento da depressão dorsal; Add: altura da depressão dorsal.

geneidade de formas e medidas dentro da área abrangida não sugere diferenciação geográfica do peixe-lagarto, fator importante no diagnóstico e manejo de estoques (Cadrin et al., 2005).

Merecem consideração, ainda, os estudos que vêm empregando morfometria geométrica, tendência recente de análise, incluindo otólitos, cuja metodologia geral está sintetizada em Zelditch et al. (2004). No entanto, apesar da acuidade deste método (Ponton, 2006), sua aplicação deve ser posterior à análise bidimensional (Monteiro & Reis, 1999). No Brasil, apenas Monteiro et al. (2005) aplicaram morfometria geométrica a otólitos de cieniões, sendo esta uma diretriz para os próximos estudos com otólitos de *B. heterurus*.

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

Ao Dr. Antônio Olinto Ávila-da-Silva, do Instituto de Pesca (SAA/APTA), pela utilização do laboratório. Ao Prof. Dr. Luis Alberto Zavala-Camin, da Universidade Santa Cecília (UNISANTA), pelas valiosas sugestões.

R E F E R Ê N C I A S

Abilhôa, V. & Corrêa, M.F.M. (1992/93). Catálogo de otólitos de Carangidae (Osteichthyes - Perciformes) do

- Litoral do Estado do Paraná, Brasil. *Nerítica*, 7(1-2): 119-31.
- Assis, C.A. (2004). *Guia para a identificação de algumas famílias de peixes ósseos de Portugal continental, através da morfologia de seus otólitos sagitta*. Cascais: Câmara Municipal de Cascais.
- Bagenal, T.B. & Tesch, F.W. (1978). Age and growth. In: Bagenal, T.B. (Ed.). *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. 3rd ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications. p.101-36.
- Barbieri, G. (1975). *Sobre o crescimento relativo de Geophagus brasiliensis (Quoy & Gaimard, 1824) na Represa do Lobo, Estado de São Paulo*. Tese - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- Baremore, I.E. & Bethea, D.M. (2006). *A guide to otoliths from fishes of the Gulf of Mexico and Atlantic Ocean*. Panama City Laboratory National Marine Fisheries Service. Disponível em: <<http://www.sefspanamalab.noaa.gov/OtolithGuide/default.htm>>. (acesso: 30 ago. 2007).
- Bastos, G.C.C. (1990). *Morfologia de otólitos de algumas espécies de Perciformes (Teleostei) da costa Sudeste-Sul do Brasil*. Dissertação - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo.
- Begg, G.A.; Campana, S.E.; Fowler, A.J. & Suthers, I.M. (2005). Otolith research and application: current directions in innovation and implementation. *Marine Freshwater Research*, 56(5):477-83.
- Bernardes, R.A.; Figueiredo, J.L.; Rodrigues, A.R.; Fischer, L.G.; Vooren, C.M.; Haimovici, M. & Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. (2005). *Peixes da zona exclusiva da região Sudeste e Sul do Brasil: levantamento com armadilhas, pargueiras e rede de arrasto de fundo*. São Paulo: Edusp.
- Bervian, G.; Fontoura, N.F. & Haimovici, M. (2006). Statistical model of variable allometric growth: otolith growth in *Micropogonias furnieri* (Actinopterygii, Sciaenidae). *Journal of Fish Biology*, 68(1):196-208.
- Braga, F.M.S. (1982). *Estudo do crescimento relativo de Sardinella brasiliensis (Steindachner, 1879) na área entre Macaé (22°23'S) e o sul da Ilha de Santa Catarina (27°35'S)*. Tese - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. (2006). *Programa REVIZEE: Avaliação do potencial sustentável de recursos vivos da Zona Econômica Exclusiva do Brasil - relatório executivo*. Brasília: MMA.
- Cadrin, S.X.; Friedland, K.D. & Waldman, J.R. (Ed.) (2005). *Stock identification methods: applications in fishery science*. Oxford: Elsevier Academic Press.
- Campana, S.E. (1990). How reliable are growth back-calculations based on otoliths? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 47(11):2219-27.
- Campana, S.E. (2004). *Photographic atlas of fish otoliths of the Northwest Atlantic Ocean*. Ottawa: NRC Research Press.
- Campana, S.E. (2005). Otolith science entering the 21st century. *Marine and Freshwater Research*, 56(5):485-95.
- Cergole, M.C.; Ávila-da-Silva, A.O. & Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. (Ed.). (2005). *Análise das principais pescarias comerciais da Região Sudeste-Sul do Brasil: dinâmica populacional das espécies em exploração*. São Paulo: IOUSP. Série Documentos REVIZEE.
- Corrêa, M.F.M. & Vianna, M.S. (1992/93). Catálogo de otólitos de Sciaenidae (Osteichthyes - Perciformes) do litoral do Estado do Paraná - Brasil. *Nerítica*, Curitiba, 7(1-2):13-41.
- Cruz, A. & Lombarte, A. (2004). Otolith size and its relationship with colour patterns and sound production. *Journal of Fish Biology*, 65(6):1512-25.
- Figueiredo, J.L. (1981). *Estudo das distribuições endêmicas de peixes da província zoogeográfica marinha argentina*. Tese - Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo.
- Figueiredo, J.L.; Santos, A.P.; Yamaguti, N.; Bernardes, R.A. & Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. (2002). *Peixes da zona econômica exclusiva do Brasil: levantamento com rede de meia água*. São Paulo: Edusp.
- Francis, R.I.C.C. (1990). Back-calculation of fish length: a critical review. *Journal of Fish Biology*, 36(6):883-902.
- Gasalla, M.A. & Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. (2004). Contribution of ecosystem analysis to investigating the effects of changes in fishing strategies in the South Brazil bight coastal ecosystem. *Ecological Modelling*, 172(2-4): 283-306.
- Haimovici, M.; Martins, A.S.; Figueiredo, J.L. & Vieira, P.C. (1994). Demersal bony fish of the outer shelf and upper slope of the Southern Brazil subtropical convergence ecosystem. *Marine Ecology Progress Series*, 108(unique): 59-77.
- Huxley, J.S. (1993). *Problems of relative growth; with a new introduction by Frederick B. Churchill and an essay by Richard E. Strauss*. Baltimore: The John Hopkins University Press.
- Lemos, P.H.B.; Corrêa, M.F.M. & Pinheiro, P.C. (1995a). Catálogo de otólitos de Engraulidae (Clupeiformes - Osteichthyes) do Litoral do Estado do Paraná, Brasil. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 38(3):731-45.
- Lemos, P.H.B.; Corrêa, M.F.M. & Pinheiro, P.C. (1995b). Catálogo de otólitos de Clupeidae (Clupeiformes - Osteichthyes) do Litoral do Estado do Paraná, Brasil. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 38(3):747-59.
- Lemos, P.H.B.; Corrêa, M.F.M. & Abilhã, V. (1992/93). Catálogo de otólitos de Gerreidae (Osteichthyes - Perciformes) do litoral do Estado do Paraná, Brasil. *Nerítica*, 7(1-2):109-17.

- Lombarte, A. & Lleonart, J. (1993). Otolith size changes related with body growth, habitat depth and temperature. *Environmental Biology of Fishes*, 37(3):297-306.
- Lombarte, A.; Chic, A.; Parisi-Baradad, V.; Olivella, R.; Piera, J. & García-Ladona, E. (2006). A web-base environment for shape analysis of fish otoliths. The AFORO database. *Scientia Marina*, 70(1):147-52.
- Lychakov, D.V.; Rebane, Y.T.; Lombarte, A.; Fuiman, L.A. & Takabayashi, A. (2006). Fish otolith asymmetry: morphometry and modeling. *Hearing Research*, 219 (1-2):1-11.
- Menezes, N.A. & Figueiredo, J.L. (1985). *Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil V. Teleostei (4)*. São Paulo, Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo.
- Menezes, N.A.; Buckup, P.A.; Figueiredo, J.L. & Moura, R.L. (2003). *Catálogo das espécies de peixes marinhos do Brasil*. São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo.
- Monteiro, L.R. & Reis, S.F. (1999). *Princípios de morfometria geométrica*. Ribeirão Preto: Editora Holos.
- Monteiro, L.R.; Di Benedetto, A.P.M.; Guillermo, L.H. & Rivera, L.A. (2005). Allometric changes and shape differentiation of sagitta otoliths in sciaenid fishes. *Fisheries Research*, 74(1-3):288-99.
- Moyle, P.B. & Cech Jr, J.J. (2004). *Fishes: an introduction to ichthyology*. 5th ed. New Jersey: Prentice Hall.
- Muto, E.Y.; Silva, M.H.C.; Vera, G.R.; Leite, S.S.M.; Navarro, D.G. & Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. (2005). *Alimentação e relações tróficas de peixes demersais da plataforma continental externa e talude superior da região Sudeste-Sul do Brasil*. São Paulo: IOUSP.
- Peres, M.B. & Haimovici, M. (2003). Alimentação do cherne-poveiro *Polyprion americanus* (Polyprionidae, Teleostei) no Sul do Brasil. *Atlântica*, 25(2):201-8.
- Perez, J.A.A. & Pezzutto, P.R. (2006). A pesca de arrasto de talude do Sudeste e Sul do Brasil: tendências da frota nacional entre 2001 e 2003. *Boletim Instituto de Pesca*, 32(2):127-50.
- Perez, J.A.A.; Pezzutto, P.R. & Andrade, H.A. (2005). Biomass assessment of the monkfish *Lophius gastrophysus* stock exploited by a new deep-water fishery in southern Brazil. *Fisheries Research*, 72(2-3):149-62.
- Perez, J.A.A.; Wahrlich, R.; Pezzuto, P.R.; Schwingel, P.R.; Lopes, F.R.A. & Rodrigues-Ribeiro, M. (2003). Deep-sea fishery off Southern Brazil: recent trends of the Brazilian fishing industry. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 31(unique):1-18.
- Ponton, D. (2006). Is geometric morphometrics efficient for comparing otolith shape of different fish species? *Journal of Morphology*, 267(6):750-7.
- Popper, A.N.; Ramcharitar, J. & Campana, S.E. (2005). Why otoliths? Insights from inner ear physiology and fisheries biology. *Marine Freshwater Research*, 56(5):497-504.
- Ricker, W.E. (1973). Linear regressions in fishery research. *Journal Fisheries Research Board of Canada*, 30(3): 409-34.
- Rocha, G.R.A. & Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. (1998). Demersal fish community on the inner shelf of Ubatuba, southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Oceanografia*, 46(2):93-109.
- Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. (1978). *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879): estudo sobre a estrutura da espécie na área entre 23°S (RJ) e 28°S (SC), Brasil. Tese - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. & Paes, E.T. (1993). Padrões espaciais e temporais da comunidade de peixes demersais do litoral norte do Estado de São Paulo - Ubatuba, Brasil. *Publicação especial do Instituto Oceanográfico*, 10(único):169-88.
- Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B.; Ávila-da-Silva, A.O. & Cergole, M.C. (Eds.). (2006). *Análise das principais pescarias comerciais da Região Sudeste-Sul do Brasil: dinâmica populacional das espécies em exploração - II*. São Paulo: IOUSP. Série Documentos REVIZEE.
- Secor, D.H.; Dean, J.M. & Campana, S.E. (1995). Recent development in fish otolith research. Columbia: The Belle W. Baruch Library in Marine Science.
- Siegel, S. & Castellan, N.J. (2006). *Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento*. 2a. ed. Porto Alegre: Artmed.
- Triola, M.F. (2005). *Introdução à estatística*. 9a. ed. Rio de Janeiro: LTC.
- Vaz-dos-Santos, A.M. & Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. (2005). *Merluccius hubbsi* Marini, 1993. In: Cergole, M.C.; Ávila-da-Silva, A.O. & Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. (Ed.). *Análise das principais pescarias comerciais da Região Sudeste-Sul do Brasil: dinâmica populacional das espécies em exploração*. São Paulo: IOUSP. Série Documentos REVIZEE. p.88-93.
- Walters, C.J. & Martell, S.J.D. (2004). *Fisheries ecology and management*. Princeton: Princeton University Press.
- Zar, J.H. (1999). *Biostatistical analysis*. 4th ed. New Jersey: Prentice Hall.
- Zelditch, M.L.; Swiderski, D.L.; Sheets, H.D. & Fink, W.L. (2004). *Geometric morphometrics for biologists: a primer*. San Diego: Elsevier Academic Press.

Recebido em: 6/9/2007
Aprovado em: 17/9/2007



ARTIGO | ARTICLE

Qualidade da água em viveiro de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): caracterização diurna de variáveis físicas, químicas e biológicas, São Paulo, Brasil

*Water quality in a fish pond with Nile Tilapia (Oreochromis niloticus): diurnal
assessment of physics, chemistry and biology variables, São Paulo State, Brazil*

Cacilda Thais Janson Mercante¹
Yuri Keller Martins²
Clóvis Ferreira do Carmo¹
João Saviolo Osti³
Cleide Schmidt Romeiro Mainardes Pinto⁴
Andréa Tucci⁵

RESUMO

Este estudo teve por objetivo descrever o comportamento de variáveis físicas, químicas e biológicas da água de um viveiro de engorda de tilápias (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) no período diurno, visando contribuir com um melhor entendimento da dinâmica e metabolismo desse sistema e sugerir propostas de manejo para melhoria da qualidade da água e da produção dos organismos. Realizou-se o levantamento de variáveis limnológicas de viveiro de piscicultura, avaliando-se as oscilações diurnas (6h às 20h, a cada 2 horas de intervalo) do oxigênio dissolvido e sua porcentagem de saturação, do gás carbônico livre, da temperatura da água, da transparência da água, da condutividade elétrica, da turbidez, dos sólidos totais em suspensão, da alcalinidade total e do pH, da luminosidade incidente na água, das séries de nitrogênio e fósforo e da clorofila a. Elevados valores de fósforo e de clorofila a foram obtidos, verificando-se relação de causa e efeito, ou seja, a entrada de fósforo promoveu o crescimento das

¹ Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, Instituto de Pesca. Av. Francisco Matarazzo, 455, Parque da Água Branca, 05001-000, São Paulo, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: C.T.J. MERCANTE. E-mail: <cthais@pesca.sp.gov.br>.

² Pós-Graduando, Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, Instituto de Pesca, Curso de Pós-Graduação em Aquicultura e Pesca. São Paulo, SP, Brasil.

³ Estagiário de Iniciação Científica, Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, Instituto de Pesca. São Paulo, SP, Brasil

⁴ APTA Regional Vale do Paraíba, Pindamonhangaba, SP, Brasil.

⁵ Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, Instituto de Botânica. São Paulo, SP, Brasil.

algas. A principal fonte de fósforo adveio do arraçoamento diário. Constatou-se forte relação da dinâmica do oxigênio dissolvido e gás carbônico com a atividade fotossintética das algas e, conseqüentemente, da variação da luminosidade ao longo do dia. As oscilações de pH obtidas relacionaram-se ao baixo poder tampão da água, em função dos baixos valores de alcalinidade total. Pode-se sugerir a aplicação de calcário agrícola com a finalidade de melhorar o poder tampão da água. O uso de aeradores após as 20h também é recomendado.

Palavras-chave: Limnologia. Qualidade da água. Viveiro de piscicultura. Tilápia do Nilo.

ABSTRACT

*The objective of this study is to describe the behavior of the physical, chemical and biological variables of fish ponds with Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) during daylight hours, with a view to providing a better understanding of the dynamics and metabolism of this system, and to suggest management proposals to obtain both an improvement in water quality and the production of organisms. The survey of limnological variables of fish ponds was carried out, evaluating the daytime fluctuations (from 6 a.m. to 8 p.m. at intervals of 2 hours) of dissolved oxygen and its percentage saturation, free CO₂, water temperature, transparency, electric conductivity, turbidity, total suspended solids, total alkalinity, and pH, as well as incident luminosity in the water, nitrogen and phosphorus series and chlorophyll a. High values of phosphorus and chlorophyll a were obtained, confirming the cause and effect relationship, or in other words, the entry of phosphorus promoted algae growth. The main source of phosphorus originated from the daily feed. A strong relationship was observed between the dissolved oxygen and CO₂ and the photosynthetic activity of the algae and consequently the change in luminosity throughout the day. The pH fluctuations observed are related to the low buffer potential of the water due to the low total alkalinity values. The addition of calcium carbonate is recommended to increase the buffer potential of the water and the use of aerators after 8 p.m.*

Key words: Limnology. Water quality. Fish ponds. Nile Tilapia.

INTRODUÇÃO

No Brasil, poucos são os estudos sobre qualidade da água na aqüicultura, se comparados aos trabalhos desenvolvidos em ambientes aquáticos naturais e em reservatórios. A descrição de características físicas, químicas e biológicas de viveiros voltados à produção de organismos aquáticos pode contribuir para a manutenção de níveis adequados de qualidade da água, melhorando o desenvolvimento desta atividade.

Ainda em relação às questões ambientais, o conhecimento das condições da água e dos diversos fatores que atuam no metabolismo desses sistemas pode fornecer subsídios para minimizar os impactos gerados pelo lançamento de efluentes. A manu-

tenção da qualidade da água em viveiros de piscicultura é requisito básico para o sucesso econômico do sistema produtivo. Esta qualidade pode ser influenciada por vários fatores como, por exemplo, a origem da fonte de abastecimento de água e manejo alimentar (Sipaúba-Tavares, 1994; Boyd & Tucker, 1998; Eler *et al.*, 2001; Kubitzka, 2003; Arana, 2004).

