

ISSN 0102-9568

Bioikos

Volume 23 | Número 1
Janeiro - Junho • 2009



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 de Odontologia, Jd. Ipaussurama
13060-904, Campinas, SP, Brasil.
Fone +55-19-3343-6876/6859 Fax +55-19-3343-6875
E-mail: ccv.revistas@puc-campinas.edu.br
Web: <http://www.puc-campinas.edu.br/ccv>

INDEXAÇÃO / INDEXING

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

LISTA QUALIS

B-4

Editora / Editor

Luciane Kern Junqueira (PUC-Campinas)

Editores Associados / Associate Editors

Kayna Agostini (Unesp - Piracicaba)

Rafael Dias Loyola (UFG - Goiânia)

Editora Executiva / Executive Editor

Maria Cristina Matoso (SBI-PUC-Campinas)

Conselho Editorial / Editorial Board

Adauto Ivo Milanez (Instituto de Botânica - São Paulo)

Ana Lúcia Vendel (UFPA - João Pessoa)

Carminda da Cruz-Landim (Unesp - Rio Claro)

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

Edmundo Ferraz Nonato (USP - São Paulo)

Elena Maria de Oliveira Diehl (Unisinos - São Leopoldo)

Elizabeth Höfling (USP - São Paulo)

Eunice da Costa Machado (UFPR - Pontal do Paraná)

José Francisco Höfling (Unicamp - Campinas)

José Roberto Miranda (Embrapa - Campinas)

Miguel Arcanjo Areas (Unicamp - Campinas)

Olga Yano (Instituto de Botânica - São Paulo)

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

Paulo de Tarso da Cunha Chaves (UFPR - Curitiba)

Vadim Viviani (UFSCar - Sorocaba)

Virginia Sanches Uieda (Unesp - Botucatu)

Wesley Rodrigues Silva (Unicamp - Campinas)

Equipe Técnica / Technical Group

Normalização e Indexação / Standardization and Indexing

Maria Cristina Matoso

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

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

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

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

Copyright ©Bioikos

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

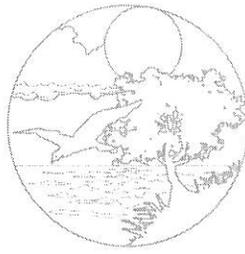
Partial reproduction is permitted if the source is cited. Total reproduction depends on the authorization of Bioikos.

FICHA CATALOGRÁFICA

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

Bioikos. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Centro de Ciências da Vida. Faculdade de Ciências Biológicas. – Campinas, SP, v.1 n.1 (jan./jun.1987-) v.23 n.1 jan./jun. 2009
Semestral
Resumo em Português e Inglês
ISSN 0102-9568
1. Biologia – Periódicos. I. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Centro de Ciências da Vida. Faculdade de Ciências Biológicas.

CDD 574



Artigos | *Articles*

- 3 Composição e estrutura da assembleia de peixes da zona de arrebentação da praia de Jaguaribe, Itamaracá (PE)
Composition and structure of fish assemblage of the surf zone at Jaguaribe beach, Itamaracá (PE), Brazil
• Fabio Magno da Silva Santana, William Severi
- 19 Vocalização de saguis-de-tufo-preto (*Callithrix penicillata*): identificação e descrição de sons e respostas comportamentais
Communication among black tufted-ear marmosets (Callithrix penicillata): identification and description of sounds and behavioral responses
• Alessandra de Barros, Claudia Eiko Yoshida
- 29 Comunidades de formigas em dois ciclos de cultivo de arroz irrigado na planície costeira do Rio Grande do Sul
Ant communities in two cycles of an irrigated rice cultivation in the coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil
• Aline Bianca Moraes, Elena Diehl
- 39 Levantamento da biodiversidade de amebas testáceas em sedimentos de lagoas artificiais de São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil
Biodiversity survey of testaceous amoebae in artificial lagoon sediment at São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brazil
• Carolina Jardim Leão, Itamar Ivo Leipnitz, Fabrício Ferreira
- 51 Por que as pererecas e as lagartixas não caem das paredes?
Why do tree frogs and geckos not fall off walls?
• Mônica Caroline Pavan Cassel, Adelina Ferreira
- 57 Instruções aos autores
Instructions for authors



ARTIGO | ARTICLE

Composição e estrutura da assembleia de peixes da zona de arrebentação da praia de Jaguaribe, Itamaracá (PE)

Composition and structure of fish assemblage of the surf zone at Jaguaribe beach, Itamaracá (PE), Brazil

Fabio Magno da Silva Santana¹

William Severi²

RESUMO

Entre março de 2005 e fevereiro de 2006, foi analisada a ictiofauna da zona de arrebentação da Praia de Jaguaribe, localizada na Ilha de Itamaracá, litoral norte do estado de Pernambuco, nordeste brasileiro. Foram efetuadas coletas mensais, com uma rede de arrasto tipo picaré, na baixamar em períodos diurno e noturno. Um total de 5 266 indivíduos pertencentes a 95 espécies e 35 famílias foi coletado. Carangidae e Engraulidae apresentaram o maior número de espécies, com dez cada. *Bairdiella ronchus*, *Anchoiella lepidentostole*, *Anchoa tricolor*, *Polydactylus virginicus*, *Lile piquitinga*, *Larimus breviceps*, *Lycengraulis grossidens*, *Chirocentron bleekermanus* e *Pomadasys corvinaeformis* dominaram quantitativamente e representaram 75,4% do total de exemplares capturados. A análise de agrupamento e a técnica não-métrica de Escalonamento Multidimensional das espécies com frequência superior a 33,3% evidenciaram diferenças sazonais na composição das assembleias durante os meses, refletindo ocorrência e abundância desiguais dentre as espécies nas estações seca e chuvosa. *Albula vulpes* e *Haemulon plumieri* ocorreram conjunta e exclusivamente na estação seca, enquanto *Mugil* sp., *Trachinotus falcatus*, *Cathrops spixii* e *Conodon nobilis* apresentaram maior abundância e ocorrência na estação chuvosa. A zona de arrebentação da praia de Jaguaribe apresentou uma ictiofauna rica, uma alta diversidade específica na maioria dos meses e predominância de indivíduos de pequeno porte (<20cm) e de jovens, sobretudo de espécies de importância pesqueira na região.

Palavras-chave: Juvenis. Nordeste do Brasil. Rede de arrasto. Zona de arrebentação.

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura. Av. Dom Manuel de Medeiros, s/n., Dois Irmãos, 52171-900, Recife, PE, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: F.M.S. SANTANA. E-mail: <fabiomagnos@yahoo.com.br>.

² Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Pesca e Aqüicultura, Laboratório de Ictiologia. Recife, PE, Brasil

ABSTRACT

The ichthyofauna of the surf zone at Jaguaribe Beach (07°43'08" to 07°45'32"S and 034°50'14" to 034°51'05"W), located on Itamaracá Island, on the northern coast of the state of Pernambuco, in northeastern Brazil, was analyzed between March 2005 and February 2006. Monthly sampling with a beach seine net (known locally as a picaré), was conducted during day and night hauls at low tide. A total of 5,266 specimens, belonging to 95 species and 35 families, were identified. Carangidae and Engraulidae provided the highest number of species, with ten each. Bairdiella ronchus, Anchoviella lepidentostole, Anchoa tricolor, Polydactylus virginicus, Lile piquitinga, Larimus breviceps, Lycengraulis grossidens, Chirocentron bleekerianus and Pomadasys corvinaeformis were predominant, accounting for 75.4% of all specimens collected. The cluster analysis and Multidimensional Scaling for species with a frequency of occurrence above 33.3% showed seasonal differences in assemblage composition during these months, thus reflecting an unequal occurrence and abundance among species in the dry and rainy seasons. Albula vulpes and Haemulon plumieri occurred together and exclusively in the dry season, whereas Mugil sp., Trachinotus falcatus, Cathrops spixii and Conodon nobilis presented greater abundance and occurrence in the rainy season. The Jaguaribe Beach surf zone possesses a rich fish fauna, a high species diversity in most months, and a prevalence of small-sized individuals (<20cm) and juveniles, especially for commercially important species in the region.

Key words: Beach seine net. Juvenies. Northeastern Brazil. Surf zone.

INTRODUÇÃO

Os peixes são componentes importantes da fauna de praias arenosas e sua ecologia, abundância e distribuição têm sido estudadas em diversas regiões do mundo (Gibson *et al.*, 1993; Lekve *et al.*, 1999; Layman, 2000; Baron *et al.*, 2004; Meager *et al.*, 2005; Felix *et al.*, 2006). A distribuição neste tipo de ecossistema é determinada por um complexo conjunto de respostas às características ambientais e biológicas, as quais permitem aos indivíduos selecionarem os locais que oferecem uma melhor combinação de elevado potencial de crescimento e menor risco de mortalidade (Gibson *et al.*, 1996).

As zonas de arrebenção são importantes áreas para o recrutamento de peixes (Clark, 1997; Layman, 2000; Pessanha & Araújo, 2003). Estudos sobre a ictiofauna de praia mostram a presença de várias espécies, principalmente nos estágios iniciais de desenvolvimento, indicando a importância deste ambiente como berçário (Robertson & Lenanton, 1984; Blaber *et al.*, 1995, Godefroid *et al.*, 2001) e área de alimentação e de proteção contra predadores (Blaber & Blaber, 1980; Lasiak, 1984). Além disso,

essas zonas apresentam um amplo espectro alimentar, baixo risco de predação, águas com temperaturas elevadas e proteção contra condições adversas (Gadomski & Caddell, 1991; Gibson, 1994).

Apesar de sua relevância para o recrutamento de peixes costeiros, há poucos estudos sobre a composição de comunidades de peixes na zona de arrebenção, em comparação com outros habitats costeiros (Wilber *et al.*, 2003), e ainda persiste muita dúvida sobre os fatores que influenciam e controlam as variações temporais das comunidades de peixes nestas áreas (Clark *et al.*, 1996a).

Na região Nordeste do Brasil, em particular o estado de Pernambuco, estudos sobre a ictiofauna costeira se restringem à região de Itamaracá, incluindo o Canal de Santa Cruz (Vasconcelos Filho & Oliveira, 1999) e o estuário do Rio Jaguaribe (El-Deir, 2005), e informações sobre a composição da ictiofauna de zona de arrebenção em praias arenosas são inéditas.

O objetivo do trabalho, portanto, foi caracterizar a estrutura da assembleia de peixes na zona de

arrebentação da praia pernambucana de Jaguaribe, em Itamaracá, e sua variação mensal e sazonal ao longo de um ano de estudo.

MATERIAL E MÉTODOS

O município de Itamaracá ($07^{\circ} 43' 08''$ e $07^{\circ} 45' 32''$ S; $034^{\circ} 50' 14''$ e $034^{\circ} 51' 05''$ W), correspondente à ilha de mesmo nome, se localiza no litoral norte do estado de Pernambuco, a uma distância de 50km da capital Recife. A região litoral, que inclui a praia de Jaguaribe na porção norte da ilha, se constitui numa zona plana de baixa altitude (30 a 60m), com queda abrupta perto do litoral. O ambiente marinho costeiro adjacente, localmente chamado de "mar de dentro", é abrigado por uma linha recifal paralela à costa (a 3 - 4km da linha de praia), com um perfil perpendicular de baixa declividade e profundidade usualmente entre 2 e 5m (Kempff, 1970). O substrato é caracterizado por formações coralíneas mortas ou pouco ativas e algas calcárias incrustantes, apoiadas sobre um embasamento arenítico (Medeiros & Kjerfve, 1993).

A Praia de Jaguaribe (Figura 1) apresenta ondas com sentido predominantemente sudeste e corrente dominante para o norte (observação pessoal). Seu substrato é constituído por solo arenoso, com alto teor de carbonato de cálcio (proveniente da decomposição de formação rochosa aflorada pela erosão costeira) e sedimentos compostos de areia quartzosa, conchas de moluscos, foraminíferos e fragmentos de algas calcárias *Halimeda* e *Lithothamnium* (Lopes, 1999; Guerra *et al.*, 2005). Extensas faixas da fanerógama marinha *Halodule wrightii* são associadas a bancos mistos intercalados com *Caulerpa*, *Sargassum* e *Halimeda* (Kempff, 1970).

As coletas foram realizadas mensalmente, entre março de 2005 e fevereiro de 2006, em duas fases da lua (nova e crescente), nos períodos diurno e noturno, sempre na baixamar.

As amostras foram obtidas com uma rede de arrasto tipo picaré, com 20m de comprimento, 2,5m de altura e 5mm de malha entrelaçada. Foram feitos

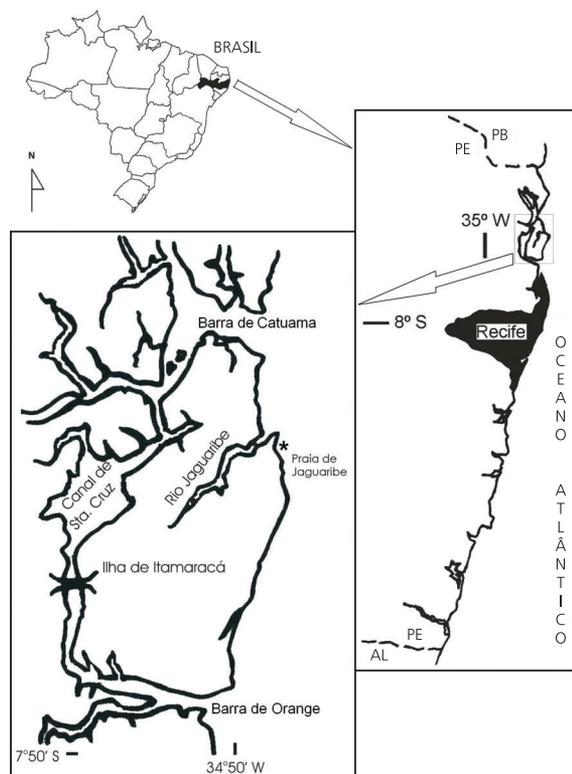


Figura 1. Mapa de localização da Ilha de Itamaracá, no litoral norte do estado de Pernambuco, e indicação do local de coleta (*) na Praia de Jaguaribe.

dois arrastos por período (cada um com duração aproximada de dez minutos), paralelos à costa, na direção da corrente, ao longo de aproximadamente 25m de faixa de praia (previamente definida). A profundidade era inferior a 1,5 metro.

Os exemplares coletados foram fixados em formol 10% e conservados em álcool etílico 70%. Posteriormente, foram analisados para a separação de morfotipos e identificação taxonômica, baseando-se em Carpenter (2002 a,b) e adotando-se a ordenação de famílias segundo Nelson (1994). Para a medição do comprimento padrão (CP, cm) dos exemplares foi utilizado paquímetro digital (0,1cm).

A estação chuvosa compreendeu os meses de maio a agosto de 2005 e a seca, os meses de março e abril de 2005 e de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, conforme dados pluviométricos obtidos do Laboratório de Meteorologia do Estado de Pernambuco (Lamepe, 2007).