A matéria orgânica advinda de fontes externas (esterco, ração, material dissolvido ou particulado) ou de fontes internas (fezes e restos de plantas e animais aquáticos) contribui para o enriquecimento da água do viveiro. O enriquecimento artificial do ecossistema aquático, principalmente com nitrogênio e fósforo, promove o crescimento excessivo de algas

e plantas aquáticas, muitas vezes ocasionando mortalidade de peixes, devido ao *deficit* de oxigênio dissolvido na água. Este processo, denominado de eutrofização, ocorre comumente em viveiros de criação de organismos aquáticos.

Diversos fatores climáticos, bióticos e abióticos, interagem entre si, influenciando o metabolismo desses sistemas. Para garantir o sucesso do cultivo, deve-se procurar um equilíbrio dinâmico de todos os parâmetros físicos, químicos, biológicos e tecnológicos sob uma forma sustentável, ou seja, capaz de atender tanto às necessidades sociais, quanto ambientais e econômicas do empreendimento (Arana, 2004). As relações entre o enriquecimento da água de viveiro de piscicultura e florações de algas foram estudadas por Mainardes & Mercante (2003), que constataram que a entrada de nitrogênio muito provavelmente promoveu um excessivo crescimento de euglenas. Pereira & Mercante (2005) realizaram revisão sobre a formação de amônia tóxica afetando negativamente o cultivo de organismos aquáticos. Trabalhos em pesqueiros da região metropolitana de São Paulo evidenciaram condições precárias em relação à qualidade da água, tanto no que diz respeito aos impactos ambientais gerados pela atividade, quanto com relação à saúde pública (Esteves & Ishikawa, 2006; Honda *et al.*, 2006; Mercante *et al.*, 2006; Morita *et al.*, 2006).

Este estudo teve por objetivo descrever o comportamento de variáveis físicas, químicas e biológicas da água de um viveiro de engorda de tilápias (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) no período diurno, visando contribuir com um melhor entendimento da dinâmica e metabolismo desse sistema e sugerir propostas de adequações com relação ao manejo empregado. Tais propostas pretendem orientar uma melhoria na qualidade da água do viveiro com vistas ao aumento da produção, bem como minimizar os impactos ambientais ocasionados pelo efluente, que é diretamente lançado no corpo receptor (córrego a jusante do viveiro), sem tratamento prévio.

MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto foi desenvolvido no Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico do Agronegócio do Vale do Paraíba, município de Pindamonhangaba, localizado a 22° 55'S, 45° 27'W, no Estado de São Paulo. Um único viveiro visando à engorda de tilápias foi utilizado para a realização deste estudo. O preparo para a colocação dos peixes foi feito no mês de novembro de 2005, sendo que os animais pesavam, inicialmente, 130g. O arraçoamento foi diário, utilizando-se ração peletizada constituída de 28% de proteína bruta, na quantidade de 2% da biomassa de peixes.

No final do cultivo (após cinco meses, ou seja, em abril de 2006), os peixes atingiram 600g. O período para a coleta foi no mês de março de 2006, durante três dias consecutivos (2/3, 3/3, 4/3/2006), contemplando elevadas temperaturas e ambiente rico em nutrientes. A cada dia, em horários determinados, quais fossem: 8h, 10h, 12h, 14h, 16h; 18h e 20h, foram amostradas, por meio de coleta na sub-superfície da coluna d'água e com auxílio de garrafa Van Dorn, as variáveis: clorofila *a*; fósforo total; nitrogênio total; amônia total; nitrito e nitrato; transparência; sólidos totais em suspensão; alcalinidade total (formas de carbono) e dureza total. No mesmo dia e horários, usando-se sonda multiparâmetros da marca Horiba U-22, foram determinados na sub-superfície: temperatura da água, condutividade elétrica, turbidez, oxigênio dissolvido e pH.

A biomassa fitoplanctônica foi estimada pela concentração de clorofila *a*. Para tanto, as amostras foram coletadas na sub-superfície da coluna d'água, com auxílio de garrafa Van Dorn. A água foi transferida para frascos de polietileno de 1L de capacidade, envoltos com papel alumínio e mantidos em isopor com gelo até a chegada ao laboratório, onde as amostras foram filtradas imediatamente em bomba a vácuo. Para a filtração, foram utilizados filtros Millipore com 45µm de tamanho de poro. A técnica de extração dos pigmentos foi realizada através do etanol 90%, utilizado como solvente orgânico. A técnica e a descrição do método foram

baseados em Marker *et al.* (1980) e Sartory & Grobellar (1984).

Para análise do fósforo total, nitrogênio total, nitrito, nitrato e amônia total, as amostras foram coletadas usando-se garrafa Van Dorn, e transferidas para frascos de polietileno de 1L de capacidade; posteriormente, foram levadas ao laboratório, sendo o nitrogênio total e o fósforo total imediatamente congelados, e as séries inorgânicas imediatamente filtradas em bomba a vácuo. Para a filtração, foram utilizados filtros Millipore com 0,45 μ m de tamanho de poro. As análises do fósforo total e nitrogênio total foram feitas simultaneamente, seguindo as técnicas descritas em Valderrana (1981). As análises de nitrito e nitrato seguiram a técnica de Griess modificado, descrita em Giné *et al.* (1980); e para a amônia total seguiu-se a técnica de Nessler, descrita em APHA (1979).

A análise da alcalinidade seguiu o método descrito em Golterman & Clymo (1971) utilizando-se um pHmetro e uma bureta comum com precisão de 0,05mL. Os resultados foram obtidos em milieqüivalentes por litro. Para se obter os valores de gás carbônico livre, primeiramente os valores obtidos de alcalinidade foram transformados em milieqüivalentes por litro e, posteriormente, para miligramas por litro de carbonato de cálcio, bastando multiplicar os primeiros valores por 50 (Wetzel, 1993). O cálculo para se obter o gás carbônico livre foi baseado na metodologia descrita em Cole (1979). Segundo o autor, nos casos em que o pH estiver acima de 6,0, somente se multiplicará os valores de alcalinidade em mg/L por um fator correspondente.

Com o uso de um luxímetro, foi registrada a luz incidente ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) na sub-superfície da coluna d'água, a cada dia e horários determinados, permitindo estimar a radiação fotossinteticamente ativa e, com isto, inferir sobre o metabolismo da comunidade fitoplanctônica presente nesse sistema. Aos resultados aplicou-se teste estatístico, para verificar se ocorreram diferenças significativas entre as horas do dia e as variáveis amostradas (testes de hipóteses bivariados), pela análise de variância e teste de Tukey para dados paramétricos, e teste de Kruskal-Wallis para não-paramétricos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização da qualidade da água do viveiro

É sabido que viveiros de piscicultura abrigam uma comunidade biótica bem diversificada, que vão desde produtores primários, até produtores secundários e decompositores. Entretanto, as espécies existentes nestes ambientes dependem fundamentalmente da qualidade da água, indicada por variáveis físicas, químicas e biológicas (Oliveira *et al.*, 1992).

As oscilações nos diversos parâmetros limnológicos dos viveiros de piscicultura definem, em linhas gerais, as condições da qualidade da água para a produção do plâncton, interferindo na capacidade de produção, bem como na qualidade dos organismos produzidos (Sá-Junior & Sipaúba-Tavares, 1997). As práticas de manejo podem provocar uma eutrofização artificial, evidenciando-se uma reação em cadeia de causas e efeitos, cuja característica principal é a quebra da estabilidade do sistema (Arana, 2004). Este autor enfatiza que, à medida que aumentam as densidades de estocagem (indivíduos/m² ou m³), o aporte alimentar também aumenta, contribuindo ainda mais para a deterioração da qualidade da água e do solo.

Com relação às medidas de pH, nota-se que, ao longo das horas, ocorreu oscilação desta variável, repetindo-se esta tendência durante os demais dias de amostragem (Figura 1 e Tabela 1, $p=0,018$). Os resultados indicaram uma relativa acidez nas primeiras horas da manhã (6h às 10h), variando entre 5,6 e 6,4. A partir das 12h, ocorreu aumento do pH, com valor máximo de 7,9 (Tabela 2); mesmo assim, este permaneceu dentro dos limites aceitáveis (Tabela 3). Durante o dia, a ligeira elevação do pH pode ser relacionada à remoção do gás carbônico pelo uso na fotossíntese. Ao entardecer, o processo de fotossíntese cessa e o gás carbônico se acumula na água, promovendo acidez do meio e causando o declínio do pH.

A luz incidente na coluna de água tem papel preponderante sobre a atividade fotossintética. Pode-

-se verificar, na Tabela 1 ($p=0,004$), que a luminosidade variou significativamente com as horas do dia (Figura 2). Além disso, outros fatores como a respiração das algas e peixes, os processos de decomposição da matéria orgânica advinda do arraçoamento e as temperaturas elevadas da água podem interferir na dinâmica do pH e no metabolismo do sistema. Conforme Sipaúba-Tavares (1994), os principais fatores que podem causar elevação no pH são a respiração, a fotossíntese, a adubação, a calagem e fontes poluidoras.

A alcalinidade total manteve-se praticamente constante ao longo das horas e dos dias, sendo que o valor máximo obtido foi de 27,26mg/L. Embora a alcalinidade total tenha se mantido dentro do limite mínimo aceitável (20mg/L), este valor pode ser considerado baixo para a manutenção do efeito tampão, que aumenta com o aumento da alcalinidade. Já a condutividade elétrica manteve-se constantemente acima de 79 μ S/cm (Tabela 2). De acordo com os valores de referência (Tabela 3), verificou-se que esta variável permaneceu acima dos limites aceitáveis, o que pode ser um indicativo de elevada matéria orgânica em decomposição.

Tabela 1. Nível de significância ($p<0,05$) calculado para as variáveis limnológicas analisadas a partir da variação diurna em viveiro de engorda de tilápias. Pindamonhangaba, SP, de 2 a 4 de março de 2006.

Variáveis	p
Temperatura da água	0,006*
pH	0,018*
Oxigênio dissolvido	0,000*
% Saturação do oxigênio	0,000*
Sólidos totais em suspensão	0,958**
Condutividade elétrica	0,575**
Gás carbônico	0,013*
Clorofila <i>a</i>	0,004*
Luz	0,004*
Nitrito	0,682**
Nitrato	0,030*
Nitrogênio total	0,132**
Amônia total	0,717**
Amônia não-ionizada	0,028*
Fósforo sol. reativo	0,022*
Fósforo total	0,196**

Onde: *significativo; **não significativo; Obs: alcalinidade total e turbidez não variaram, portanto, o teste não foi aplicado.

As medidas de turbidez da água (Tabela 2) estiveram constantemente no valor de 90 NTU, valores muito próximos ao limite superior (de 100 NTU), conforme descrito na Tabela 3. Isto muito provavelmente se relaciona ao aporte de matéria orgânica advinda do arraçoamento, das comunidades fitoplanctônicas e zooplanctônicas e dos detritos inorgânicos, como areias e argilas presentes no solo. Ao longo do dia, verificaram-se variações na temperatura da água de até 3°C (Tabelas 2 e 3, onde $p=0,006$), sendo que nas primeiras horas da manhã (6h), durante os 3 dias consecutivos, foram medidos os menores valores, respectivamente de 27°C (2 de

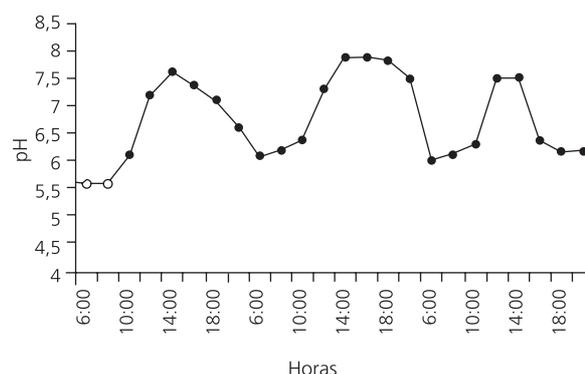


Figura 1. Valores de pH medidos durante o período diurno (3 dias consecutivos) em viveiro de piscicultura, Pindamonhangaba, SP, de 2 a 4 de março de 2006.

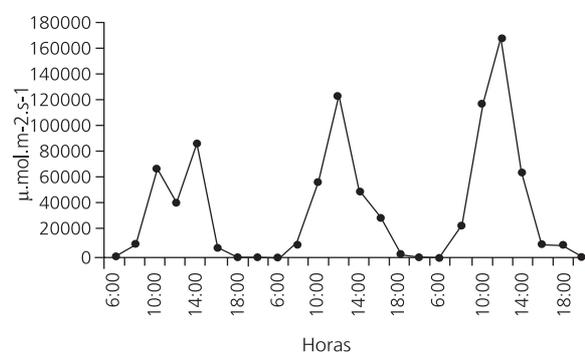


Figura 2. Valores de luminosidade ($\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$) incidente na zona eufótica medidos durante o período diurno (3 dias consecutivos) em viveiro de piscicultura, Pindamonhangaba, SP, de 2 a 4 de março de 2006.

Tabela 2. Variáveis físicas, químicas e biológicas em viveiro de piscicultura, Pindamonhangaba, São Paulo: levantamento diurno, valores mínimos, médios, máximos e desvio-padrão. Pindamonhangaba, SP, de 2 a 4 de março de 2006.

Variáveis	Mínimo	Médio	Máximo	Desvio-padrão	n
pH	5,600	6,980	7,900	0,79	24
Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	79,000	91,580	101,000	7,96	24
Turbidez (NTU)	90,000	90,000	90,000	0	24
Oxigênio dissolvido (mg/L)	4,300	8,700	12,400	2,38	24
% de saturação	59,000	121,000	176,000	34,56	24
CO ₂ (mg/L)	0,690	27,660	132,740	36,80	24
Temperatura da água °C	27,000	29,980	31,800	1,26	24
Alcalinidade total (mg/L CaCO ₃)	22,720	26,410	27,260	1,30	24
Sólidos totais em suspensão (mg/L)	50,000	60,000	70,000	0,01	24
Amônia total (mg/L)	0,290	0,370	0,420	0,04	24
Amônia não-ionizada (mg/L NH ₃)	0,000	0,010	0,030	0,01	24
Nitrito ($\mu\text{g}/\text{L}$)	4,900	7,500	9,900	1,56	24
Nitrato ($\mu\text{g}/\text{L}$)	0,110	0,120	0,130	0,01	24
Nitrogênio total (mg/L)	0,420	0,510	0,580	0,05	24
Fósforo solúvel reativo (mg/L)	0,022	0,023	0,025	0,81	24
Fósforo total (mg/L)	0,036	0,037	0,039	0,72	24
Clorofila a (mg/L)	0,003	0,007	0,014	2,92	24
Luz ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	0,000	31 936,490	12 3694,180	38 566,37	24

março), 28,7°C (3 de março) e 29,5°C (4 de março). O valor máximo (de 32,8°C) foi obtido às 14h do terceiro dia.

Com relação ao cultivo de tilápias, as temperaturas estão dentro da faixa ideal (Tabela 3), favorecendo seu crescimento; entretanto, tais valores podem interferir diretamente nas taxas de decomposição da matéria orgânica, no aumento das concentrações de amônia tóxica e no aumento do metabolismo das algas. Em função da atividade fotossintética das algas, que promove a liberação de oxigênio para a coluna da água durante o dia, é possível relacionar os teores de oxigênio dissolvido obtidos neste estudo com o metabolismo das algas. Os teores de oxigênio dissolvido variaram ao longo das horas do dia (Tabela 1, onde $p=0,000$): nas primeiras horas da manhã, foram observados os valores mais baixos (mínimo de 4,3mg/L, às 6h, no primeiro dia de amostragem) e, no período da tarde (entre 14h e 16h), teores acima de 10mg/L foram mensurados (Figura 3). Pelo cálculo da porcentagem de saturação do oxigênio, pode-se evidenciar nitidamente a relação entre a atividade fotossintética das algas e a dinâmica do

oxigênio no sistema estudado. Como apresentado na Figura 3, verifica-se uma elevada atividade

Tabela 3. Parâmetros de qualidade da água baseados nas recomendações do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) 357/2005, de acordo com a classe 2, que classifica águas destinadas à criação natural e/ou intensiva (aqüicultura) de organismos aquáticos ao consumo humano. Valores não contemplados pela resolução estão indicados com numeração que se refere a literatura específica sobre o assunto, modificado de Mercante *et al.* (2006).

Parâmetros	Valor de referência
Transparência da água (m)	0,40-0,60 ⁽¹⁾
Temperatura da água (°C)	28-32 ⁽¹⁾
pH	6,5-8,000
Oxigênio dissolvido (mg/L)	> 5,000
Gás carbônico (mg/L)	≤ 5,00 ⁽⁴⁾
Turbidez (NTU)	≤100,000
Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	23-71 ⁽²⁾
Alcalinidade total (mg /L CaCO ₃)	> 20,00 ⁽²⁾
Fósforo total (mg/L)	≤ 0,030
Nitrogênio amoniacal total (mg/L de N)	≤ 2,00 ⁽³⁾
Íon nitrato (mg/L)	≤ 10,000
Íon nitrito (mg/L)	≤ 1,000
Clorofila a (mg/L)	≤ 0,030

(1) Kubitzka (1999) (para peixes de espécies tropicais); (2) Sipaúba-Tavares (1994); (3) quando $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$; (4) Boyd & Tucker (1998).

fotossintética a partir das 12h, até as 18h, ocorrendo supersaturação do oxigênio de até 180%, indicando intensa liberação deste gás. A supersaturação do oxigênio dissolvido no período entre 10h e 14h, e a subsaturação ao entardecer e amanhecer, evidenciou uma relação direta com os processos biológicos de fotossíntese e respiração.

Segundo Boyd & Tucker (1998), três aspectos importantes do processo fotossintético devem ser levados em conta nas atividades voltadas à aquicultura: primeiramente, a fotossíntese é a fonte de energia primária nesta atividade; segundo, a fonte de matéria orgânica é que servirá de alimento na aquicultura; e terceiro, grandes concentrações de oxigênio dissolvido advêm da fotossíntese. As fontes importantes de gás carbônico nos sistemas aquaculturais advêm da respiração das algas, das macrófitas, dos peixes, do zooplâncton e dos processos microbiológicos de decomposição da matéria orgânica. Ao longo do cultivo, a respiração pode exceder a atividade fotossintética (importante mecanismo de remoção de CO_2), aumentando consideravelmente a concentração desse gás no sistema, que pode ultrapassar facilmente os valores de 25mg/L. As concentrações de CO_2 obtidas no viveiro variaram entre 0,70mg/L (14h e 16h do 2º dia) e 132,74mg/L (6h e 8h do 1º dia). Os valores mais elevados foram verificados nas primeiras horas do dia (Figura 4 e Tabela 1, onde $p=0,013$).

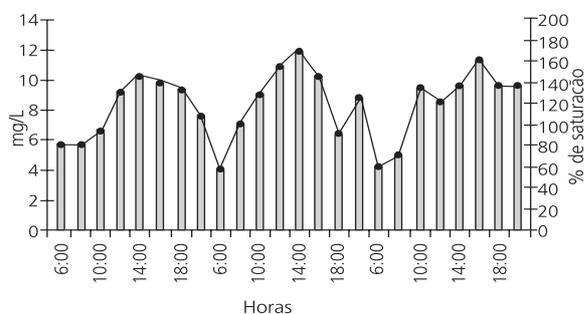


Figura 3. Teor de oxigênio dissolvido (mg/L) e porcentagem de saturação, quantificados durante o período diurno (3 dias consecutivos) em viveiro de piscicultura. Pindamonhangaba, SP, de 2 a 4 de março de 2006.

De acordo com Kubitzka (1999), os níveis de CO_2 devem ser monitorados semanalmente nos tanques e viveiros intensamente arraçoados, e sempre que houver prevalência de baixos teores de oxigênio. Os níveis de CO_2 são normalmente monitorados ao amanhecer, horário em que sua concentração é mais alta. A saturação de CO_2 na água gira em torno de 0,2 a 4mg/L. Quando a concentração de oxigênio é adequada, os peixes podem tolerar níveis de CO_2 acima de 10mg/L; valores comumente observados ao amanhecer, em viveiros de alta produção. Concentrações de CO_2 acima de 25mg/L, aliadas a uma baixa concentração de oxigênio dissolvido, podem afetar sensivelmente o desempenho produtivo, e até mesmo causar asfixia nos peixes.

O enriquecimento com nutrientes, principalmente o nitrogênio e o fósforo, em tanques de piscicultura é bastante comum, devido principalmente à entrada de compostos advindos do arraçoamento, de adubos e fertilizantes que contêm tais elementos. Entretanto, o uso inadequado desses nutrientes, associado a uma série de outros fatores bióticos e abióticos, pode ocasionar prejuízos tanto ambientais quanto financeiros. Boyd (1990) menciona que o alimento não consumido e as fezes dos organismos cultivados contribuem diretamente para a poluição do meio aquático sob a forma de matéria orgânica; já os nutrientes provenientes da decomposição esti-

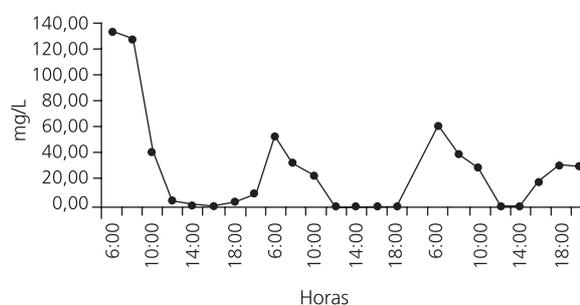


Figura 4. Teor de gás carbônico livre (mg/L) quantificado durante o período diurno (3 dias consecutivos) em viveiro de piscicultura. Pindamonhangaba, SP, de 2 a 4 de março de 2006.

mulam a produção adicional de matéria orgânica sob a forma de fitoplâncton.

Em lagos tropicais, devido à alta temperatura, o metabolismo dos organismos aumenta consideravelmente, fazendo com que o ortofosfato (PO_4^{3-}) seja assimilado mais rapidamente e incorporado em sua biomassa. Nota-se, pela Tabela 1, que este elemento variou significativamente com as horas do dia ($p=0,022$). Ao longo dos três dias consecutivos de estudo, as concentrações de fósforo solúvel reativo ou ortofosfato (PO_4^{3-}), que é o elemento biologicamente assimilável, mantiveram-se constantemente acima de 0,020mg/L de P, ou seja, não ocorreu limitação deste nutriente para as algas presentes no viveiro. Tais resultados foram semelhantes aos obtidos em estudo realizado por Mercante *et al.* (2004), em pesque-pague, no qual os ambientes foram caracterizados como eutróficos a hipereutróficos, indicando degradação da qualidade da água desses locais. Ainda, Mainardes & Mercante (2003) obtiveram, em viveiro com floração de euglenas, valores de fósforo solúvel reativo entre 0,03 e 0,10mg/L, evidenciando elevados teores de matéria orgânica no sistema.

Segundo Wetzel (1993), a capacidade de assimilação excessiva de fósforo pelas algas pode manter o desenvolvimento dessa comunidade, mesmo quando a concentração externa é muito baixa ou já se esgotou. As elevadas concentrações de fósforo total verificadas neste estudo (Tabela 2) corroboram o fato de o viveiro apresentar elevados teores de matéria orgânica e inorgânica. De acordo com a Tabela 3, as concentrações observadas ultrapassaram os limites superiores aceitáveis (de até 0,030mg/L), sendo que a média de fósforo total no viveiro foi de 0,036mg/L, com valor máximo de 0,039mg/L. Em estudo realizado em pesque-pague da região metropolitana de São Paulo, Mercante *et al.* (2004) obtiveram valores acima de 0,025mg/L de fósforo total, caracterizando locais ricos em nutrientes e com qualidade da água não adequada. Nitidamente, as concentrações de nutrientes não foram limitantes para o desenvolvimento e manutenção da comunidade fitoplanctônica, o que pode ser corroborado

pelos elevados valores de biomassa algal, conforme apresentado na Tabela 2. A concentração de clorofila *a* variou de 0,003mg/L (valor mínimo) a 0,014mg/L (valor máximo), sendo que a Tabela 1 evidencia que a concentração desta variável variou significativamente com as horas do dia ($p=0,004$). Conforme a Tabela 3, concentrações aceitáveis de clorofila *a* devem ser iguais ou inferiores a 0,030mg/L, pois valores acima deste podem levar à mortalidade de peixes devido à prevalência, no período noturno, dos processos de respiração das algas e dos peixes, gerando *deficit* de oxigênio.

Com relação às formas nitrogenadas, verificou-se que as concentrações máximas obtidas de amônia total (0,42mg/L), nitrato (0,13mg/L), nitrito (0,01mg/L) e nitrogênio total (0,58mg/L) mantiveram-se dentro dos limites aceitáveis para o cultivo (Tabela 3). O cálculo para obtenção da amônia não-ionizada resultou em valores entre 0,0002mg/L e 0,03mg/L, também dentro dos limites aceitáveis (Tabela 1, onde $p=0,028$). De acordo com Kubitzka (1999), concentrações de amônia não-ionizada acima de 0,02mg/L são suficientes para induzir uma toxidez crônica, levando a uma diminuição do crescimento e da tolerância dos peixes a doenças.

Pode-se sugerir como proposta de manejo hídrico, visando à melhoria da qualidade da água do viveiro, a aplicação de calcário agrícola, com a finalidade de melhorar o poder tampão da água e reduzir as oscilações diárias do pH verificadas neste estudo. Com relação à transparência da água, o valor obtido de 0,35cm não indica necessidade de renovação da mesma; entretanto, caso ocorram medidas inferiores a esta, deve-se descartar a água do fundo do viveiro e da superfície para uma rápida remoção das algas. O uso de aeradores é indicado ao entardecer, evitando *deficit* de oxigênio no período noturno. Para minimizar problemas provenientes da excessiva concentração de CO_2 na água, pode-se reduzir a taxa de alimentação, procurar manter um adequado sistema tampão e acionar os aeradores, como estratégia eficaz na difusão do excesso de CO_2 da água para a atmosfera. Como medida mitigadora

dos impactos ambientais gerados pelo viveiro, sugere-se a implantação de um sistema de tratamento do efluente em função dos elevados teores de matéria orgânica lançados ao corpo receptor.

CONCLUSÃO

As oscilações de pH relacionaram-se diretamente à remoção do gás carbônico e ao seu acúmulo ao entardecer. Embora a alcalinidade total tenha se mantido dentro do limite mínimo aceitável (20mg/L), este valor pode ser considerado baixo para a manutenção do efeito tampão, que aumenta com o aumento da alcalinidade. A supersaturação do oxigênio dissolvido no período entre 10h e 14h, e a subsaturação ao entardecer e amanhecer, evidenciaram uma relação direta com os processos biológicos de fotossíntese e respiração. Os valores de pH constantemente abaixo de 8,0 evitaram a formação de amônia tóxica em níveis críticos, muito embora, durante o dia, tenham sido medidas concentrações de até 10 vezes o mínimo obtido. O principal aporte de fósforo e nitrogênio no sistema adviu do arraçoamento. Estes elementos promoveram o aumento das algas que, conseqüentemente, condicionaram os processos de fotossíntese e respiração, direcionando a dinâmica e metabolismo do sistema.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto de Pesca e ao Núcleo de Aqüicultura de Pindamonhangaba, pelo apoio logístico.

REFERÊNCIAS

- American Public Health Association. (1979). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Washington (DC): United Book Press.
- Arana, L.V. (2004). *Fundamentos de aqüicultura*. Florianópolis: Editora Universidade Federal de Santa Catarina.
- Boyd, C. (1990). *Water quality in ponds for aquaculture*. Alabama: Birmingham Publishing.
- Boyd, C. (1992). *Water quality management for ponds fish culture*. Developments in aquaculture and fisheries science. Alabama: Elsevier.
- Boyd, C. E. & Tucker, C.S. (1998). *Pond aquaculture water quality management*. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers.
- Cole, G. (1979). *A Textbook of limnology*. St. Louis: C.V. Mosby.
- Eler, M.N.; Ceccarelli, P.S.; Bufon, A.G.M. & Espíndola, E.L.G. (2001). Mortandade de peixes (matrinã, Brycon cephalus, e pacu, *Piaractus mesopotamicus*) associada a uma floração de cianobactérias em pesque-pague, município de Descalvado, Estado de São Paulo, Brasil. *Boletim Técnico do CEPTA*, 14(único):35-45.
- Esteves, K.E. & Ishikawa, C.M. (2006). Características gerais e práticas de manejo em pesqueiros da região metropolitana de São Paulo. In: Esteves, E.K. & Sant'Anna, C.L. (Orgs.). *Pesqueiros sob uma visão integrada de meio ambiente, saúde pública e manejo: um estudo na região metropolitana*. São Carlos: Rima. p.1-17.
- Giné, H.; Bergamin, H.; Zagatto, E.A.G. & Reis, B.F. 1980. Simultaneous determination of nitrate and nitrite by flow injection analysis. *Analytical Chemistry Acta*, 114(único): 191-97.
- Golterman, H.L. & Clymo, R.S. 1971. *Methods for chemical analysis of freshwater*. 2nd ed. Oxford: Blackwell Scientifications.
- Honda, Y.R.; Mercante, C.T.J.; Vieira, J.M.S.; Esteves, K.E.; Cabianca, M.A.A. & Azevedo, M.T.P. (2006). Cianotoxinas em pesqueiros da região metropolitana de São Paulo. In: Esteves, E.K. & Sant'Anna, C.L. (Org.). *Pesqueiros sob uma visão integrada de meio ambiente, saúde pública e manejo: um estudo na região metropolitana*. São Carlos: Rima. p.105-20.
- Kubitza, F. (1999). *Qualidade da água na produção de peixes*. Jundiaí: CIP-USP Editora.
- Kubitza, F. (2003). *Qualidade da água no cultivo de camarões e peixes*. Jundiaí: CIP-USP Editora.
- Mainardes-Pinto, C.S.R. & Mercante, C.T.J. (2003). Avaliação de variáveis limnológicas e suas relações com uma floração de Euglenaceae pigmentada em viveiro povoado com Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus), São Paulo, Brasil. *Acta Scientiarum, Biological Sciences*, 25(2):323-28.
- Marker, A.F.H., Nusch H., Rai, H. & Riemann, B. (1980). The measurement of photosynthetic pigments in freshwaters and standartization of methods: conclusion and recomendations. *Archiv für Hydrobiologia*, 14(único): 91-106.
- Mercante, C.T.J.; Silva, D.; Costa, S.V., Cabianca, M.A. & Esteves, K.E. (2004). Water quality in fee-fishing ponds located in the São Paulo metropolitan region, Brazil: analysis of the eutrophication process. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 16(1):95-102.
- Mercante, C.T.J.; Silva, D. & Costa, S.V. (2006). Avaliação da qualidade da água de pesqueiros da região metro-

politana de São Paulo por meio do uso de variáveis abióticas e da clorofila a. *In: Esteves, E.K. & Sant'Anna, C.L. (Org.). Pesqueiros sob uma visão integrada de meio ambiente, saúde pública e manejo: um estudo na região metropolitana.* São Carlos: Rima. p.37-48.

Morita, M.; Matté, G.R.; Dropa, M.; Azevedo, V.M. & Matté, M.H. (2006). Ocorrência de bactérias do gênero *Aeromonas* em pesqueiros e aspectos da doença para o homem e peixes. *In: Esteves, E.K. & Sant'Anna, C.L. (Orgs.). Pesqueiros sob uma visão integrada de meio ambiente, saúde pública e manejo: um estudo na região metropolitana.* São Carlos: Rima. p.77-90.

Oliveira, D.B.S.; Sipaúba-Tavares, L.H. & Durigan, J.G. (1992). Estudo limnológico em tanques de piscicultura. Parte II: variação semanal de fatores físicos, químicos e biológicos. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 4(único): 123-37.

Pereira, L. & Mercante, C.T.J. (2005). A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água. *Boletim do Instituto de Pesca*, 31(1):81-8.

Sá-Junior, W.P. & Sipaúba-Tavares, L.H. (1997). Produtividade primária fitoplanctônica e variação de parâmetros limnológicos ao longo do dia, em tanques de cultivo planctônico da estação de hidrobiologia e piscicultura de Furnas. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 9(único): 83-91.

Sartory, D.P. & Grobbelaar, J.U. (1984). Extraction of chlorophyll a from freshwater phytoplankton for spectrophotometric analysis. *Hydrobiologia*, 114:177-87.

Sipaúba-Tavares, L.H. (1994). *Limnologia aplicada à aquicultura.* São Paulo: FUNEP Editora.

Valderrana, J.C. (1981). The simultaneous analysis of nitrogen and phosphorus total in natural waters. *Marine Chemistry*, 10(único):109-122.

Wetzel, R.G. (1993). *Limnologia.* Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian Editora.

Recebido em: 29/6/2007

Aprovado em: 24/8/2007



ARTIGO | ARTICLE

Metazoários parasitas de *Astyanax altiparanae* (Pisces: Characidae) na Fazenda Rio das Pedras, Campinas, SP, Brasil

Metazoans parasites of Astyanax altiparanae (Pisces: Characidae)
at Rio das Pedras Farm, Campinas, SP, Brazil

Gabriela Brandão Azevedo^{1,2}

Rubens Riscala Madi²

Marlene Tiduko Ueta²

RESUMO

Neste trabalho, foi caracterizada a fauna helmintológica de *Astyanax altiparanae* presentes em lagos e tanques da Fazenda Rio das Pedras, Campinas (SP), comparando-se a influência dos diferentes corpos d'água, do sexo e do estágio de maturidade sexual dos peixes no parasitismo. As coletas foram realizadas mensalmente, durante o período de maio de 2004 a maio de 2005. Os helmintos parasitos encontrados foram fixados, identificados, e foi determinada a prevalência (P), a intensidade de infecção (I) e a abundância (A). Nos peixes coletados (n=67), encontrou-se *Urocleidoides astyanacis* (Monogenea) nas brânquias (P=91%; I=9,21; A=8,39), metacercária de Clinostomidae (Trematoda) na superfície corporal (P=85%; I=11,62; A=9,89), metacestódeos de Proteocephalidea (Cestoda) na cavidade geral (P=71% I=479,3 A=195,6), adultos de *Senga* sp. (Cestoda) nos cecos pilóricos (P=4%; I=3,33; A=0,13), larvas de *Contraecum* sp. (P=4%; I=1; A=0,04), *Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus* (Nematoda) no intestino e cecos pilóricos (P= 19%;I=1,23; A=0,24). Todos os indivíduos apresentaram-se parasitados por, pelo menos, uma espécie de parasito. As larvas de Proteocephalidea e *P. inopinatus* foram encontradas apenas nos lagos, que apresentaram também maior intensidade de monogêneas e metacercárias, enquanto *Senga* sp. foi encontrado somente nos tanques. O sexo e o estágio de maturidade não influenciaram no parasitismo.