A importância pesqueira das espécies, sob o ponto de vista comercial e de subsistência, foi avaliada com base na sua ocorrência em mercados, peixarias e colônias de pescadores da região de Itamaracá, e na sua participação nas estatísticas pesqueiras para o estado de Pernambuco (CEPENE, 2008). O tamanho máximo (L_{\max}) das diferentes espécies foi baseado em Froese & Pauly (2008). Indivíduos com tamanho médio (L_m) $\leq 0,25.L_{\max}$ foram considerados jovens, com base nos dados constantes de Vazzoler *et al.* (1999).

Cada amostra foi representada pelo somatório dos dois arrastos realizados em cada coleta por período e maré, cujos dados de abundância e frequência de ocorrência para cada espécie foram agrupados por mês e estação do ano (seca e chuvosa). Foi empregado o teste de Kruskal-Wallis e de Mann-Whitney para verificar diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre meses e estações, empregando o aplicativo Statistica (Statsoft, 2004).

Para caracterizar a diversidade da assembleia de peixes, foi empregado o índice de diversidade de Shannon, expresso pela fórmula $H' = -\sum(p_i)(\log_2 p_i)$, onde: " p_i " é igual ao quociente do número de indivíduos da espécie " i " pelo número total de indivíduos (Magurran, 2004). Com base nas observações de Magurran (2004), foi adotada a seguinte classificação para a diversidade: $< 1 \text{ bit. ind}^{-1}$ = muito baixa; $1 - 2 \text{ bits. ind}^{-1}$ = baixa; $2 - 3 \text{ bits. ind}^{-1}$ = média; $3 - 4 \text{ bits. ind}^{-1}$ = alta; e $> 4 \text{ bits. ind}^{-1}$ = muito alta. A riqueza foi expressa pelo índice de Margalef (D_M), sendo $D_M = (S - 1)/\ln N$, onde " S " é o número total de espécies e " N " o número total de indivíduos na amostra (Magurran, 2004).

Na análise do agrupamento entre as espécies, foram consideradas aquelas com frequência de ocorrência maior que 33% do período de estudo (4 meses). Para expressar a associação entre as mesmas, foi elaborada uma matriz de similaridade de Bray-Curtis, sendo os dados transformados através da raiz quarta. O agrupamento entre estas espécies foi expresso através de um dendrograma, utilizando-se as médias aritméticas não-ponderadas (UPGMA) da abundância mensal. A comparação das as-

sembleias também foi realizada através da técnica não-métrica de Escalonamento Multidimensional (MDS), mediante a ordenação das similaridades pareadas e baseada na técnica proposta por Field *et al.* (1982), utilizando o pacote estatístico PRIMER versão 4.0 (PRIMER-E, 2000). O estresse calculado pela técnica MDS fornece uma medida das relações entre as amostras para valores ≤ 2 .

RESULTADOS

Foram coletados 5 266 indivíduos e identificadas 95 espécies, pertencentes a 35 famílias, com um valor médio de 2,71 espécies por família. A abundância de indivíduos diferiu entre os meses ($H=20,2127$; $p=0,043$), tendo sido mais elevada em junho de 2005, com 1 073 indivíduos, e mais baixa em setembro de 2005, com 110 indivíduos. O número de espécies coletadas mensalmente não diferiu significativamente ao longo do período estudado ($H=15,4666$; $p=0,162$), tendo variado entre 38 espécies capturadas em fevereiro de 2006 e 23 em junho de 2005. No tocante às estações do ano, durante a estação chuvosa ($N=591$; $D_M=3,64$) foram registradas abundâncias mais elevadas ($H=4,8335$; $p=0,0279$) e menores valores de riqueza de Margalef ($H=8,9131$; $p=0,0028$), em relação à estação seca ($N=363$; $D_M=5,02$). Apesar de o número de espécies ($H=2,0478$; $p=0,1524$) e a diversidade de Shannon ($H=1,0566$; $p=0,3040$) não terem diferido significativamente entre as estações, foram menores na estação chuvosa ($S=23,7$; $H=3,17$) do que na seca ($S=30,1$; $H=3,32$).

As famílias que apresentaram maior número de espécies foram: Carangidae (10); Haemulidae, Engraulidae e Sciaenidae (9); Clupeidae, Gerreidae e Scaridae (5); Ariidae, Lutjanidae, Paralichthyidae e Tetraodontidae (3). Juntas, estas 11 famílias representaram 67,37% do total de espécies capturadas. As 9 espécies mais abundantes foram: *Bairdiella ronchus*, *Anchoviella lepidentostole*, *Anchoa tricolor*, *Polydactylus virginicus*, *Lile piquitinga*, *Larimus breviceps*, *Lycengraulis grossidens*, *Chirocentrodon bleekermanus* e *Pomadasys*

corvinaeformis. Juntas representaram 75,4% do total capturado, sendo o restante distribuído entre 86 espécies (Anexo).

Dentre as espécies com frequência de ocorrência maior que 33,0% do período de estudo (Tabela 1), *Albula vulpes*, *Haemulon plumieri*, *Strongylura marina*, *Anchovia clupeioides* e *Atherinella brasiliensis* ocorreram exclusivamente na estação seca, e nenhuma das demais espécies ocorreu exclusivamente na estação chuvosa. Com ocorrência variável (25,0% a 100,0%) dentre os meses da estação chuvosa, apresentaram maior abundância nesta estação: *Cathrops spixii*, *Lutjanus synagris*, *Chirocentrodon bleekermanus*,

Trachinotus falcatus, *T. carolinus*, *Mugil sp.*, *Conodon nobilis*, *B. ronchus* e *Larimus breviceps*. Já *A. lepidentostole*, *L. breviceps*, *L. piquitinga* e *P. virginicus* ocorreram em todos os meses, as duas últimas apresentando maior abundância no período seco (95,7% e 78,3%, respectivamente).

A diversidade apresentou valores médios nos meses de junho, julho, outubro e dezembro de 2005 e se apresentou alta nos meses restantes (março, abril, maio, agosto, setembro e novembro de 2005, e janeiro e fevereiro de 2006), não tendo diferido significativamente entre eles ($H=12,7908$; $p=0,3072$). Embora os índices de riqueza também não tenham

Tabela 1. Frequência de ocorrência (FO) para todo o período de estudo (meses) e para os meses de cada estação (seca e chuvosa) e abundância relativa (AR) acumulada por estação, das espécies mais frequentes na zona de arrebentação da Praia de Jaguaribe, entre março de 2005 e fevereiro de 2006.