Palavras-chave: Metazoários parasitas. *Astyanax altiparanae*. Índices epidemiológicos.

¹ Bolsista PIBIC/CNPq.PRP, Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Departamento de Parasitologia. Campinas, SP, Brasil.

² Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Departamento de Parasitologia. Cidade Universitária Zeferino Vaz, s/n., Caixa Postal 6109, Campinas, SP, Brasil, 13083-970. Correspondência para/Correspondence to: R.R. MADI. E-mail: <rmadi@unicamp.br>.

ABSTRACT

In the present study, the helminthological fauna Astyanax altiparanae inhabiting lakes and ponds at Rio das Pedras farm in the municipality of Campinas (São Paulo state) were characterized, by comparing the influence on parasitism of the different expanses of water, sex and stage of sexual maturity of the fish. The collections were conducted each month from May 2004 to May 2005. The helminth parasites found were fixed, identified and had their prevalence (P), infection intensity (I) and abundance (A) determined. In the collected fish (n=67), we have found Urocleidoides astyanacis (Monogenea) in the gills (P=91%; I=9.21; A=8.39), metacercariae of Clinostomidae (Trematoda) on the body surface (P=85%; I=11.62; A=9.89), metacestodes of Proteocephalidea (Cestoda) in the body cavity (P=71% I=479.3 A=195.6), adults of Senga sp. (Cestoda) in the pyloric ceca (P=4%; I=3.33; A=0.13), larvae of Contracaecum sp. (P=4%; I=1; A=0.04), Procammallanus (Spirocamallanus) inopinatus (Nematoda) in the intestine and pyloric ceca (P=19%; I=1.23; A=0.24). All the fish specimens harbored at least one parasite species. The larvae of Proteocephalidea and P. inopinatus were found only in the lakes, which also presented a higher intensity of Monogenea and metacercariae, while Senga sp. was found only in the ponds. The sex and the stage of sexual maturity did not influence parasitism.

Key words: Parasite metazoans. *Astyanax altiparanae*. Epidemiological indices.

INTRODUÇÃO

As espécies do gênero *Astyanax* Baird e Girard, 1854 (lambaris) estão entre os mais importantes componentes da cadeia alimentar, atuando principalmente como alimento para peixes carnívoros de maior porte. *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000, também conhecido como “lambari-de-rabo-amarelo”, é encontrado, principalmente, na bacia do rio Paraná, sendo uma espécie restrita ao sudeste do Brasil. Foi identificada erroneamente, por muito tempo, como *A. bimaculatus*, Linnaeus, 1758, presente na região amazônica (Garutti & Britski, 2000).

Os lambaris são relativamente pequenos (10 a 12cm, quando adultos), e vivem em cardumes. Apresentam valor comercial e são apreciados como alimento e na pesca esportiva, sendo potencialmente úteis à piscicultura intensiva (Andrade et al., 1985). São onívoros, alimentando-se principalmente de larvas de insetos aquáticos. Vivem na região bentopelágica dos rios e apresentam período reprodutivo longo e anual, sendo a desova do tipo parcelada (Barbieri & Marins, 1995; Esteves, 1996; Froese & Pauly, 2007).

Trabalhos de diferentes autores caracterizam a fauna helmintológica de *A. altiparanae* ainda com

a nomenclatura de *A. bimaculatus* (Vicente et al., 1985; Kohn et al., 1990; Kohn, 1997; Moravec, 1998; Rego et al., 1999; Vicente & Pinto, 1999; Lunaschi, 2001). O presente trabalho propõe a caracterização da fauna helmintológica de *A. altiparanae* em diferentes tipos de corpos de água, em uma mesma área, e analisar as possíveis interações bióticas e abióticas que podem influenciar os índices epidemiológicos das populações parasitas encontrados.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletados mensalmente, com linha e anzol, espécimes de *A. altiparanae*, entre maio de 2004 e abril de 2005, provenientes de dois lagos e dois tanques localizados na Fazenda Rio das Pedras, em Campinas, São Paulo (22° 48' 41" S, 47° 05' 22" W). Os lagos L1 e L2 possuem comunicação entre si e recebem água de dois córregos, sendo um proveniente de áreas urbanas e receptor de esgoto dos bairros vizinhos, e outro com nascente na própria fazenda. Os tanques T1 e T2 também possuem comunicação entre si e deságuam no Lago 1, e recebem água de um terceiro córrego, proveniente também de áreas urbanas (Figura 1).

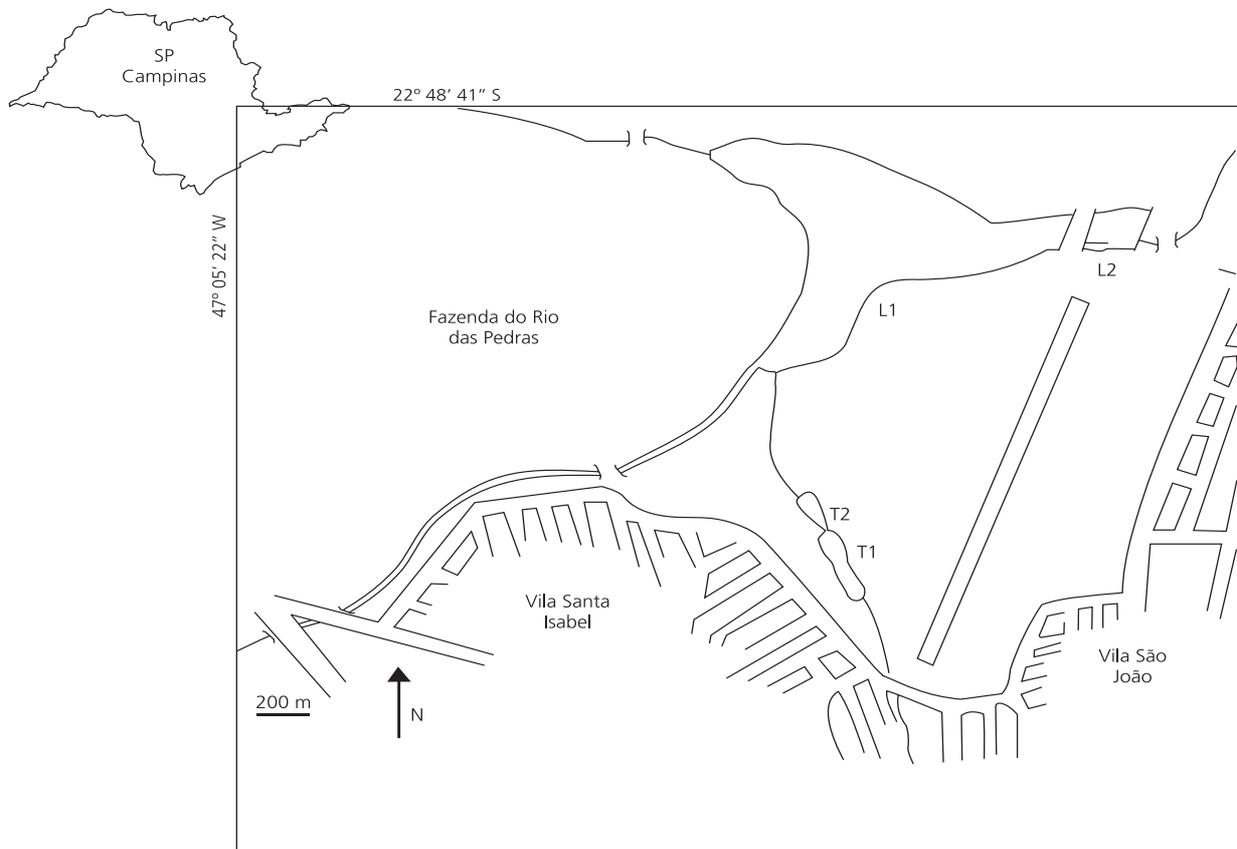


Figura 1. Lagos (L1 e L2) e tanques (T1 e T2) da fazenda Rio das Pedras, Campinas, SP.

O Lago 1 é eutrófico e possui 236 250m² de área e 3 263m de perímetro, com uma profundidade média de 3,0m. Este lago é margeado por vegetação nativa ao norte e por pinheiros e eucaliptos nas margens sul e oeste, além de apresentar uma grande quantidade de macrófitas flutuantes (principalmente *Pistia* sp. e *Nymphaea ampla*). O aporte principal vem do córrego ao sul, que deságua no lago em meio a macrófitas emersas (*Typha* sp.). O Lago 2 possui 15 465m² de área, 527,2m de perímetro, com uma profundidade média de 4,0m. As margens leste e oeste apresentam uma vegetação rasteira, e as margens norte e sul, algumas árvores. Este lago é suprido pelas águas originárias do Lago 1, sendo também eutrófico. Apresenta grande quantidade de macrófitas flutuantes livres, muitas das quais provenientes do Lago 1.

A fazenda possui dois tanques hipereutrofizados, sendo que o Tanque 1 possui uma área de

7 599,3m² e um perímetro de 488,3m, e o Tanque 2, uma área de 2 757,2m² e um perímetro de 254,3m. Ambos os tanques estão ligados por um canal. Estes tanques possuem vegetação semelhante, com predominância de macrófitas aquáticas emersas, como *Erythrina speciosa* e *Typha* sp., e macrófitas aquáticas submersas livres, como *Egeria* sp.. Nas regiões secas das margens, predominam gramíneas e raros arbustos.

Durante as coletas, foram analisados temperatura, pH, totais de sólidos dissolvidos (TDS) e condutibilidade da água, utilizando-se o equipamento multisensor Corning Check Mate 90. Os exemplares de peixes coletados foram levados a laboratório, onde foram pesados e medidos (comprimento total). O sexo e o estágio de maturidade sexual foram determinados por necropsia, segundo descrição e classificação elaborada por Vazzoler (1996).

Para a pesquisa da comunidade parasitária, foram examinados a superfície externa, brânquias, cavidade abdominal, intestino, estômago, fígado, vesícula biliar, bexiga natatória, musculatura interna e coração.

Para identificação dos trematódeos, foram usadas as chaves de identificação de Travassos *et al.* (1969) e Thatcher (1993). Para os cestódeos, as chaves de Schmidt (1986), Khalil *et al.* (1994), Rego (1997) e Rego *et al.* (1999) e, para os nematódeos, as chaves de Vicente *et al.* (1985), Moravec (1998) e Vicente & Pinto (1999). Os monogêneos foram identificados com auxílio de Gioia *et al.* (1988) e Thatcher (1991).

Os cálculos de prevalência, intensidade de infecção e abundância são adaptações a partir das definições apresentadas por Bush *et al.* (1997). Para a análise estatística da comparação da variação da prevalência e intensidade de infecção entre os locais de coleta, sexo e estágio de maturidade sexual, foi usado o teste de comparação múltipla de Duncan (Zar, 1996) e, para a análise da relação entre prevalência e intensidade de infecção, sexo, peso, comprimento e parâmetros ambientais, foi usado o teste de correlação de Pearson (Sokal & Rohlf, 1981). Os dados de intensidade foram logaritmizados para as análises e todos os testes foram realizados com intervalo de confiança igual a 5%.

RESULTADOS

Foram examinados 67 peixes provindos dos lagos (n=49) e tanques (n=18), sendo 33 fêmeas, 31 machos e três indeterminados. Dentre as fêmeas, 60,6% encontravam-se maduras sexualmente, 36,3% em maturação e 3,1% imaturas; entre os machos, 41,9% encontravam-se maduros sexualmente, 48,3% em maturação, e 9,8% imaturos. O peso dos peixes variou entre 1,56g e 24,78g (Média= 7,70g, desvio-padrão de 4,23) e o comprimento entre 4,6cm e 10,8cm (Média= 7,60cm, desvio-padrão de 1,22).

Todos os peixes estavam parasitados por, pelo menos, um tipo de parasita; 47,6% portavam três

tipos e 38,1% quatro tipos. Foram encontrados trematódeo (metacercária), monogênea, cestódeo (larva e adulto) e nematódeo (larva e adulto).

O monogênea encontrado foi *Urocleidoides astyanacis* (Gioia *et al.*, 1988) (Polyonchoinea: Dactylogyridae), que estava parasitando as brânquias dos peixes. Os trematódeos pertencentes à família Clinostomatidae Luehe, 1901, apareceram sempre na forma larval, estando presentes na superfície externa, aderidos à epiderme. Dentre os cestódeos, foram encontradas larvas pertencentes à ordem Proteocephalidea na cavidade geral dos peixes, e adultos do gênero *Senga* sp. Dolfus, 1934 (Pseudophyllidea: Ptychobothriidae), colhidos dos cecos pilóricos. Foram observadas também larvas do nematódeo *Contraecaecum* sp. Railliet e Henry, 1912 (Ascaridoidea: Anisakidae), na cavidade abdominal, e adultos de *Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus* Travassos, Artigas e Pereira, 1928 (Camallanoidea: Camallanidae), no intestino dos peixes.

Adultos de *Senga* sp. foram encontrados parasitando somente os peixes coletados nos tanques e, tanto adultos de *P. (S.) inopinatus*, como larvas de Proteocephalidea, foram encontrados parasitando apenas peixes dos lagos. Os valores de prevalência, intensidade média e abundância dos parasitas coletados encontram-se na Tabela 1.

Os resultados dos testes estatísticos demonstram haver, para os peixes coletados nos lagos, correlação entre a intensidade de infecção de *U. astyanacis* e o comprimento do peixe ($r=0,41017$; $P=0,0046$), bem como TDS ($r=0,60798$; $P<0,0001$) e condutibilidade ($r=0,63352$; $P<0,0001$). Também apresentaram correlação significativa a intensidade de infecção de Clinostomatidae e o peso ($r=0,39872$; $P=0,0073$) e comprimento ($r=0,41149$; $P=0,0055$) dos peixes. Para peixes coletados no tanque, foi encontrada correlação positiva entre a intensidade de infecção de *U. astyanacis* e o peso ($r=0,61537$; $P=0,019$) e comprimento ($r=0,64345$; $P=0,0130$), e entre a prevalência de Clinostomatidae e o peso ($r=0,60636$; $P=0,0128$) e comprimento ($r=0,59956$; $P=0,0141$) dos peixes.

Tabela 1. Valores de prevalência (P); intensidade de infecção (I) e abundância (A) dos metazoários parasitas encontrados em *Astyanax altiparanae*, nos lagos e tanques da Fazenda Rio das Pedras, Campinas, SP.

	Lagos			Tanques		
	P (%)	I	A	P	I	A
<i>Urocleidoides astyanacis</i>	95,9	6,8	6,50	88,9	11,9	9,90
Metacestódeos de Proteocephalidea	97,9	479,3	195,60	-	-	-
<i>Senga</i> sp.	-	-	-	27,3	3,0	0,20
Metacercárias de Clinostomidae	89,8	12,7	11,40	55,6	8,4	4,70
Larvas de <i>Contraecum</i> sp.	5,6	1,0	0,04	33,3	1,0	0,05
<i>Procamallanus (S.) inopinatus</i>	16,3	1,4	0,20	-	-	-

Foi encontrada diferença significativa entre a intensidade de infecção de *U. astyanacis* nos meses de coleta ($P=0,001$) e estádios de maturidade sexual ($P=0,0015$), com intensidade de infecção maior nos meses mais chuvosos e estágio maduro dos peixes provenientes dos lagos.

Nos lagos, *Astyanax altiparanae* ocorre juntamente com outras espécies de peixes, incluindo piranhas (*Serrassalmus spilopleura*), traíras (*Hoplias malabaricus*), tucunarés (*Cichla monoculus*), matrinxã (*Brycon amazonicus*), tambaquis (*Colossoma macropomum*), cacharas (*Pseudoplatystoma fasciatus*) e piaus (*Schizodon nasutus*). Nos tanques, ocorrem o tamboatá (*Hoplosternum littorale*), mussum (*Synbranchus marmoratus*), bagres (*Rhamdia* sp.), além de traíras.

Freqüentam ainda todos os corpos d'água diversas aves aquáticas, como garça-branca (*Ardea alba*), socós (*Butoroides striatus*), frangos-d'água (*Gallinula chloropus*), ananais (*Amazonetta brasiliensis*), martins-pescadores (*Ceryle torquata*), biguás (*Phalacrocorax brasilianus*), biguatinga (*Anhinga anhinga*), cafezinho (*Jacana jacana*) e irerês (*Dendrocygna viduata* e *D. bicolor*).