Espécie	Abreviatura	FO (%)	FO (%)		AR (%)	
		Meses	Chuvosa	Seca	Chuvosa	Seca
<i>Albula vulpes</i>	Albvul	33,3	0,0	50,0	0,0	100,0
<i>Cathrops spixii</i>	Catspi	33,3	75,0	12,5	87,2	12,8
<i>Haemulon plumieri</i>	Haepflu	33,3	0,0	50,0	0,0	100,0
<i>Strongylura marina</i>	Strmar	33,3	0,0	50,0	0,0	100,0
<i>Anchovia clupeioides</i>	Anccclu	41,7	0,0	62,5	0,0	100,0
<i>Atherinella brasiliensis</i>	Athbra	41,7	0,0	62,5	0,0	100,0
<i>Cetengraulis edentulus</i>	Cetede	41,7	50,0	37,5	30,0	70,0
<i>Lutjanus synagris</i>	Lutsyn	41,7	25,0	50,0	65,4	34,6
<i>Nicholsina usta</i>	Nicust	41,7	25,0	50,0	13,3	86,7
<i>Pseudupeneus maculatus</i>	Psemac	41,7	25,0	50,0	28,6	71,4
<i>Trinectes paulistanus</i>	Tripaul	41,7	0,0	62,5	0,0	100,0
<i>Chaetodipterus faber</i>	Chafab	50,0	25,0	62,5	12,5	87,5
<i>Chirocentrodon bleekermanus</i>	Chible	50,0	75,0	37,5	53,1	46,9
<i>Menticirrhus littoralis</i>	Menlit	50,0	25,0	62,5	46,2	53,8
<i>Strongylura timucu</i>	Strtim	50,0	50,0	50,0	37,5	62,5
<i>Trachinotus falcatus</i>	Trafal	50,0	75,0	37,5	75,9	24,1
<i>Mugil sp.</i>	Mugil sp.	58,3	75,0	50,0	74,1	25,9
<i>Selene vomer</i>	Selvom	58,3	50,0	62,5	58,8	41,2
<i>Syngnathus pelagicus</i>	Synpel	58,3	50,0	62,5	38,5	61,5
<i>Conodon nobilis</i>	Connob	66,7	75,0	62,5	75,0	25,0
<i>Menticirrhus americanus</i>	Mename	66,7	50,0	75,0	50,0	50,0
<i>Lycengraulis grossidens</i>	Lycgro	75,0	50,0	87,5	6,2	93,8
<i>Pomadasys corvinaeformis</i>	Pomcor	75,0	50,0	87,5	4,7	95,3
<i>Trachinotus carolinus</i>	Tracar	75,0	75,0	87,5	83,1	16,9
<i>Anchoa tricolor</i>	Anctric	91,7	100,0	87,5	30,5	69,5
<i>Bairdiella ronchus</i>	Bairon	91,7	100,0	87,5	73,7	26,3
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	Hypuni	91,7	100,0	87,5	54,9	45,1
<i>Anchoviella lepidentostole</i>	Ancllep	100,0	100,0	100,0	59,1	10,9
<i>Larimus breviceps</i>	Larbre	100,0	100,0	100,0	65,1	34,9
<i>Lile piquitinga</i>	Lilpiq	100,0	100,0	100,0	4,3	95,7
<i>Polydactylus virginicus</i>	Polvir	100,0	100,0	100,0	21,7	78,3

diferido entre os meses ($H=18,7042$; $p=0,0666$), maiores valores foram registrados em janeiro e fevereiro de 2006 (respectivamente 5,88 e 6,05) e, com 2,74, julho de 2005 apresentou o menor valor (Anexo).

Em relação ao comprimento dos exemplares capturados, 22 espécies (23,2%) apresentaram comprimento menor que 5,0cm; 45 espécies (47,4%) entre 5,1 e 10,0cm; 20 espécies (21,0%) entre 10,1 e 15,0cm e 8 espécies (8,4%) apresentaram indivíduos com comprimentos maior que 15,0cm, sendo que 6 (6,3%) superaram 20,0cm. Com base no tamanho médio (L_m) dos indivíduos coletados e no tamanho máximo (L_{max}) registrado para cada espécie, observou-se que 54 delas (57,0%) apresentaram

$L_m \leq 0,25 L_{max}$, indicando tratar-se de indivíduos predominantemente jovens. Dentre as 23 espécies de maior porte ($L_{max} \geq 50$ cm), que incluem aquelas de maior interesse comercial, o percentual de jovens correspondeu a 78% (Tabela 2). Nesta tabela, constam as espécies consideradas como de interesse para a pesca de subsistência ou comercial no litoral de Pernambuco, num total de 46 registros (48,0% das espécies).

Com base nos valores de similaridade das comunidades dentre os meses, os mais chuvosos (junho, julho e agosto de 2005) e do início do período seco (setembro e outubro de 2005) foram agrupados (Figura 2 A1 e A2) e diferenciados dos demais (Figura 2B), característicos do período seco (novembro de

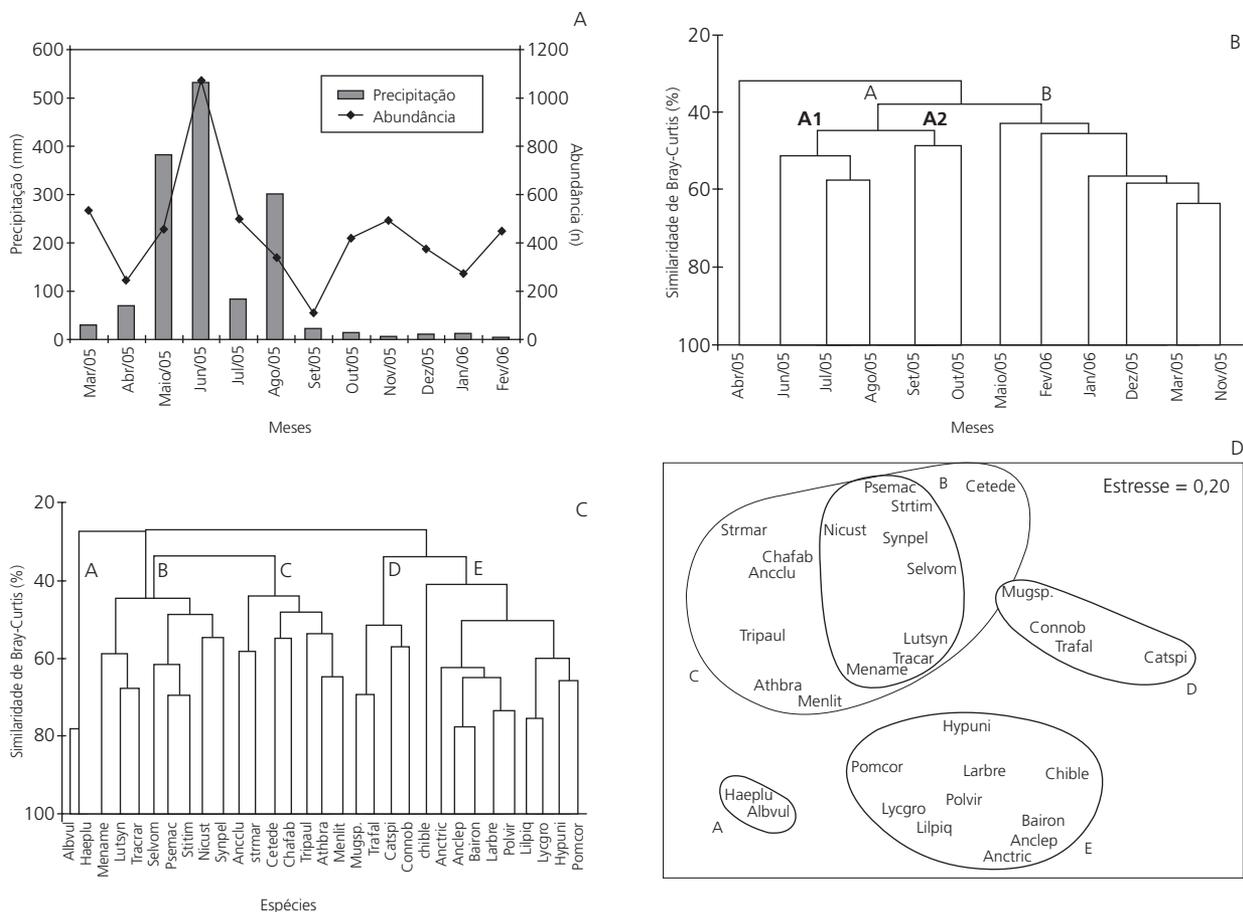


Figura 2. A: Variação mensal da precipitação pluviométrica e da abundância de peixes; B: dendrograma do agrupamento da similaridade entre os meses; C: dendrograma; D: técnica não-métrica de Escalonamento Multidimensional, das espécies de peixes mais frequentes na zona de arrebentação da Praia de Jaguaribe, coletadas entre março de 2005 e fevereiro de 2006. As abreviaturas das espécies constam na Tabela 1.

Tabela 2. Amplitude de tamanho ($L_{\min-\max}$), tamanho médio (L_m) e tamanho máximo (L_{\max}) das espécies de peixes coletadas na zona de arrebentação da Praia de Jaguaribe, entre março de 2005 e fevereiro de 2006.

Espécie	$L_{\min-\max}$ (cm)	L_m (cm)*	L_{\max} (cm)*	Espécie	$L_{\min-\max}$ (cm)	L_m (cm)*	L_{\max} (cm)*
<i>Achirus lineatus</i>	6,2 - 6,5	6,3	23,0	<i>Lile piquitinga</i>	2,1 - 8,6	6,5	15,0
<i>Albula vulpes</i>	2,0 - 10,7	3,7	104,0	<i>Lutjanus analis</i>	6,0	6,0	94,0
<i>Anchoa januaria</i>	4,4 - 6,5	5,8	7,5	<i>Lutjanus synagris</i>	1,4 - 6,4	2,2	60,0
<i>Anchoa lyolepis</i>	2,9 - 6,2	4,9	12,0	<i>Lycengraulis grossidens</i>	4,0 - 14,7	7,8	23,5
<i>Anchoa marinii</i>	4,8 - 7,4	6,0	14,0	<i>Menticirrhus americanus</i>	1,8 - 10,0	4,0	50,0
<i>Anchoa spinifer</i>	5,9 - 9,0	7,5	24,0	<i>Menticirrhus littoralis</i>	2,6 - 14,4	7,9	48,3
<i>Anchoa tricolor</i>	2,3 - 8,9	5,2	11,8	<i>Mugil curvidens</i>	16,8	16,8	10,0
<i>Anchovia clupeioides</i>	7,8 - 12,2	10,3	30,0	<i>Mugil sp.</i>	1,6 - 2,7	2,3	-
<i>Anchoviella lepidentostole</i>	1,7 - 6,9	4,0	11,6	<i>Mycteroperca sp.</i>	2,8	2,8	-
<i>Archosargus probatocephalus</i>	2,9	2,9	91,0	<i>Myrichthys ocellatus</i>	24,9 - 41,4	33,9	110,0
<i>Archosargus rhomboidalis</i>	2,2 - 5,1	3,2	33,0	<i>Nicholsina usta</i>	1,8 - 5,1	3,6	30,0
<i>Aspistor luniscutis</i>	21,0 - 23,1	22,1	15,0	<i>Ocyurus chrysurus</i>	1,8 - 2,5	2,1	86,3
<i>Atherinella brasiliensis</i>	3,4 - 9,8	6,4	16,0	<i>Oligoplites palometa</i>	1,3 - 12,3	5,3	49,7
<i>Bairdiella ronchus</i>	1,6 - 14,2	4,9	35,0	<i>Oligoplites saurus</i>	1,4 - 2,6	2,0	35,0
<i>Bathycongrus dubius</i>	10,2 - 13,2	11,8	44,3	<i>Ophioscion punctatissimus</i>	2,0 - 4,8	3,7	25,0
<i>Boridia grossidens</i>	1,8 - 3,5	2,8	19,2	<i>Ophistonema oglinum</i>	9,1	9,1	38,0
<i>Carangoides bartholomaei</i>	3,7	3,7	100,0	<i>Orthopristis ruber</i>	3,4 - 3,6	3,5	40,0
<i>Caranx crysos</i>	4,8 - 5,1	5,0	70,0	<i>Paralichthys brasiliensis</i>	12,2	12,2	100,0
<i>Caranx latus</i>	2,7 - 2,8	2,8	101,0	<i>Pellona harroweri</i>	2,6 - 4,9	4,4	18,0
<i>Cathorops spixii</i>	6,4 - 17,7	12,2	30,0	<i>Platanichthys platana</i>	2,1 - 2,9	2,5	6,7
<i>Cetengraulis edentulus</i>	6,5 - 13,5	10,1	16,6	<i>Polydactylus virginicus</i>	1,0 - 12,6	4,4	33,0
<i>Chaetodipterus faber</i>	2,6 - 5,4	3,7	91,0	<i>Pomadasys corvinaeformis</i>	1,5 - 8,1	4,7	25,0
<i>Chilomycterus spinosus</i>	3,0 - 5,5	4,3	25,0	<i>Prionotus punctatus</i>	5,4	5,4	40,0
<i>Chirocentrodon bleekeriianus</i>	4,2 - 8,8	6,4	11,0	<i>Pseudupeneus maculatus</i>	4,5 - 9,4	7,1	30,0
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	2,3 - 3,6	2,9	65,0	<i>Rypticus randalli</i>	7,4 - 9,6	8,5	20,0
<i>Citharichthys arenaceus</i>	6,8 - 13,8	10,3	20,0	<i>Sardinella janeiro</i>	3,8 - 4,6	4,2	-
<i>Conodon nobilis</i>	1,5 - 9,5	5,9	33,6	<i>Sciades sp.</i>	6,6	6,6	-
<i>Cryptotomus roseus</i>	1,9 - 2,0	2,0	13,0	<i>Scorpaena plumieri</i>	9,4 - 11,8	10,6	45,0
<i>Cynoscion leiarchus</i>	5,7 - 6,2	6,0	90,8	<i>Selene vomer</i>	1,6 - 11,7	5,0	48,3
<i>Dactylopterus volitans</i>	6,1	6,1	50,0	<i>Sparisoma chrysopterum</i>	2,5 - 8,3	4,5	46,0
<i>Dasyatis guttata</i>	30,0	30,0	200,0	<i>Sparisoma radians</i>	2,4 - 7,4	3,9	20,0
<i>Engraulis anchoita</i>	3,9	3,9	17,0	<i>Sparisoma rubripinne</i>	2,7 - 10,9	5,8	47,8
<i>Etropus crossotus</i>	8,21 - 8,7	8,5	20,0	<i>Sphoeroides greeleyi</i>	4,1 - 8,4	5,6	18,0
<i>Eucinostomus argenteus</i>	5,0	5,0	20,0	<i>Sphoeroides spengleri</i>	1,3	1,3	30,0
<i>Eucinostomus gula</i>	7,2	7,2	23,0	<i>Sphoeroides testudineus</i>	2,2	2,2	38,8
<i>Eucinostomus lefroyi</i>	3,4 - 6,3	4,4	23,0	<i>Stellifer rastrifer</i>	2,9 - 8,6	6,6	20,0
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	4,9 - 7,8	6,2	30,0	<i>Stellifer stellifer</i>	2,4 - 8,2	5,7	14,2
<i>Eucinostomus sp.</i>	2,0	2,0	-	<i>Strongylura marina</i>	12,3 - 31,4	22,3	111,0
<i>Genyatremus luteus</i>	2,7	2,7	37,0	<i>Strongylura timucu</i>	16,8 - 30,6	27,6	61,0
<i>Gymnothorax funebris</i>	11,0	11,0	250,0	<i>Symphurus plagusia</i>	4,4 - 10,0	7,2	25,0
<i>Haemulon aurolineatum</i>	3,1 - 7,0	4,8	25,0	<i>Symphurus tessellatus</i>	4,6 - 5,5	5,1	22,0
<i>Haemulon plumierii</i>	0,7 - 6,4	4,5	53,0	<i>Syngnathus pelagicus</i>	5,0 - 11,4	7,2	18,1
<i>Haemulon sp.</i>	2,5 - 4,4	3,5	-	<i>Thalassophryne nattereri</i>	6,2 - 7,3	6,8	14,0
<i>Haemulon steindachneri</i>	2,5 - 8,4	5,1	30,0	<i>Trachinotus blochii</i>	1,0 - 8,3	3,6	122,0
<i>Harengula clupeiola</i>	9,2 - 10,4	9,8	18,0	<i>Trachinotus carolinus</i>	1,4 - 9,2	3,9	64,0
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	5,2 - 21,5	13,4	30,0	<i>Trinectes paulistanus</i>	6,5 - 9,8	8,3	18,0
<i>Hyporhamphus roberti</i>	12,1 - 14,8	13,5	32,0	<i>Umbrina coroides</i>	3,4 - 11,3	7,0	35,0
<i>Larimus breviceps</i>	1,4 - 12,6	5,1	31,0				

Espécies de importância na pesca comercial e de subsistência no litoral de Pernambuco em negrito. *Valores de L_{\max} conforme Froese & Pauly (2008).