DISCUSSÃO

O monogênea *U. astyanacis* é descrita por Gioia et al. (1988) como parasita de *Astyanax scabripinnis* e *A. fasciatus* na região de Campinas, SP. No entanto, o gênero *Urocleidoides* pode ser encontrado em outros peixes caracídeos. Os valores de intensidade de infecção e abundância mais altos

em tanques podem ser explicados pela maior eutrofização destes. Os resultados mostraram correlação positiva entre intensidade de infecção e totais de sólidos dissolvidos, e também com a condutibilidade, o que comprova que a influência do material dissolvido na água pode provocar estresse no peixe e facilitar a infecção. Mudanças fisiológicas causadas por estresse provocam distúrbios no sistema imunológico dos peixes, podendo irritar ou danificar as brânquias, aumentando, por exemplo, a secreção de muco, e assim facilitar a infecção por parasitas (Skinner, 1982). A correlação positiva de monogêneas com o tamanho (peso e comprimento) do peixe indica que brânquias maiores podem proporcionar maior espaço para a instalação de parasitas.

As metacercárias da família Clinostomatidae são parasitas comuns em peixes, em várias partes do mundo (Dias et al., 2003), e ocasionam a chamada doença dos pontos pretos ou amarelos (Pavanelli et al., 2002). O ciclo dos clinostomatídeos é heteroxeno, tendo moluscos como primeiro hospedeiro intermediário e peixes como segundo hospedeiro intermediário, no qual as metacercárias se desenvolvem, e os hospedeiros definitivos são aves piscívoras (Vianna et al., 2003). A presença de metacercárias na superfície externa do peixe pode ter implicação econômica, pois a presença de pontos amarelos ou pretos torna os peixes pouco atrativos para fins ornamentais em aquários ou consumo humano.

A alta intensidade dessa parasitose pode também levar à morte dos hospedeiros jovens e alevinos em locais de criação de peixes, onde a

transmissão pode ser privilegiada devido à presença de hospedeiros intermediários (peixes) e finais (aves), em grande densidade, em áreas restritas (Eiras, 1994). A maior prevalência, intensidade e abundância de metacercárias nos lagos foi, provavelmente, devida à presença do molusco em maior quantidade nesse local. A qualidade da água pode influenciar a variação da população de moluscos, chegando inclusive a provocar a morte de moluscos adultos (Chubb, 1979). A importante relação entre a idade de peixes e o acúmulo de metacercárias na superfície do corpo foi mostrado por Chubb (1979), em estudos de aquisição e acumulação de parasitas somáticos de "vida-longa". Neste trabalho, não foi estabelecida a idade do peixe, mas a correlação positiva da intensidade de infecção de metacercária com o tamanho do peixe pode ser explicada, em parte, pela superfície maior em peixes mais compridos, ou seja, oferecendo área maior de fixação.

A diferença da intensidade de infecção nos diferentes meses de coleta nos lagos, com maior frequência nos meses chuvosos, pode ser atribuída ao regime de chuvas, pois, com a chuva, os poluentes químicos podem se diluir, facilitando a sobrevivência de fases de vida-livre do parasita e de seus hospedeiros, podendo ainda aumentar o número de moluscos trazidos pelo maior fluxo de água dos tributários alimentadores do lago.

Os cestódeos da ordem Proteocephalidea são encontrados parasitando vários vertebrados que, de alguma forma, estão relacionados com o ambiente dulciaquícola (Rego, 1994, Cañeda-Guzman *et al.*, 2001). O ciclo inclui como hospedeiro intermediário, preferencialmente, os microcrustáceos, como os copépodos (Scholz, 1999). O copépodo infectado, quando ingerido por um peixe, pode propiciar à larva de cestódeo um desenvolvimento até a fase adulta, ou levar ao encapsulamento na cavidade peritoneal do peixe, transformando-se em verme adulto somente no hospedeiro definitivo (Olsen, 1974; Scholz, 1999). Neste último caso, o peixe será o segundo hospedeiro intermediário. Os cestódeos adultos do gênero *Senga* sp. são endoparasitas do intestino de peixes, tendo sido originalmente descritos para

Astyanax scabripinnis em Campinas (SP), por Rego (1997). O ciclo de vida não é elucidado mas, provavelmente, segue o padrão básico dos cestódeos parasitas de animais aquáticos, com um microcrustáceo como hospedeiro intermediário (Mackiewicz, 1988). Os lambaris dos lagos atuaram como hospedeiros intermediários, e os dos tanques, como hospedeiros definitivos.

Em relação à presença das diferentes formas evolutivas dos cestódeos encontrados em *A. altiparanae* na Fazenda Rio das Pedras (formas larvais presentes nos lagos e ausentes nos tanques, e formas adultas presentes nos tanques e ausentes nos lagos) leva a supor que existe uma diferença entre as populações de zooplâncton, que podem atuar como hospedeiros intermediários desses parasitas.

Procamallanus (S.) *inopinatus* é parasita de vários caracídeos, porém, pode ocorrer em outros grupos de peixes de água doce, que servem provavelmente de hospedeiros pós-cíclicos ou paradefinitivos (Moravec, 1998). Nos mesmos lagos, também foram encontrados *Brycon amazonicus* e *Cichla monoculus*, parasitados por esse nematódeo (dados não publicados). O ciclo deste gênero de nematódeo se inicia quando as larvas, liberadas ao meio aquático pela fêmea vivípara, nadam para o fundo e, com movimentos semelhantes a uma mola helicoidal, atraem a atenção dos copépodos, que as ingerem. O peixe adquire o parasitismo pela ingestão do copépodo parasitado (Bashirullah & Ahmed, 1976; Fusco, 1980). A presença deste parasita apenas em peixes coletados nos lagos reforça a hipótese da diferença da comunidade de zooplâncton presente na fazenda Rio das Pedras.

As larvas do nematódeo *Contracaecum* sp. tipo 1 são parasitas de peixes e, quando adultos, são encontrados em aves piscívoras (Moravec, 1998; Torres *et al.*, 2000). No seu ciclo, várias espécies de peixes podem atuar como hospedeiros intermediários e/ou paratênicos, demonstrando ausência de especificidade quanto ao hospedeiro intermediário (Vicente *et al.*, 1985; Moravec, 1998). A prevalência maior nos tanques do que nos lagos pode ser justificada pela maior concentração de aves aquáticas nos

tanques. Aves como as garças e martins-pescadores alternam sua presença entre os corpos d'água, porém, o frango d'água se mantém residente nos tanques, em uma densidade populacional relativamente alta (aproximadamente de 20 a 25 aves em cada tanque) em relação às aves encontradas nos lagos.

Pode-se concluir que, apesar da grande influência antrópica no ambiente e da alta descarga de dejetos orgânicos vindos dos bairros adjacentes, os parasitas presentes em *A. altiparanae* permitem identificá-los como potenciais indicadores faunísticos, dada a diferença entre as espécies e formas evolutivas de helmintos encontrados nos lagos e nos tanques, especificamente as larvas de Proteocephalidea, *Senga* sp. e *P. inopinatus*.

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

Os autores agradecem ao PIBIC/CNPq - PRP pela bolsa concedida, à Adalpra Agrícola e Comercial, administradora da Fazenda Rio das Pedras, e aos técnicos João Batista Alves de Oliveira e Ivo Gonçalves Pereira, pelo auxílio em campo e laboratório.

R E F E R Ê N C I A S

- Andrade, D.R.; Godinho, H.P.; Ribeiro, S.P. & Castro, E.F.T. (1985). Ciclo reprodutivo anual de lambaris (*Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758) em viveiros. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 37(5):435-47.
- Barbieri, G. & Marins, M.A. (1995). Estudo da dinâmica da reprodução de fêmeas de *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758) da Represa do Lobo, Estado de São Paulo (Osteichthyes, Characidae). *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 38(4):1191-7.
- Bashirullah, A.K.M. & Ahmed, B. (1976). Larval development of *Spirocamallanus intestinecolus* (Bashirullah, 1973) Bashirullah, 1974 in copepods. *Rivista di Parassitologia*, 37(2-3):303-11.
- Bush, A.O.; Lafferty, K.D.; Lotz, J.M. & Shostak, A.W. (1997). Parasitology meet ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *The Journal of Parasitology*, 83(4): 575-83.
- Cañeda-Guzman, I.C.; De Chambrier, A. & Scholz, T. (2001). *Thaumasioscolex didelphidis* n. gen., n. sp. (Eucestoda: Proteocephalidae) from the black-eared opossum *Didelphis marsupialis* from Mexico, the first proteocephalidean tapeworm from a mammal. *The Journal of Parasitology*, 87(3):639-46.
- Chubb, J.C. (1979). Seasonal occurrence of helminths in freshwater fishes. Part II. Trematoda. *Advances in Parasitology*, 17(fascículo único):141-313.
- Dias, M.L.G.G.; Eiras, J.C.; Machado, M.H.; Souza, G.T.R. & Pavanelli, G.C. (2003). The attachment of *Clinostomum* sp. (Digenea, Clinostomidae) to the oesophagus of the bird *Ardea cocoi* (Aves, Ardeidae). *Parasite*, 10(2):185-7.
- Eiras, J.C. (1994). *Elementos de ictioparasitologia*. Porto: Fundação Eng. Antônio de Almeida.
- Esteves, K.E. (1996). Feeding ecology of three *Astyanax* species (Characidae, Tetragonopterinae) from a foodplain lake of Mogi-Guaçú River, Paraná River Basin, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 46(1):83-101.
- Froese, R. & Pauly, D. (Ed.). (2007). FishBase. Available from: <www.fishbase.org>. (cited: May 2007).
- Fusco, A.C. (1980). Larval development of *Spirocamallanus cricotus* (Nematoda: Camallanidae). *Proceedings of Helminthological Society of Washington*, 47(1):63-71.
- Garutti, V. & Britski, H.A. (2000). Descrição de uma espécie nova de *Astyanax* (Teleostei: Characidae) da bacia do alto do rio Paraná e considerações sobre as demais espécies do gênero da bacia. *Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia PUCRS, Série Zoologia*, 13(julho):65-88.
- Gioia, I.; Cordeiro, N.S. & Artigas, P.T. (1988). *Urocleidoides astyanacis* n. sp. (Monogenea: Ancyrocephalinae) from freshwater characids of the genus *Astyanax*. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 83(1):13-5.
- Khalil, L.F.; Jones, A. & Bray, R.A. (Org.). (1994). *Keys to the cestodes parasites of vertebrates*. Cambridge: CAB International.
- Kohn, A.; Fernandes, B.M.M. & Farias, M.F.D.B. (1997). Redescription of *Prosthenhystera obesa* Diesing, 1850 (Callodistomidae, Digenea) with new host records and data on morphological variability. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 92(2):171-9.
- Konh, A.; Fernandes, B.M.M.; Gibson, D.I. & Fróes, O.M. (1990). On the Brazilian species of halipegine genera (Trematoda: Derogenidae) from fishes, with new morphological data, hosts and synonyms. *Systematic Parasitology*, 16(3):201-11.
- Lunaschi, L.I. (2001). Una especie nueva del género *Bacciger* Nicoll, 1914 (Faustulidae) parásita de peces tetragonoptéridos de Argentina. *Neotropica*, 47(fascículo único):57-9.
- Mackiewicz, J.S. (1988). Cestodes transmission patterns. *The Journal of Parasitology*, 74(1):60-71.
- Moravec, F. (1998). *Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical region*. Praga: Academia.

- Olsen, O.W. (1974). *Animal Parasites*. Baltimore: University Park Press.
- Pavanelli, G.C.; Eiras, J.C. & Takemoto, R.M. (2002). *Doenças de peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento*. 2a. ed. Maringá: Ed. Universidade Estadual de Maringá.
- Rego, A.A. (1994). Order Proteocephalidea Mola, 1928, In: Khalil, L.F., Jones, A. & Bray R.A. (Org.) *Keys to the Cestode Parasites of Vertebrates*. Cambridge: CAB International. p.257-93.
- Rego, A.A. (1997). *Senga* sp., occurrence of a Pseudophyllid Cestode in a Brazilian freshwater fish. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 92(5):607.
- Rego, A.A.; Chubb, J.C. & Pavanelli, G.C. (1999). Cestodes in South American freshwater teleost fishes: keys to genera and a brief description of species. *Revista Brasileira de Zoologia*, 16(2):299-367.
- Schmidt, G.D. (1986) *Handbook of tapeworm identification*. Boca Raton: CRC Press.
- Scholz, T. (1999). Life cycles of species of *Proteocephalus*, parasites of fishes in the Palearctic Region: a review. *Journal of Helminthology*, 73(1):1-19.
- Skinner, R.H. (1982). The interrelation of water quality, gill parasites, and gill pathology of some fishes from South Biscayne Bay, Florida. *Fishery Bulletin*, 80(2): 269-80.
- Sokal, R.R. & Rohlf, J.F. (1981). *Biometry*. New York: W.H. Freeman and Company.
- Thatcher, V.E. (1991). Amazon fishes parasites. *Amazoniana*, 11(3/4):263-72.
- Thatcher, V.E. (1993). *Trematódeos neotropicais*. Manaus: INPA.
- Torres, P.; Valdivieso, J.; Schlatter, R.; Montefusco, A.; Ravenga, J.; Marín, F.; Lamilla, J. & Ramallo, G. (2000). Infection by *Contraecaecum rudolphii* (Nematoda: Anisakidae) in the Neotropical cormorant *Phalacrocorax brasilianus*, and fishes from the estuary of the Valdivia river, Chile. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 35(2):101-8.
- Travassos, L.; Teixeira de Freitas, J.F. & Kohn, A. (1969). Trematódeos do Brasil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 67(fascículo único):1-886.
- Vazzoler, A.E.A.M. (1996). *Biologia da reprodução dos peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá: Ed. Universidade Estadual de Maringá.
- Vianna, R.T.; Pereira Junior, J. & Brandão, D.A. (2003). Ontogenetic variation of metacercariae of *Clinostomum complanatum* (Rudolphi, 1814) (Digenea: Clinostomidae). *Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia PUCRS, Série Zoologia*, 16(2):223-43.
- Vicente, J.J. & Pinto, R.M. (1999). Nematóides do Brasil. Nematóides de peixes. Atualização: 1985-1998. *Revista Brasileira de Zoologia*, 16(3):561-610.
- Vicente, J.J.; Rodrigues, H.O. & Gomes, D.C. (1985). Nematóides do Brasil 1ª parte: Nematóides de peixes. *Atas da Sociedade Biológica do Rio de Janeiro*, 25(1):1-79.
- Zar, J. H. (1996). *Biostatistical analysis*. 3rd ed. New Jersey: Prentice Hall.

Recebido em: 14/8/2007

Versão final reapresentada em:10/9/2007

Aprovado em: 14/9/2007



ARTIGO | ARTICLE

Morphology of the femoral glands of the lizard *Iguana iguana* (Linnaeus, 1758) (reptilia, iguanidae)

Morfologia das glândulas femorais do lagarto Iguana iguana
(Linnaeus, 1758) (reptilia, iguanidae)

Adelina Ferreira¹

ABSTRACT

Femoral glands are specializations of the epidermis existing in certain lizards, and often used in the group's taxonomy and systematic classification. Its aim is to expand knowledge of these glands, especially in terms of their morphology. Adult male *Iguana iguana* individuals were collected in the Pantanal region, Brazil, between November 1998 and July 1999, and the glands analyzed by light microscopy and scanning electron microscopy. The femoral gland of the *I. iguana* consists of three regions: a basal secretory, a secretion channel and pore. It is tubular, ramified and holocrine. They do not seem to present variations in their morphology over the course of the year.

key words: Lizard. *Iguana iguana*. Femoral glands. Morphology. Pantanal region. Brazil.

RESUMO

Glândulas femorais são especializações da epiderme presentes em alguns lagartos, e muito utilizadas para taxonomia e sistemática do grupo. Este trabalho apresenta detalhes complementares sobre essas glândulas, especialmente quanto à sua descrição morfológica. Indivíduos machos adultos de Iguana iguana foram coletados na região do Pantanal, Brasil, no período de novembro de 1998 a julho de 1999. As glândulas foram retiradas e analisadas em microscopia de luz e microscopia eletrônica de varredura. As glândulas femorais de I. iguana são constituídas por três regiões: basal secretora, canal de secreção e poro. São glândulas do tipo tubular ramificada holócrina. Parecem não apresentar variações na sua morfologia durante o ano.

Palavras-chave: Lagarto. *Iguana iguana*. Glândula femoral. Morfologia. Pantanal. Brasil.

¹ Universidade Federal do Mato Grosso, Instituto de Biociências, Departamento de Biologia e Zoologia. Av. Fernando Corrêa, s/n., Caxipó, 78060-900, Cuiabá, MT, Brasil. E-mail: <adelina@cpd.ufmt.br>.