2005 a fevereiro de 2006). A análise de agrupamento e o escalonamento MDS (estresse=0,20) das espécies com $FO \geq 33,3\%$ evidenciou cinco grupos a um nível máximo de similaridade entre eles de 26,8% (Figura 2C e D). O grupo A, com 78,1% de similaridade, foi formado por *A. vulpes* e *H. plumieri*, espécies com ocorrência nos mesmos meses e exclusivamente na estação seca (Anexo). O grupo D, com 52,0% de similaridade, foi formado por *Mugil* sp., *T. falcatus*, *C. spixii* e *C. nobilis*, que apresentaram maior ocorrência e abundância na estação chuvosa (Tabela 2). Os grupos B e C apresentaram similaridade semelhante, respectivamente 44,9% e 43,9%, sendo compostos por espécies com frequências de ocorrência intermediárias no período (33,3% a 50,0%) - B é composto por espécies com abundância relativa variável entre as duas estações e C por espécies com maior abundância na estação seca. O grupo E é composto pelas espécies com maior ocorrência no período de estudo (75% a 100%), mas com abundância relativa dividida entre as estações (Tabela 2).

DISCUSSÃO

A instabilidade espacial e temporal das zonas de arrebentação, resultantes das variações físicas características da exposição ao vento e às ondas, produz uma considerável dinâmica na assembleia de peixes (Romer, 1990).

A despeito do número de indivíduos capturados na Praia de Jaguaribe ter sido inferior àquele registrado em levantamentos semelhantes em outras regiões do Brasil, a riqueza ictiofaunística levantada é superior a muitos deles, mesmo àqueles efetuados na região Nordeste do Brasil. Durante um ano de estudo (agosto de 1998 a junho de 1999) em dois locais da baía fluminense de Sepetiba (RJ), Pessanha & Araújo (2003) capturaram um total de 48 768 indivíduos através de 192 arrastos de praia, registrando 55 espécies pertencentes a 26 famílias. Para o Canal de Santa Cruz, na região de Itamaracá em Pernambuco, Eskinazi (1972) registrou 81 espécies de peixes pertencentes a 38 famílias, com base em levantamentos efetuados entre 1966 e 1969. Vas-

concelos Filho & Oliveira (1999) analisaram resultados de vários trabalhos sobre a ictiofauna do mesmo canal, realizados entre 1966 e 1998, e concluíram que esta é composta por 145 espécies distribuídas em 57 famílias. Por sua vez, entre outubro de 2001 e outubro de 2002, El-Deir (2005) analisou a composição da ictiofauna do estuário do Rio Jaguaribe, localizado cerca de 200m ao norte da Praia de Jaguaribe (local do presente estudo), e coletou 4 602 indivíduos de 62 espécies de 32 famílias.

A relação entre número de espécies e de famílias, que fornece uma ideia do grau de diversidade taxonômica entre famílias (Whitfield, 1994), foi de 2,71 para o presente estudo, superando os valores registrados por: Chaves e Corrêa (1998) para a Baía de Guaratuba (PR) (2,1); Pessanha & Araújo (2003) para a Baía de Sepetiba (RJ) (2,11); Vasconcelos Filho & Oliveira (1999) para o Canal de Santa Cruz (PE) (2,54) e El-Deir (2005) para o estuário do Rio Jaguaribe (PE) (2,14).

De modo semelhante ao observado no presente trabalho, Vasconcelos Filho & Oliveira (1999) também registraram Carangidae e Engraulidae como as famílias com maior número de espécies: 12 e 9, respectivamente. Já El-Deir (2005) citou Carangidae como a segunda maior, em número de espécies (6), no estuário do Rio Jaguaribe, sendo superada apenas por Gerreidae (7).

Dentre as 95 espécies de peixes que ocorreram na zona de arrebentação da Praia de Jaguaribe, 55 delas não ocorreram entre as 75 levantadas na ictiofauna do estuário do Rio Jaguaribe (El-Deir, 2005), apesar da proximidade entre as duas áreas. Por outro lado, dentre aquelas registradas por El-Deir (2005), 33 não ocorreram na zona de arrebentação. Tais dados indicam uma composição distinta da ictiofauna nas duas áreas, possivelmente relacionada aos diferentes habitats disponíveis em cada uma e ao seu papel para o *pool* de espécies costeiras que utilizam zonas de arrebentação e estuários em alguma etapa de seu ciclo de vida - provavelmente relacionado à conectividade entre estes ambientes (Blaber *et al.*, 1995; Vendel *et al.*, 2003).

A zona de arrebentação da Praia de Jaguaribe apresentou uma ictiofauna rica e com uma alta diversidade de espécies na maioria dos meses, sendo que quase metade delas apresenta alguma importância pesqueira na região. A ocorrência predominante de jovens dessas espécies permite ressaltar a importância do ambiente de praia para o seu ciclo vital e a manutenção de seus estoques populacionais.

A análise de agrupamento e a técnica MDS, baseadas nas abundâncias das espécies dentre os diferentes meses, evidenciaram uma ocorrência sazonalmente diferenciada entre elas. Diferenças nas assembleias de peixes entre os meses do ano refletem a importância de fatores ambientais na sua estruturação, como salinidade e precipitação (Clark *et al.*, 1996b; Layman, 2000; Ikejima *et al.*, 2003). Algumas espécies só ocorreram na época seca ou chuvosa, o que pode estar relacionado também à sua dinâmica reprodutiva (Johannes, 1978; Clark *et al.*, 1996b) e ao papel sazonalmente diferenciado deste ambiente - refúgio, sítio de alimentação ou ambiente transicional nas fases iniciais do ciclo de vida.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional, pelo apoio financeiro à realização do presente estudo. À Bióloga Anailza Cristina Galdino da Silva, pela inestimável colaboração durante as atividades de coleta.

REFERÊNCIAS

Baron, R.M.; Jordan, L.K.B. & Spieler, R.E. (2004). Characterization of the marine fish assemblage associated with the nearshore hardbottom of Broward County, Florida, USA. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 60(3):431-43.

Blaber, S.J.M. & Blaber, T.J. (1980). Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. *Journal of Fish Biology*, 17(2):143-62.

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, Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 40(2): 177-93.

Carpenter, K.E. (Ed.) (2002a). *The living marine resources of the Western Central Atlantic*. (Acipenseridae to Grammatidae). Rome: FAO. v.2: Bony fishes part 1.

Carpenter, K.E. (Ed.) (2002b). *The living marine resources of the Western Central Atlantic*. (Ophistognathidae to Molidae), sea turtles and marine mammals. Rome: FAO. v.3: Bony fishes part 2.

Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Nordeste. (2008). Boletim Estatístico da Pesca Marítima e Estuarina do Nordeste do Brasil. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/cepene/index.php?id_menu=61>. (acesso: 3 jul 2008).