INTRODUCTION

Femoral glands are located in the ventral face of the hind legs of many lizards. They are important in the taxonomy of diverse lizard groups. They originate from invaginations of the epidermis (Maderson *et al.*, 1972) and have been studied under different aspects, including their biochemistry, the influence of their secretions in individual and group behavior, however, their morphological characteristics are little explored (Chiu & Maderson, 1975; Athavale *et al.*, 1977; Van Wyk, 1990; Vinyard, 1992). In male lizards, these glands release, among others substances, pheromones used in territory demarcation and attracting females during the reproductive period (Weldon *et al.*, 1990; Alberts, 1991; Alberts *et al.*, 1992a; Alberts, 1993; Vinyard, 1992; Cooper *et al.*, 1999; Martin & Lopez, 2000).

Cole (1966) characterized some regions of the femoral glands in the *Crotaphytus collaris* lizard. Maderson (1972) described the epidermal glands in *Sphaerodactylus* and *Eublepharine* gekkonid lizards. Chiu & Maderson (1975) had repeated the data previously described for Maderson epidermal glands in two species of gekkonine lizards, with regard to the difference related to testicular activity. Athavale *et al.* (1977) also explored the histo-morphology of femoral glands in the agamid lizard, *Uromastix hardwickii*. However, in all these works not all the details had been shown and only light microscopy was used.

In this work, we contribute with new morphological data concerning the femoral gland of the *Iguana iguana* lizard, presenting details of histology and scanning electronic microscopy.

MATERIAL AND METHODS

Six adult males were collected in the Pantanal (14°22'S - 53°61'W), Brazil, in November 1998 and July 1999. After being anesthetized by inhaling ethyl ether, they had the femoral glands removed. The glands were fixed in 10% formalin and were soaked in paraffin for the purpose of histology, and stained

by Hematoxylin and Eosin and Masson Tricomic. The analysis was done with a light photomicroscope (Olympus, BX60). Some glands were embedded in a 0.5M-3M sucrose solution and cryofractured in liquid nitrogen, were then dehydrated in acetone, critical point dried and sputter-coated with gold. They were observed with a scanning electron microscope (Jeol JSM 5800LV).

RESULTS

Femoral pores are observed in the ventral face of the hind legs of both sexes of lizard *I. iguana* with a number that varies from 18 to 24 in posterior members. In males, these pores are big and clear (Figure 1A), whereas in females they only appear as small dots (Figure 1B). When removed from the skin, the glands are similar to a "mushroom" when close to the scales of the skin. The widened portion of the gland is located internally and is called the basal region. The external surface of this basal region is convex and the opposing face is concave. Starting a concave and continuous phase with the cylindrical duct that opens in the pore of the femoral gland. The basal region is clear and the canals of the cylindrical portion are dark (Figure 1C).

The entire gland is enclosed in a fine capsule, made up of dense connective tissue in the basal region, rich in vessels and nerves, in addition to melanocytes (Figures 1C, 2A, 2B). This capsule emits septa for the interior of the gland, which divide the secretory portion into lobules (Figures 2A, 2C, 3A, 3B). In the lateral pore regions, there is a penetration of greatly keratinized epidermis (Figures 4A, 4B). Squamous stratified epithelium can be observed coating the secretory channel as irregular septa of sustentation in the interior of this basal (Figures 4A, 5A, 5B).

In the basal region, secretory cells are organized in elongated lobes (Figures 2A, 3A, 3B), which are filled by globoid cells with acidophilic cytoplasm and a large, central nucleus (Figures 2B). Initially, small granules are observed in the interior of the cells. These granules increase, occupying the

whole cytoplasm, more easily observed in the transition region of the secretory channel (Figures 3B, 6A, 6B). In the secretory channel, the cells seem to degenerate and the organization of the lobules is lost (Figures 6B, 4A, 5A) and the secretion is fully released into the secretory pore (Figures 7A, 5A,

5B). In the pore region, the secretory cells have a similar appearance to crystals (Figure 7A), and with scanning electron microscopy it was possible to observe that in these cells, there were diverse small vesicles (Figure 7B). Therefore, the gland is ramified, tubular and holocrine.

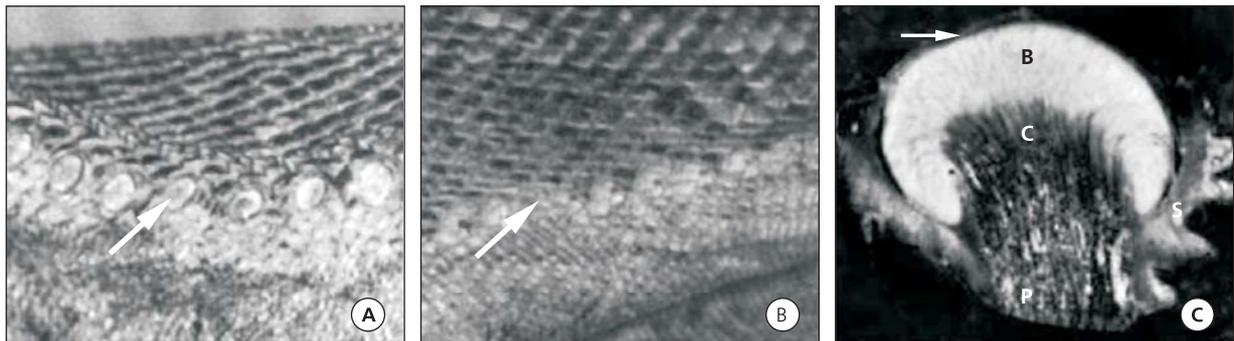


Figure 1. **A.** Macroscopic aspect of the femoral pores (arrow) in the male. Original size. **B.** Macroscopic aspect of the femoral pores (arrow) in the female. To observe that in the male the pores are bigger. Original size. **C.** Longitudinal section. General aspect. The internal and superior region is constituted by: the base (B), involved by a connective tissue envelope (arrow), this region has continuity with the secretory channel (c) and opens for the exterior in a pore (P). All the inferior region of the gland is supported by the skin (S). To observe the ramified and tubular aspect of the gland. X10.

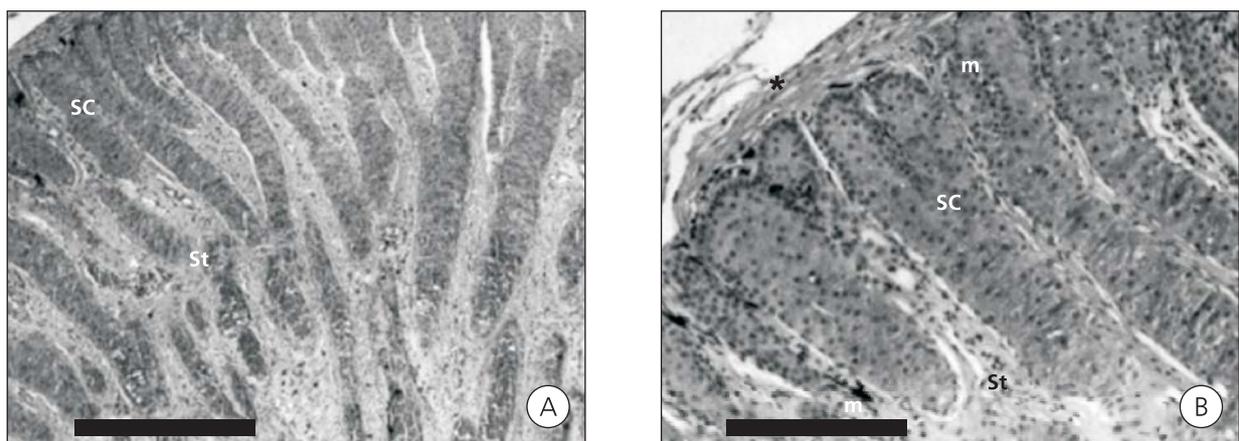


Figure 2. Light microscopy. Longitudinal section of the secretory basal region. **A.** To observe the lobes disposal, where it is possible to distinguish two cellular types: the secretory cells (sc), which are round; and the sustentation cells (st). X30. **B.** Detail of the secretory basal region. To observe the capsule (*) that coats this region. Secretory cells (sc) polyhedral, with central and big nucleus and initially homogeneous cytoplasm. Sustentation cells (st), with flattened nucleus and great amount of cytoplasm that emits prolongations. Melanocytes (M). X100.

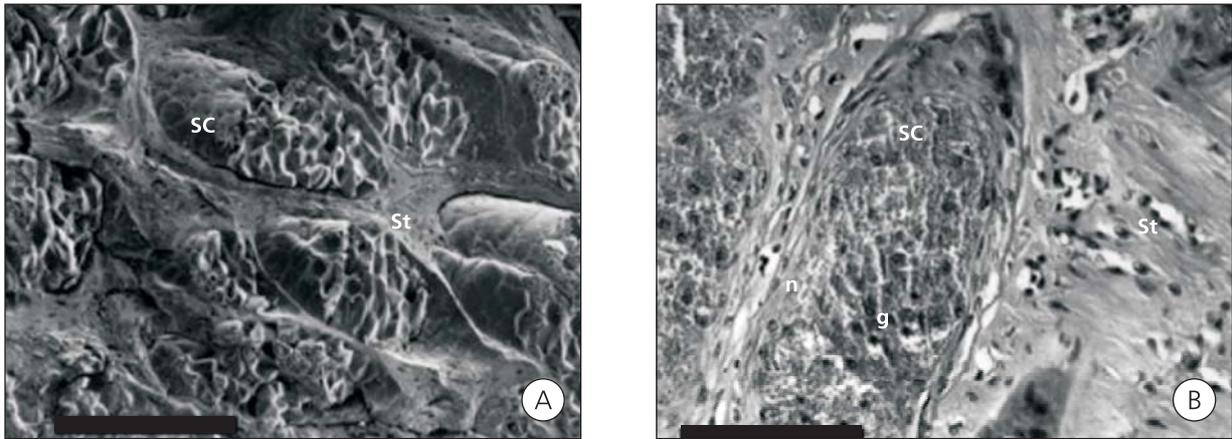


Figure 3. A. Scanning electron microscopy of the secretory basal region. X1000. B. Differentiation region of the secretory cells (sc), where the cytoplasm of secretion granules (g) degenerates the nucleus (n). Sustentation cells (st) more prolonged. X200.

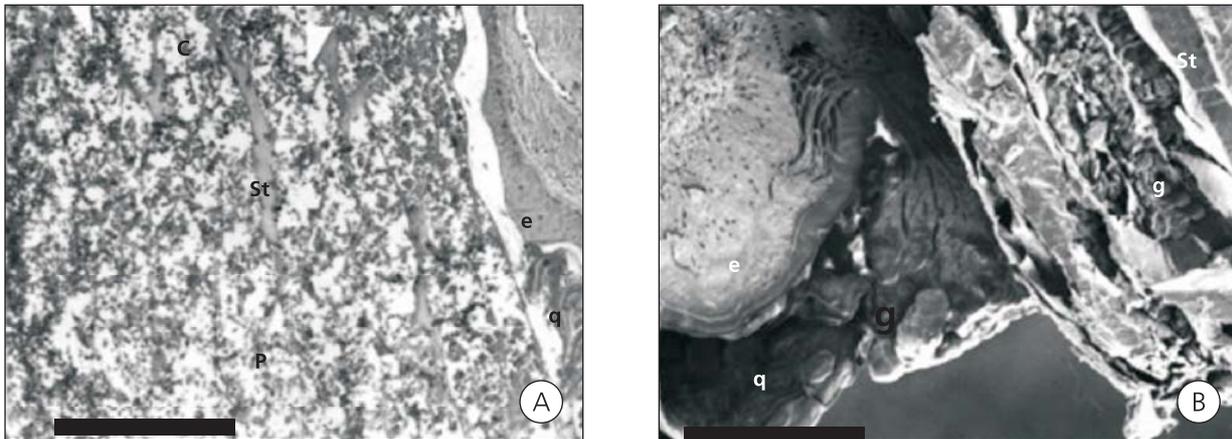


Figure 4. A. Light microscopy. Longitudinal section of the secretory channel (c) and pore (p). To observe that the secretory cells lose their characteristics due to the cytoplasm elimination with the secretion (arrow head). Long prolongations of the sustentation cells (st). Laterally invagination of the epidermis (e) and great amount of keratin (q). X100. B. Scanning electron microscopy. Region of invagination of the skin and opening of the pore. Secretion granules (g), sustentation cells (st), epidermis (e) and skin very keratinized (q). X400.

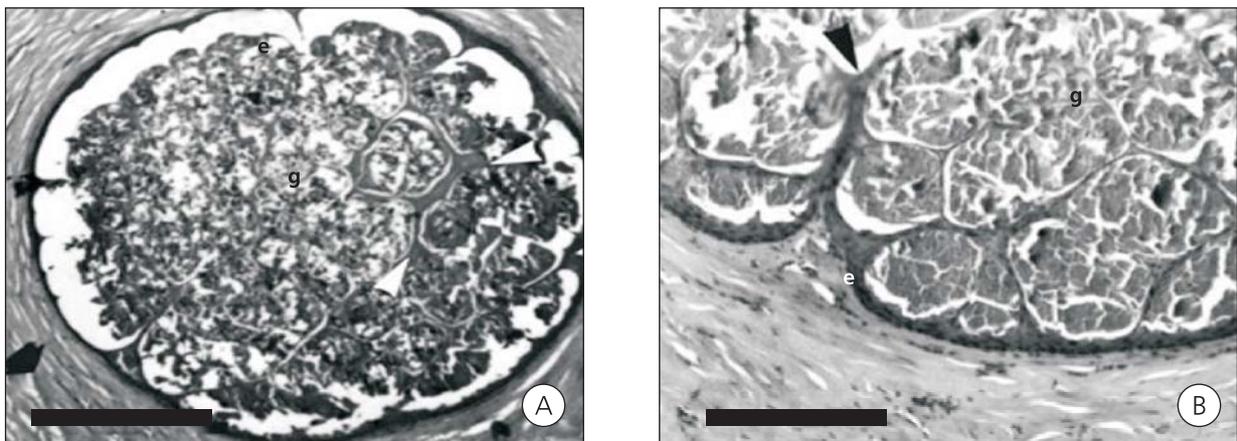


Figure 5. A. Light microscopy. Transversal section of the opening of the pore. Involved by dense connective tissue, rich in collagen fibers (arrow). Envelope that coats the gland (e). Secretion granules (g). Prolongations of the sustentation cells (st). X100. B. Light microscopy. Detail of the capsule, squamous stratified epithelium (e). Secretion granules (g) and the sustentation cells (arrow head). X200.

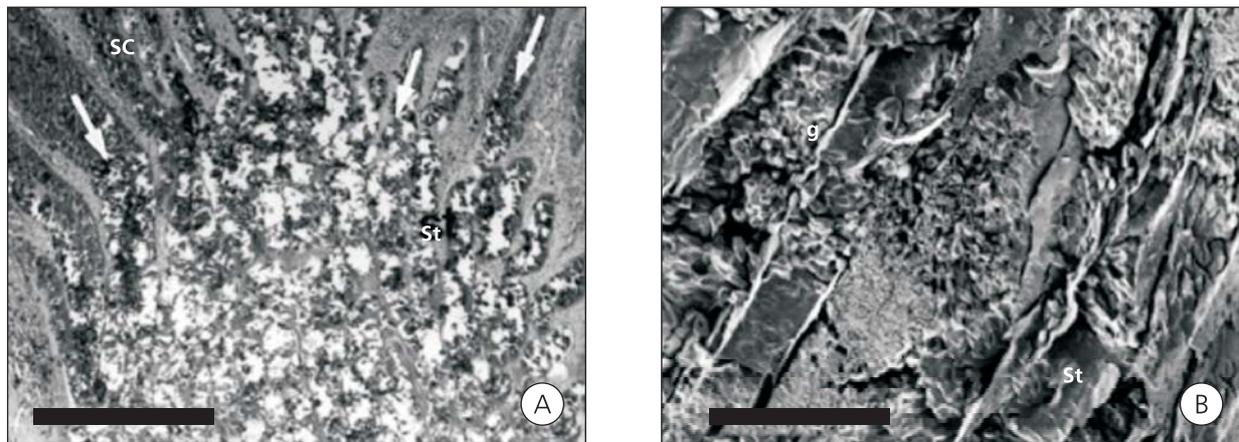


Figure 6. **A.** Light microscopy of the transition region from the secretory basal region to the secretory channel. Secretory cells (sc), where the cytoplasm is eliminated with the secretion (arrows). Supported by the long prolongations of the sustentation cells (st). X100. **B.** Scanning electron microscopy of the secretory channel, with secretion granules (g), and fine cytoplasmic prolongations of the sustentation cells (st). X400.

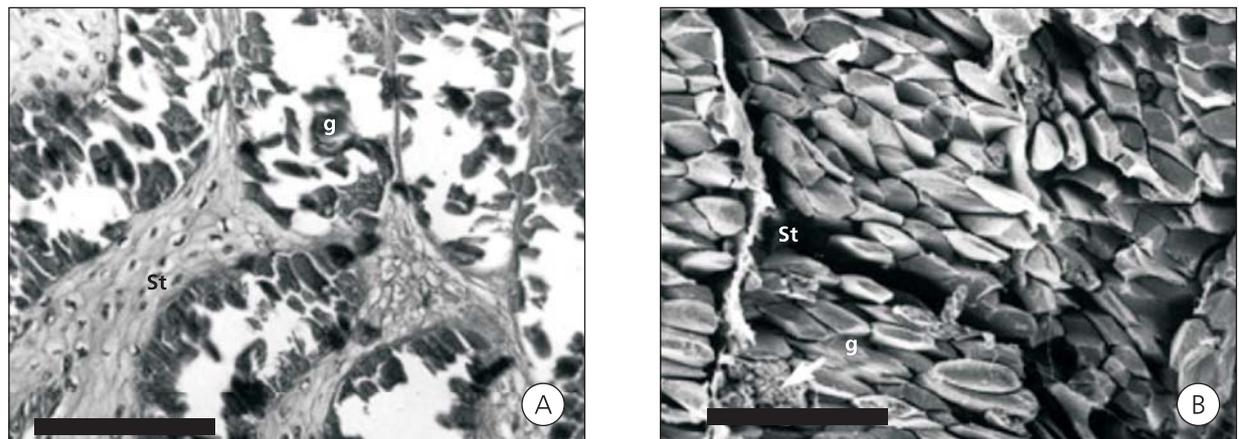


Figure 7. **A.** Light microscopy. Final region of the secretory channel. To observe the secretion in crystal form (g). Sustentation cells (st) with the cytoplasm reduced in comparison to the region of the base. X400. **B.** Scanning electron microscopy of the excretory pore. To observe the fine cytoplasmic prolongations of the sustentation cells (st) and secretion in crystal form with granules (g) in the interior. X1200.

DISCUSSION

Femoral glands are secretory structures located on the ventral surface of the hind legs of many lizards, with the same position in *I. iguana*. Several studies have shown pheromone production in different species, which is often attributed to precloacae and femoral glands (Cooper & Vitt, 1984; Alberts, 1993; Martín & López, 2000). Weldon *et al.*

(1990) had verified through biochemistry studies that there are diverse types of lipids in the secretion of these glands. The green iguanas are thought to deposit femoral gland exudates, possibly to mark territory, by running their thighs against branches as described by other authors. A number of studies indicate that femoral gland activity is modulated by androgenic hormones (Chiu & Maderson, 1975; van Wyk, 1990; Alberts, 1993). The presence of a well-

developed olfactory epithelium and vomeronasal organ indicates that green iguanas probably detect volatile and non-volatile chemicals (Alberts *et al.*, 1992a). These glands are most active during the breeding season and are usually better developed in males than in females. I did not follow the activity of these glands for long periods, but I believe that variations can occur, not the form but the type of secretion. The majority of the lizards territorialize and demarcate their territories, achieved through the release of secretions from the femoral glands (Cooper *et al.*, 1999), which was possible to observe with the behavior of the lizard *I. iguana*, which was always lying on twigs with its thighs in close contact with of the trees.

In most iguanids with femoral pores, including *I. iguana*, each pore is situated in a large scale. It contains a hard secretion plug, consisting of several closely packed rods of secretion (Cole, 1966). In our study, it was observed that glands fill with light in the duct modified through epithelial cells, where crystal-like secretions form. True femoral glands are described as invaginations of the *stratum germinativum* of the epidermis that resemble closely the holocrine sebaceous glands of mammals (Maderson, 1972; Athavale *et al.*, 1977).

Cooger (1978) and Van Wyk (1990) have shown there is a probable relationship between the reproductive cycle and the secretion production by the femoral glands. The male *I. iguana* in the Pantanal region presents a discontinuous reproductive cycle, with maximum peak of spermatogenesis for three months of the year (Ferreira *et al.*, 2002), but do not observe any variation in the morphology of the femoral glands. Alberts *et al.* (1992b) believe that the variation in the secretion production for the femoral glands in *I. iguana* is seasonal and follows the reproductive cycle, and moreover that this variation is perceived in the different types of lipids and hormones present in secretions.

In conclusion according to the details of the femoral glands of *I. iguana* observed, there is a great similarity with the glands of other lizards that had been already morphologically studied. The gland is

branched, holocrine and tubular. The glands of the *I. iguana* had been collected and no variation was observed in the morphology that could be related to the variation in the reproductive cycle.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Mahmoud Mehanna for important suggestions in this paper. The research was supported by the FAPEMAT (file # 0769/2006). The animals were collected with the authorization of the MMA/IBAMA (file # 02014.0077/01-10).

REFERENCES

- Alberts, A.C. (1991). Phylogenetic and Adaptive Variation in Lizard Femoral Gland Secretions. *Copeia*, 1(1):69-79.
- Alberts, A.C.; Pratt, N.C. & Phillips, J.A. (1992a). Seasonal productivity of lizard femoral glands: relationship to social dominance. *Physiology & Behavior*, 51(1):729-33.
- Alberts, A.C.; Sharp, T.R.; Werner, D.I. & Weldon, P.J. (1992b). Seasonal variation of lipids in femoral gland secretions of male green iguanas (*Iguana iguana*). *Journal of Chemical and Ecology*, 18(5):703-12.
- Alberts, A.C. (1993). Chemical and behavioral studies of femoral gland secretions in iguanid lizards. *Brain Behavior and Evolution*, 41(1):255-60.
- Athavale, N.V.; Asnani, M.V.; Pilo, B. & Shani, R.V. (1977). Histo-morphology of the femoral glands in the agamid lizard, *Uromastix hardwickii* (Gray). *Journal of Animal Morphology and Physiology*, 24(1):51-5.
- Chiu, K.W. & Maderson, P.F.A. (1975). The microscopic anatomy of epidermal glands in two species of Gekkonine lizards, with some observations on testicular activity. *Journal of Morphology*, 147(1):23-40.
- Cole, C.J. (1966). Femoral glands of the lizard, *Crotaphytus collaris*. *Journal of Morphology*, 118(1):119-36.
- Cooger, H.G. (1978). Reproductive cycles, fatty body cycles and social behavior in the male dragon *Amphibolurus fordi* (Lacertilia: Agamidae). *Australian Journal of Zoology*, 26(1):653-72.
- Cooper Jr., W.E. & Vitt, L.J. (1984). Conspecific odor detection by the male broad-headed skink, *Eumeces laticeps*: effects of sex and site of odor source and of male reproductive condition. *Journal of Experimental Zoology*, 230(2):199-209.
- Cooper, W.E.; Van Wyk, J.K. & Mouton, P.L.N. (1999). Discrimination between self-produced pheromones and

those produced by individuals of the same sex in the lizard *Cordylus cordylus*. *Journal of Chemical and Ecology*, 25(1):197-208.

Ferreira, A.; Laura, I.A. & Dolder, H. (2002) Reproductive cycle of the male lizard *Iguana iguana* (Reptilia: Sauria: Iguanidae). *Brazilian Journal of Morphological Sciences*, 19(2):23-8.

Maderson, P.F.A. (1972). The structure and evolution of holocrine epidermal glands in *Sphaerodactylinae* and *Eublepharinae* Gekkonid lizards. *Copeia*, 1(3):559-71.

Maderson, P.F.A.; Flaxman, B.A.; Roth, S.I. & Sazbo, G. (1972). Ultrastructural contributions to the identification of cell types in the lizard epidermal generation. *Journal of Morphology*, 136(2):191-210.

Martín, J. & López, P. (2000). Chemoreception, symmetry and mate choice in lizards. *Proceedings of the Royal Society of London Series B. Biological Sciences*, 267(1):1265-9.

Van Wyk, J.H. (1990). Seasonal testicular activity and morphometric variation in the femoral glands of the lizard *Cordylus polyzonus polyzonus* (Sauria: Cordylidae). *Journal of Herpetology*, 24(4):405-9.

Vinyard, D. (1992). Zur morphologie und biochemie der präanal - und femoralorgane von *Gekko* und *Iguana*. *Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut*, 89(1):295-317.

Weldon, P.J.; Dunn Jr, B.S.; McDaniel, C.A. & Werner, D.I. (1990). Lipids in the femoral gland secretions of the green iguana (*Iguana iguana*). *Comptes Biochemistry Physiology*, 95(3):541-3.

Received on: 6/6/2007

Final version represented on: 11/9/2007

Approved on: 18/10/2007

ÍNDICE DE AUTORES

A		Martins, Yuri Keller	79
Antonini, Yasmine	41	Mercante, Cacilda Thais Janson	79
Aprile, Fábio Marques	21	O	
Azevedo, Gabriela Brandão	89	Osti, João Saviolo	79
B		P	
Bastos, Gastão César Cyrino	33	Pichler, Helen Audrey	57
Bernardo, Cristina	57	Pinto, Cleide Schmidt Romeiro Mainardes	79
Bianchini Júnior, Irineu	21	R	
C		Ramos, Luís Henrique Batista	3
Carmo, Clóvis Ferreira do	79	Ranzani-Paiva, Maria José Tavares	11
Carvalho, Solange de	11	Rossi-Wongtschowski, Carmen Lúcia Del Bianco	69
F		S	
Ferreira, Adelina	97	Sanches, Eduardo Gomes	33
França, Jakeline Galvão de	11	Santos, Cesar	57
I		Santos-Cruz, Nayra Nicolau dos	69
Ignácio, Juliana Martinhão	57	Seckendorff, Roberto Willian Von	33
J		Seriani, Robson	11
Jacobi, Claudia Maria	41	Spach, Henry Louis	57
L		Stoiev, Sérgio Biato	57
Lombardi, Julio Vicente	11	T	
Lorandi, Reinaldo	21	Tucci, Andréa	79
Loyola, Rafael Dias	41	U	
M		Ueta, Marlene Tiduko	89
Madi, Rubens Riscalá	89	Uieda, Virginia Sanches	3
Martins, Rogério Parentoni	41	V	
		Vaz-dos-Santos, André Martins	69

ÍNDICE DE ASSUNTOS

A		M	
<i>Astyanax altiparanae</i>	89	Mercúrio	11
B		Metazoários parasitas	89
Bacia do Rio Tietê	3	Micro-habitats	3
Balanço de massa	21	Modelo matemático	21
<i>Bembrops heterurus</i>	69	Morfologia	69,97
Brasil	57	Morfometria	69
C		N	
Campos metalíferos	41	Nitrogênio	21
<i>Canga</i>	41	Nylon monofilamento	33
Comportamento de insectos	41	O	
Comunidade bentônica	3	<i>Oreochromis niloticus</i>	11
Crescimento relativo	69	Otólitos	69
D		P	
Deposição atmosférica	21	Pantanal	97
Disponibilidade de flores	41	Piscicultura marinha	33, 79
Diversidade	3	Planície de maré	57
F		Q	
Fósforo	21	Qualidade da água	79
G		R	
Glândula femoral	97	Região Sudeste-Sul do Brasil	69
H		S	
Hematologia	11	Selênio	11
I		Serra do Rola Moça	41
<i>Iguana iguana</i>	97	<i>Stachytarpheta glabra</i>	41
Incrustação biológica	33	T	
Índices epidemiológicos	89	Tanques-rede	33
Insetos aquáticos	3	Tilápia do Nilo	79
L		V	
Lagarto	97	Variação temporal	57
Lagoa costeira	21	Viveiro de piscicultura	79
Limnologia	79	X	
		<i>Xylocopa</i> sp	41

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

BIOIKOS publica trabalhos científicos originais, artigos de revisão e comunicações científicas relacionados às diversas áreas da Biologia, em especial Ecologia, Recursos pesqueiros, Zoologia e Botânica.

PROCEDIMENTOS EDITORIAIS

1. Avaliação de manuscritos

Os manuscritos submetidos à Revista que atenderem à política editorial e às "instruções aos autores" serão pré-selecionados pelos editores, que considerarão o mérito científico da contribuição. Aprovados nessa fase, os manuscritos serão encaminhados aos revisores *ad hoc* previamente selecionados pela equipe editorial. Cada manuscrito será enviado para dois relatores de reconhecida competência na temática abordada.

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

No caso da identificação de conflito de interesse da parte dos revisores, o comitê editorial encaminhará o manuscrito a outro revisor *ad hoc*.

Após aprovação final, o autor deve encaminhar em CD ou disquete 3,5', empregando editor de texto MS Word versão 6.0 ou superior.

Manuscritos aceitos: manuscritos aceitos poderão retornar aos autores para aprovação de eventuais alterações durante o processo de editoração e normalização da Revista. O trabalho reformulado deve retornar dentro do prazo máximo determinado.

2. Submissão de trabalhos

Serão aceitos trabalhos acompanhados de carta assinada por todos os autores, com descrição do tipo de trabalho, declaração de que o trabalho está sendo submetido apenas à revista Bioikos e de concordância com a cessão de direitos autorais. Caso haja utilização de figuras ou tabelas publicadas em outras fontes, deve-se anexar documento que ateste a permissão para seu uso. A carta deve indicar nome, endereço, números de telefone e e-mail do autor para o qual a correspondência deve ser enviada.

3. Estrutura do artigo

Os manuscritos para o Núcleo de Editoração da revista devem ser enviados em quatro cópias, preparados em espaço duplo, com fonte Arial tamanho 11 e limite máximo de 25 páginas para **artigo original** ou de **revisão** e 5 páginas para **comunicação científica**. A critério da comissão editorial, mediante entendimentos prévios, artigos mais extensos poderão ser aceitos, sendo o excedente custeado pelo(s) autor(es). Todas as páginas devem ser numeradas a partir da página de identificação. Para esclarecimentos de eventuais dúvidas quanto à forma, sugere-se consulta a este fascículo. Aceitam-se trabalhos escritos em português, espanhol ou inglês, com título, resumo e termos de indexação no idioma original e em inglês. Nas comunicações científicas, incluir o *abstract* se o texto for em português ou o resumo se for em inglês; o texto poderá ser corrido, isto é, sem a divisão em introdução, material e métodos e resultados e discussão.

Página de título: deve conter: a) título completo; b) *short title* com até 40 caracteres (incluindo espaços), em português (ou espanhol) e inglês; c) nome de todos os autores por extenso, indicando a filiação institucional de cada um; d) indicação do autor correspondente e) endereço completo institucional e e-mail dos autores. **Observação:** esta deverá ser a única parte do texto com a identificação dos autores.

Resumo: todos os artigos em português ou espanhol deverão ter resumo narrativo no idioma original e em inglês, com um mínimo de 150 e máximo de 250 palavras. Os artigos submetidos em inglês deverão vir acompanhados de resumo em português, além do *abstract* em inglês. Não deve conter citações e abreviaturas. Destacar no mínimo três e no máximo seis termos de indexação.

Texto: com exceção dos manuscritos apresentados como revisão e comunicação científica, os trabalhos deverão seguir a estrutura formal para trabalhos científicos:

- **Introdução:** deve conter revisão da literatura atualizada e pertinente ao tema, adequada à apresentação do problema, e que destaque sua relevância. Não deve ser extensa, a não ser em manuscritos submetidos como artigo de revisão.

- **Material e Métodos:** deve conter descrição clara e sucinta, acompanhada da correspondente citação bibliográfica, incluindo: procedimentos adotados; universo e amostra; instrumentos de medida e, se aplicável, método de validação e tratamento estatístico.

- **Resultados e Discussão:** deve explorar, adequada e objetivamente, os resultados, discutidos à luz de outras observações já registradas na literatura. Sempre que possível, os resultados devem ser apresentados em tabelas ou figuras elaboradas de forma a serem auto-explicativas e com análise estatística. Evitar repetir dados no texto. Devem ser conclusivos.

- **Ilustrações:** tabelas, quadros e figuras devem ser limitados a cinco no conjunto e numerados consecutiva e independentemente com algarismos arábicos, de acordo com a ordem de menção dos dados, e devem vir em folhas individuais e separadas, com indicação de sua localização no texto. A cada um se deve atribuir um título breve. Os quadros terão as bordas laterais abertas. O autor responsabiliza-se pela qualidade das figuras (desenhos, ilustrações e gráficos), que devem permitir redução sem perda de definição, para os tamanhos de uma ou duas colunas (7 e 15cm, respectivamente). Figuras devem ter extensão JPEG e resolução mínima de 300 DPI.

- **Agradecimentos:** podem ser registrados agradecimentos, em parágrafo não superior a três linhas, dirigidos a instituições ou indivíduos que prestaram efetiva colaboração para o trabalho, antes da seção Referências.

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

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

- **Abreviaturas e siglas:** deverão ser utilizadas de forma padronizada, restringindo-se apenas àquelas usadas convencionalmente ou sancionadas pelo uso, acompanhadas do significado, por

extenso, quando da primeira citação no texto. Não devem ser usadas no título e no resumo.

- **Referências:** deverão ser relacionadas alfabeticamente, no final do texto, pelos sobrenomes dos autores e cronologicamente por autor. No caso de publicações com mais de dois autores, citam-se todos. Os títulos dos periódicos devem ser referidos por extenso. Apresentamos exemplos de casos mais comuns para orientação. **Não serão aceitas** referências de monografias de conclusão de curso de graduação, de resumos de Congressos, Simpósios, Workshops, encontros entre outros. Citações de dissertações e teses **devem ser evitadas ao máximo**.