Chaves, P.T.C. & Corrêa, M.F.M. (1998). Composição ictiofaunística da área de manguezal da Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 15(1):195-202.

Clark, B.M. (1997). Variation in surf-zone fish community structure across a wave-exposure gradient. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 44(6):659-74.

Clark, B.M.; Benett, B.A. & Lamberth, S.J. (1996a). Factors affecting spatial variability in the seine net catches of fish in the surf zone of False Bay, South Africa. *Marine Ecology Progress Series*, 131:17-34.

Clark, B.M.; Bennett, B.A. & Lamberth, S.J. (1996b). Temporal variations in surf zone fish assemblages from False Bay, South Africa. *Marine Ecology Progress Series*, 131: 35-47.

El-Deir, A.C.A. (2005). *Composição e distribuição espaço-temporal de formas iniciais de peixes do estuário do rio Jaguaribe, Itamaracá, litoral norte de Pernambuco, Brasil*. Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal da Paraíba.

Eskinazi, A.M. (1972). Peixes do Canal de Santa Cruz - Pernambuco - Brasil. *Trabalhos Oeográficos da Universidade Federal de Pernambuco*, 13:283-302.

Félix, F.C.; Spach, H.L.; Hackrad, C.W.; Moro, P.S. & Rocha, D.C. (2006). Abundância sazonal e a composição da assembleia de peixes em duas praias estuarinas da Baía de Paranaguá, Paraná. *Revista Brasileira de Zoociências*, 8(1):35-47.

Field, J.G.; Clarke, K.R. & Warwick, R.M. (1982). A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns. *Marine Ecology Progress Series*, 8:37-52.

Froese, R. & Pauly, D. (Ed.) (2008). FishBase (version 04/2008). Available from: <<http://www.fishbase.org>>. (accessed: 20 Jun 2008).

Gadomski, D.M. & Caddell, S.M. (1991). Effects of temperature on early-life history stages of California halibut *Paralichthys californicus*. *Fisheries Bulletin*, 89(4):567-76.

- Gibson, R.N. (1994). Impact of habitat quality and quantity on the recruitment of juvenile flatfishes. Netherlands. *Journal of Sea Research*, 32(2):191-206.
- Gibson, R.N.; Ansell, A.D. & Robb, L. (1993). Seasonal and annual variations in abundance and species composition of fish and macrocrustacean communities on a Scottish sandy beach. *Marine Ecology Progress Series*, 98:89-105.
- Gibson, R.N.; Robb, L.; Burrows, M.T. & Ansell, A.D. (1996). Tidal, diel and longer term changes in the distribution of fishes on a Scottish sandy beach. *Marine Ecology Progress Series*, 130:1-17.
- Godefroid, R.S.; Santos, C.; Hofstaetter, M. & Spach, H.L. (2001). Occurrence of Larvae and Juveniles of *Eucinostomus argenteus*, *Eucinostomus gula*, *Menticirrhus americanus*, *Menticirrhus littoralis*, *Umbrina coroides* and *Micropogonias furnieri* at Pontal do Sul beach, Paraná. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 44(4):411-8.
- Guerra, N.C.; Kiang, C.H. & Sial, A.N. (2005). Carbonate cements in contemporaneous beachrocks, Jaguaribe beach, Itamaracá island, Northeastern Brazil: petrographic, geochemical and isotopic aspects. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 77(2):343-52.
- Ikejima, K.; Tongnunui, P.; Medej, T. & Taniuchi, T. (2003). Juvenile and small fishes in a mangrove estuary in Trang province, Thailand: seasonal and habitat differences. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 56(3-4):447-57.
- Kempf, M. (1970). Nota Preliminar Sobre os Fundos Costeiros da Região de Itamaracá (Norte do Estado de Pernambuco, Brasil). *Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco*, (9):95-110.
- Johannes, R.E. (1978). Reproductive strategies of coastal marine fishes in the tropics. *Environmental Biology of Fishes*, 3(1):65-84.
- Laboratório de Meteorologia de Pernambuco. (2007). Disponível em: <<http://www.itep.br/LAMEPE.asp#>>. (acesso: 20 jun 2007).
- Lasiak, T.A. (1984). Structural aspects of the surf-zone fish assemblage at King's beach Algoa Bay, South Africa: long-term fluctuations. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 18(4):459-83.
- Layman, C.A. (2000). Fish assemblage structure of the shallow ocean surf-zone on the eastern shore of Virginia barrier islands. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 51(2):201-13.
- Lekve, K.; Stenseth, N.C.; Gjosaeter, J.; Fromentin, J.-M & Gray, J.S. (1999). Spatio-temporal patterns in diversity of a fish assemblage along the Norwegian Skagerrak coast. *Marine Ecology Progress Series*, 178:17-27.
- Lopes, P.R.D. (1999). Nota sobre a alimentação de *Albula vulpes* (Linnaeus, 1758) (Actinopterygii: Albulidae) na Praia de Jaguaribe (Ilha de Itamaracá), Pernambuco. *Stientibus*, 20:15-22.
- Magurran, A.E. (2004). *Measuring biological diversity*. Malden: Blackwell Science.
- Meager, J.J.; Williamson, I. & King, C.R. (2005). Factors affecting the distribution, abundance and diversity of fishes of small, soft-substrata tidal pools within Moreton Bay, Australia. *Hydrobiologia*, 537(1-3):71-80.
- Medeiros, C. & Kjerfve, B. (1993). Hydrology of a tropical estuarine system: Itamaracá, Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 36(5):495-515.
- Nelson, J.S. (1994). *Fishes of the world*. New York: John Wiley & Sons.
- Pessanha, A.L.M. & Araújo, F.G. (2003). Spatial, temporal and diel variations of fish assemblages at two sandy beaches in the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 57(1-2):1-12.
- Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research. (2000). *Plymouth*: Plymouth Marine Laboratory.
- Robertson, A.I. & Lenanton, R.C.J. (1984). Fish community structure and food chain dynamics in the surf-zone of sandy beaches: the role of detached macrophyte detritus. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 84(3):265-83.
- Romer, G.S. (1990). Surf zone fish community and species response to wave energy gradient. *Journal of Fish Biology*, 36(3):279-87.
- StatSoft. (2004). STATISTICA (data analysis software system), version 7. Tulsa: Statsoft Inc.
- Vasconcelos Filho, A.L. & Oliveira, A.M.E. (1999). Composição e ecologia da ictiofauna do Canal de Santa Cruz (Itamaracá - PE, Brasil). *Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco*, 27(1):101-13.
- Vazzoler, A.E.A.M.; Soares, L.S.H. & Cunningham, P.T.M. (1999). Ictiofauna da costa brasileira. In: Lowe-McConnell, R.H. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. São Paulo: Edusp. p.424-67.
- Vendel, A.L.; Lopes, S.G.; Santos, C. & Spach, H.L. (2003). Fish assemblages in a tidal flat. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 46(2):233-42.
- Whitfield, A.K. (1994). A review of Ichthyofaunal biodiversity in Southern African estuarine systems. *Annales de Musee Royal de l'Afrique Centrale, Sciences Zoologiques*, 275:149-63.
- Wilber, D.H.; Clarke, D.G.; Burlos, M.H.; Ruben, H. & WILL, R.J. (2003). Spatial and temporal variability in surf zone fish assemblages on the coast of northern New Jersey. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 56:291-304.