- **Citações no texto:** devem constar da lista de referências. Citar o sobrenome do autor, seguido do ano de publicação, como em Rocha (2006); se forem dois autores, o último sobrenome de ambos separados por &, como em Santos & Martins (2006), e se forem três ou mais autores, o sobrenome do primeiro autor seguido de *et al.* e do ano da publicação, como em Funari *et al.* (2006). As citações serão separadas por ponto e vírgula e em ordem cronológica, como no exemplo: (Santos, 2003; Almeida *et al.*, 2004; Oliveira & Rocha, 2006).

A exatidão e a adequação das referências a trabalhos que tenham sido consultados e mencionados no texto do artigo são de responsabilidade do autor.

Exemplos de referências

Periódico

Dois autores

Rodriguez, G. & Magalhaes, C. (2005). Avanços recentes no estudo da biologia dos caranguejos de água doce neotropicais da família Pseudothelphusidae (Crustacea, Decapoda, Brachyura). *Revista Brasileira de Zoologia*, 22(2):354-65.

Mais de dois autores

Souza, A.K.P.; Hernandez, M.I.M. & Martins, C.F. (2005). Riqueza, abundância e diversidade de Euglossina (*Hymenoptera, Apidae*) em três áreas da Reserva Biológica Guaribas, Paraíba, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22(2):320-5.

Livro

Loureiro, C.F.B., Layrargues, P.P. & Castro, R.S. (Org.) (2000). *Sociedade e meio ambiente: a educação ambiental em debate*. São Paulo: Cortez Editora.

Capítulo de livro

Calijuri, M.C.; Deberdt, G.L.B. & Minoti, R.T. (1999). A produtividade primária pelo fitoplâncton na represa da Salto Grande. In: Henry, R. (Ed.). *Ecologia de reservatórios*. Botucatu: Fapesp. p.109-48.

Dissertações e teses

Reis, P.O. (2004). *Incorporação de diretrizes bioclimáticas e de acessibilidade no projeto urbano: estudo de caso na cidade de Jaboticabal, SP*. Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos.

Trabalhos apresentados em congressos e similares

Laboratório do Habitat da FAU PUC-Campinas. (2000a). Novos modelos de estruturação urbana: o impacto sócio - ambiental do grandes empreendimento no interior de São Paulo. *Anais do Seminário Internacional Gestão da Terra Urbana e Habitação Social*, dez., Campinas. CD-ROM.

Material eletrônico deverá informar: disponível em: <<http://www...>>. (acesso: 25 Out. 2005).

LISTA DE CHECAGEM

- Enviar declaração de responsabilidade e transferência de direitos autorais assinada por cada autor;
- Enviar ao editor quatro vias do manuscrito;
- Incluir título do manuscrito, em português e inglês;
- Verificar se o texto, incluindo resumos, tabelas e referências, está reproduzido com letra Arial, corpo 11 e espaço duplo, e margens de 3 cm;
- Incluir título abreviado (*short title*), com 40 caracteres para fins de legenda em todas as páginas impressas;
- Incluir resumos narrativos com no mínimo 150 palavras e no máximo 250, nos dois idiomas português e inglês, ou em espanhol, com termos de indexação;
- Legenda das figuras e tabelas;
- Página de rosto com as informações solicitadas;
- Incluir nome de agências financiadoras e o número do processo;
- Indicar se o artigo é baseado em tese/dissertação, colocando título, nome da instituição, ano de defesa e número de páginas;
- Verificar se as referências estão normalizadas segundo o padrão adotado pela Revista e se todas estão citadas no texto;
- Incluir permissão de editores para reprodução de figuras ou tabelas publicadas;
- Parecer do comitê de ética da instituição para pesquisa com seres vivos;

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE E TRANSFERÊNCIA DE DIREITOS AUTORAIS

Cada autor deve ler e assinar os documentos (1) Declaração de Responsabilidade e (2) Transferência de Direitos Autorais.º

Primeiro autor:

Autor responsável pelas negociações:

Título do manuscrito:

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

• certifico que participei da concepção do trabalho para tornar pública minha responsabilidade pelo seu conteúdo, que não omiti quaisquer ligações ou acordos de financiamento entre os autores e companhias que possam ter interesse na publicação deste artigo;

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

Assinatura do(s) autor(es) _____ Data ____/____/____

2) Transferência de Direitos Autorais: "Declaro que, em caso de aceitação do artigo, a revista Bioikos passa a ter os direitos autorais a ele referentes, que se tornarão propriedade exclusiva da Revista, vedado a qualquer reprodução, total ou parcial, em qualquer outra parte ou meio de divulgação, impressa ou eletrônica, sem que a prévia e necessária autorização seja solicitada e, se obtida, farei constar o competente agradecimento à Revista".

Assinatura do(s) autor(es) _____ Data ____/____/____

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

BIOIKOS publishes original scientific studies, review articles and scientific communications related to many areas of Biology, especially Ecology, Fishing resources, Zoology and Botany.

EDITORIAL PROCEDURES

1. Manuscript evaluation

The manuscripts submitted to the Journal that comply with the editorial policy and with the "instructions for authors" will be selected previously by the editors who will take into account the scientific merit of the contribution. Then the approved manuscripts will be sent to *ad hoc* reviewers previously selected by the editorial team. Each manuscript will be sent to two referees of known competence in the specific subject.

The peer review process is the blind review system where the identities of both the authors and the referees are not revealed. Therefore the authors must do everything possible to not reveal their identity when writing the manuscript.

If there is a conflict of interests with the reviewers, the editorial committee will send the manuscript to another *ad hoc* reviewer.

After final approval, the author must send a CD or 3.5 floppy disk with the file in MS Word 6.0 or above.

Accepted manuscripts: accepted manuscripts may return to the authors for approval of possible changes during the publishing and normalizing process of the Journal. The reformulated work must be returned within the specified deadline.

2. Submission of papers

Papers will be accepted when submitted with a letter signed by all authors containing the description of the paper type, declaration that the team is submitting the paper only to Bioikos and agreeing to cede the publishing rights to the Journal. If figures and tables published elsewhere are used, a document that allows their use must be attached with the paper. The letter must contain the name, address, telephone numbers and e-mail of the author for correspondence.

3. Structure of the article

The manuscripts sent to the *Núcleo de Editoração* of the journal must be in four copies written with double space, Arial font size 11 and a limit of 25 pages for original or review article and 5 pages for scientific communication. Longer articles may be accepted depending on approval of the editorial commission and previous agreement between the parts; the exceeding pages will be paid by the authors. All pages must be numbered starting from the identification page. Refer to this guide if you have doubts regarding format. Papers written in Portuguese, Spanish and English are accepted, and the title, abstract and keywords must be written in the original language and English. In scientific communications please include the abstract if the text is in Portuguese or the *resumo* if the text is in English; there is no need to divide the text into introduction, materials and methods, results and discussion.

Title page: must contain a) full title; b) short title with up to 40 characters (including spaces) in Portuguese (or in Spanish) and in English; c) full name of all authors and their respective institutions;

d) corresponding author; and e) full address and e-mail of the authors. **Observation:** this must be the only place in the text where the authors are identified.

Abstract: all articles in Portuguese or in Spanish must contain the abstract in the original language and in English with a minimum of 150 words and a maximum of 250 words. The articles submitted in English must contain the abstract in Portuguese and in English. Do not include abbreviations or citations in the abstract. Use at least three and at most six keywords.

Text: except for review and scientific communication manuscripts, the papers must follow the formal structure for scientific papers:

- **Introduction:** must contain a review of current literature and be within the theme; it must be adequate to the presentation of the problem and highlight its relevance. It cannot be long unless it is a review article.

- **Material and Methods:** must contain a clear and short description with citations including the adopted procedures, universe and sample; measurement instruments and if necessary, validation method and statistical treatment.

- **Results and Discussion:** must explore in an adequate and objective manner the results discussed in the light of other literature reports. Whenever possible, the results should be presented in self-explained tables or figures and with statistical analysis. Avoid repeating data in the text. Data must be conclusive.

- **Illustration:** Tables, charts and figures together should be limited to five and numbered consecutively and independently with arabic characters as the data is mentioned in the text and must be submitted in individual and separate pages indicating their location in the text. Include a brief title with each object. Charts must have the side borders open. The author is responsible for the quality of the figures (drawings, illustrations and graphs), allowing them to be reduced without loss of definition for the sizes of one or two columns (7 and 15cm respectively). Figures must be in JPEG format and with a minimum resolution of 300 DPI.

- **Acknowledgments:** acknowledgments may be included in a separate paragraph with no more than three lines and should include individuals or institutions that effectively collaborated with the paper. It should be located right before the Reference section.

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

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

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

- **References:** the references must be in alphabetical order according to the author's last name, chronological by author and located at the end of the text. All authors must be cited when more than two authors are involved. Include the full journal title. We present

some examples of the most common cases for reference. Undergraduate papers, congress summaries, symposiums, workshops etc. **will not be accepted.** Dissertations and theses should be avoided whenever possible.

- **Citations in text:** must be included in the reference list.

Cite the author's last name followed by the year of publication, for example, Rocha (2006); if two authors are involved, cite both, for example, Santos & Martins (2006); if three or more are involved, cite the first one followed by "et al.," for example, Funari et al. (2006). Citations are separated by a semicolon (;) and in chronological order, for example, (Santos, 2003; Almeida et al., 2004; Oliveira & Rocha, 2006).

The exactness and adequateness of the references cited in the text are the author's responsibility.

Reference examples

Journal

Two authors

Rodriguez, G. & Magalhaes, C. (2005). Avanços recentes no estudo da biologia dos caranguejos de água doce neotropicais da família Pseudothelphusidae (*Crustacea, Decapoda, Brachyura*). *Revista Brasileira de Zoologia*, 22(2):354-65.

More than two authors

Souza, A.K.P.; Hernandez, M.I.M. & Martins, C.F. (2005). Riqueza, abundância e diversidade de Euglossina (*Hymenoptera, Apidae*) em três áreas da Reserva Biológica Guaribas, Paraíba, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22(2):320-5.

Book

Loureiro, C.F.B., Layrargues, P.P. & Castro, R.S. (Org.) (2000). *Sociedade e meio ambiente: a educação ambiental em debate*. São Paulo: Cortez Editora.

Book chapter

Calijuri, M.C.; Deberdt, G.L.B. & Minoti, R.T. (1999). A produtividade primária pelo fitoplânctons na represa da Salto Grande. In: Henry, R. (Ed.). *Ecologia de reservatórios*. Botucatu: Fapesp. p.109-48.

Dissertations and theses

Reis, P.O. (2004). *Incorporação de diretrizes bioclimáticas e de acessibilidade no projeto urbano: estudo de caso na cidade de Jaboticabal, SP*. Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos.

Electronic material must inform: Available from: <http://www...>. (accessed: 25 Oct. 2005).

CHECKLIST

- Send a declaration of responsibility and a transference of publishing rights signed by each author;
- Send four copies of the manuscript;
- Include title of the manuscript in English and Portuguese;
- Verify if the text including abstracts, tables and references was written in Arial font 11, double space and 3 cm margins;

- Include short title with up to 40 characters for subtitle in all printed pages;

- Include narrative abstracts with at least 150 and at most 250 words in English and Portuguese (or Spanish) with keywords;

- Subtitles of figures and tables;

- First page with the required information;

- Include the name of the sponsoring institutions and process number;

- Indicate if the article is based on a thesis/dissertation including title, name of institution, year of defense and number of pages;

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

- Include permission of publishers for the reproduction of figures or tables published elsewhere;

- Include the Research Ethics Committee approval for research with living beings.

DECLARATION OF RESPONSIBILITY AND TRANSFERENCE OF AUTHORIZING RIGHTS

Each author must read and sign documents (1) Declaration of Responsibility and (2) Transference of Authoring Rights.

First author:

Author responsible for the negotiations:

Manuscript title:

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

- I certify that I participated in the conception of a paper to turn public my responsibility for its content, that I have not omitted any connections or financing agreements between the authors and companies that may have interest in the publication of this article;

- I certify that this is an original manuscript and the work, in part or in full or any other work with a substantially similar content of my authorship was not submitted to another journal and it will not be submitted to another journal while its publication is being considered by the Bioikos Journal, be it in printing or electronic format, except for the attachments.

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

2. Transference of Authoring Rights: "I declare that, if my article is accepted, Bioikos journal becomes the owner of the authoring rights of my paper and that these authoring rights will be exclusive to Bioikos journal. Any partial or full reproduction elsewhere or in another publishing means requires the previous and necessary authorization of Bioikos journal and if authorization is granted, it must be properly thanked."

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

BIOIKOS



Prezado amigo,

É com satisfação que vimos convidá-lo **ASSINAR ou RENOVAR** a revista *BIOIKOS*, a melhor forma de ter contato com os trabalhos desenvolvidos por pesquisadores da área através de uma publicação nacional, indexada pela ASFA - Aquatic Sciences & Fisheries Abstracts, CAB Abstracts and Global Health, Periódica, (Índice de Revistas Latinoamericano em Ciências).

Esperamos contar com sua presença entre nossos assinantes regulares.

Preencha o canhoto abaixo.

Um abraço,

Comissão Editorial

ASSINATURA

RENOVAÇÃO

Volume 19 (1 e 2) (2005) **Pessoas Físicas** R\$ 20,00 **Institucional** R\$ 20,00

Volume 20 (1 e 2) (2006) **Pessoas Físicas** R\$ 30,00 **Institucional** R\$ 50,00

Volume 20 (1 e 2) (2007) **Pessoas Físicas** R\$ 30,00 **Institucional** R\$ 50,00

Nome: _____

Endereço: _____

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

Anexo cheque número: _____ Banco: _____ Valor: _____

Cheque nominal à SOCIEDADE CAMPINEIRA DE EDUCAÇÃO E INSTRUÇÃO.

Assinatura: _____ Data: ____ / ____ / ____

FORMAS DE PAGAMENTO

PARCELADO

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

À VISTA

- Cheque ou depósito bancário: depósito bancário: Banco Itaú ag. 0009 cc 49371-9

Código de Identificação do assinante: **Institucional** CNPJ **Pessoas Físicas** CPE

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

Enviar esta ficha juntamente com seu pagamento para:

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

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

E-mail: ccv.assinaturas@puc-campinas.edu.br - Home Page: www.puc-campinas.edu.br/ccv

Pontifícia Universidade Católica de Campinas
(Sociedade Campineira de Educação e Instrução)

Grão-Chanceler: Dom Bruno Gamberini

Reitor: Prof. Pe. Wilson Denadai

Vice-Reitora: Profa. Angela de Mendonça Engelbrecht

Pró-Reitoria de Graduação: Prof. Germano Rigacci Júnior

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

Pró-Reitoria de Extensão e Assuntos Comunitários: Prof. Paulo de Tarso Barbosa Duarte

Pró-Reitoria de Administração: Prof. Marco Antonio Carnio

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

Diretor-Adjunto: Prof. José Gonzaga Teixeira de Camargo

Diretora da Faculdade de Ciências Biológicas: Profa. Mariangela Cagnoni Ribeiro

Bioikos

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

Editoração eletrônica / DTP

Beccari Propaganda e Marketing

Impressão / Printing

Gráfica Editora Modelo Ltda

Tiragem / Edition

1000

Distribuição / Distribution

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

**Artigos | Articles**

- 57 Padrões estruturais da assembléia de peixes em duas áreas do Canal da Cotinga, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil
Structural patterns of the fish assemblage in two areas of the Cotinga Channel, Paranaguá Bay, Paraná, Brazil
• Henry Louis Spach, Cesar Santos, Helen Audrey Pichler, Juliana Martinhão Ignácio, Sérgio Biato Stoiev, Cristina Bernardo
- 69 Caracterização dos otólitos *sagitta* do peixe-lagarto *Bembrops heterurus* Miranda-Ribeiro, 1903 (Teleostei: Percophidae) da região Sudeste-Sul do Brasil
Sagitta otolith characterization of the squaretail duckbill Bembrops heterurus Miranda-Ribeiro, 1903 (Teleostei: Percophidae) in the South-Southeast-region of Brazil
• André Martins Vaz-dos-Santos, Nayra Nicolau dos Santos-Cruz, Carmen Lúcia Del Bianco Rossi-Wongtschowski
- 79 Qualidade da água em viveiro de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): caracterização diurna de variáveis físicas, químicas e biológicas, São Paulo, Brasil
Water quality in a fish pond with Nile Tilapia (Oreochromis niloticus): diurnal assessment of physical, chemical and biological variables, São Paulo state, Brazil
• Cacilda Thais Janson Mercante, Yuri Keller Martins, Clóvis Ferreira do Carmo, João Saviolo Osti, Cleide Schmidt Romeiro Mainardes Pinto, Andréa Tucci
- 89 Metazoários parasitas de *Astyanax altiparanae* (Pisces: Characidae) na Fazenda Rio das Pedras, Campinas, SP, Brasil
Metazoans parasites of Astyanax altiparanae (Pisces: Characidae) at Rio das Pedras Farm, Campinas, SP, Brazil
• Gabriela Brandão Azevedo, Rubens Riscalá Madi, Marlene Tiduko Ueta
- 97 Morfologia das glândulas femorais do lagarto *Iguana iguana* (Linnaeus, 1758) (reptilia, iguanidae)
Morphology of the femoral glands of the lizard Iguana iguana (Linnaeus, 1758) (reptilia, iguanidae)
• Adelina Ferreira