Recebido em: 18/1/2008

Versão final reapresentada em: 27/11/2008

Aprovado em: 31/1/2009

ANEXO

RELAÇÃO TAXONÔMICA DAS ESPÉCIES COLETADAS NA ZONA DE ARREBENTANÇA DA PRAIA DE JAGUARIBE, NO PERÍODO DE MARÇO DE 2005 A FEVEREIRO DE 2006, COM ABUNDÂNCIA MENSAL, PARTICIPAÇÃO RELATIVA E CONSTÂNCIA DENTRE OS MESES DE COLETA

Espécie	Mês												Part. Rel. (%)	Constância	
	Mar/05	Abr/05	Mai/05	Jun/05	Jul/05	Ago/05	Set/05	Out/05	Nov/05	Dez/05	Jan/06	Fev/06			Total
Família DASYATIDAE															
<i>Dasyatis guttata</i> (Bloch & Scheneider, 1801)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,02	8,33
Família ALBUJIDAE															
<i>Albula vulpes</i> (Linnaeus, 1758)	15	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	31	54	1,03	33,33
Família MURAEINIDAE															
<i>Gymnothorax funebris</i> (Ranzani, 1839)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,02	8,33
Família CONGRIDAE															
<i>Bathygobius dubius</i> (Breder, 1927)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	4	0,08	25,00
Família OPHICHTHIDAE															
<i>Myrichthys ocellatus</i> (Lesueur, 1825)	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	4	0,08	25,00
Família PRISTIGASTERIDAE															
<i>Chirocentron bleekerianus</i> (Poey, 1867)	50	0	1	0	34	41	1	0	16	0	0	0	143	2,72	50,00
<i>Pellona harroweri</i> (Fowler, 1917)	0	0	0	1	8	0	0	0	0	0	0	0	9	0,17	16,67
Família CLUPEIDAE															
<i>Harengula clupeiola</i> (Cuvier, 1829)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0,04	16,67
<i>Lile piquitinga</i> (Schreiner & Miranda Ribeiro, 1903)	63	46	2	3	5	3	1	4	44	55	13	63	302	5,73	100,00
<i>Ophistonema oglinum</i> (Lesueur, 1818)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,02	8,33
<i>Platanichthys platana</i> (Regan, 1917)	1	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0,13	25,00
<i>Sardinella janeiro</i> (Eigenmann, 1894)	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,04	8,33
Família ENGRAULIDAE															
<i>Anchoa januaria</i> (Steindachner, 1879)	0	0	0	0	0	2	0	0	0	6	0	0	8	0,15	25,00
<i>Anchoa lyolepis</i> (Evermann & Marsh, 1900)	0	0	0	0	0	7	0	0	5	0	2	0	14	0,27	25,00
<i>Anchoa marinii</i> (Hildebrand, 1943)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	0	0	48	0,91	8,33
<i>Anchoa spinifer</i> (Valenciennes, 1848)	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	3	0	9	0,17	25,00
<i>Anchoa tricolor</i> (Spix & Agassiz, 1829)	117	0	33	120	67	20	3	1	221	166	32	8	788	14,96	91,67
<i>Anchovia clupeioides</i> (Swainson, 1839)	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	2	1	9	0,17	41,67
<i>Anchoviella lepidostole</i> (Fowler, 1911)	104	27	54	290	57	93	33	49	40	4	84	1	836	15,88	100,00

RELAÇÃO TAXONÔMICA DAS ESPÉCIES COLETADAS NA ZONA DE ARREBENTANÇA DA PRAIA DE JAGUARIBE, NO PERÍODO DE MARÇO DE 2005 A FEVEREIRO DE 2006,
COM ABUNDÂNCIA MENSAL, PARTICIPAÇÃO RELATIVA E CONSTÂNCIA DENTRE OS MESES DE COLETA

Continuação

Espécie	Mês												Part. Rel. (%)	Constância	
	Mar/05	Abr/05	Mai/05	Jun/05	Jul/05	Ago/05	Set/05	Out/05	Nov/05	Dez/05	Jan/06	Fev/06			Total
	<i>Cetengraulis edentulus</i> (Cuvier, 1829)	0	0	0	1	2	0	1	2	4	0	0			0
<i>Engraulis anchoita</i> (Hubbs & Marini, 1935)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,02	8,33
<i>Lycengraulis grossidens</i> (Agassiz, 1829)	31	74	2	12	0	0	0	5	33	24	37	7	225	4,27	75,00
Família ARIIDAE															
<i>Aspistor luniscutis</i> (Valenciennes, 1840)	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0,04	16,67
<i>Cathorops spixii</i> (Agassiz, 1829)	0	0	0	48	16	4	10	0	0	0	0	0	78	1,48	33,33
<i>Sciades</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	3	0,06	16,67
Família BATRACHOIDIDAE															
<i>Thalassophryne nattereri</i> (Steindachner, 1876)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0,04	16,67
Família BELONIDAE															
<i>Strongylura marina</i> (Walbaum, 1792)	0	0	0	0	0	0	2	3	0	1	0	1	7	0,13	33,33
<i>Strongylura timucu</i> (Walbaum, 1792)	0	1	2	1	0	0	0	0	1	0	2	1	8	0,15	50,00
Família HEMIRAMPHIDAE															
<i>Hypoerhamphus roberti</i> (Valenciennes, 1847)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0,04	8,33
<i>Hypoerhamphus unifasciatus</i> (Ranzani, 1841)	14	8	6	29	7	14	0	2	1	3	2	16	102	1,94	91,67
Família ATHERINOPSIDAE															
<i>Atherinella brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1825)	3	0	0	0	0	0	0	2	4	3	0	8	20	0,38	41,67
Família SYNGNATHIDAE															
<i>Syngnathus pelagicus</i> (Linnaeus, 1758)	0	2	3	0	0	2	1	2	1	0	0	2	13	0,25	58,33
Família SCORPAENIDAE															
<i>Scorpaena plumieri</i> (Bloch, 1789)	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0,04	8,33
Família TRIGLIDAE															
<i>Prionotus punctatus</i> (Bloch, 1793)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,02	8,33
Família DACTYLOPTERIDAE															
<i>Dactylopterus volitans</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,02	8,33
Família SERRANIDAE															
<i>Mycteroperca</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,02	8,33

RELAÇÃO TAXONÔMICA DAS ESPÉCIES COLETADAS NA ZONA DE ARREBENTACÃO DA PRAIA DE JAGUARIBE, NO PERÍODO DE MARÇO DE 2005 A FEVEREIRO DE 2006, COM ABUNDÂNCIA MENSAL, PARTICIPAÇÃO RELATIVA E CONSTÂNCIA DENTRE OS MESES DE COLETA

Espécie	Mês												Part. Rel. (%)	Constância		
	Mar/05	Abr/05	Mai/05	Jun/05	Jul/05	Ago/05	Set/05	Out/05	Nov/05	Dez/05	Jan/06	Fev/06			Total	
Família GRAMMISTIDAE																
<i>Rypticus randalli</i> (Courtenay, 1967)	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0,04	16,67
Família CARANGIDAE																
<i>Carangoides bartholomaei</i> (Cuvier, 1833)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,02	8,33
<i>Caranx crysos</i> (Mitchill, 1815)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0,04	8,33
<i>Caranx latus</i> (Agassiz, 1831)	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0,04	8,33
<i>Chloroscombrus chrysurus</i> (Linnaeus, 1766)	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0,09	16,67
<i>Oligoplites palometa</i> (Cuvier, 1832)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	0,06	16,67
<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	4	0,08	16,67
<i>Selene vomer</i> (Linnaeus, 1758)	1	0	7	3	0	0	2	0	1	0	2	1	17	17	0,32	58,33
<i>Trachinotus carolinus</i> (Linnaeus, 1766)	4	2	72	1	0	1	0	1	4	1	1	2	89	89	1,69	75,00
<i>Trachinotus blochii</i> (Lacépède, 1801)	10	2	14	23	4	0	1	0	0	0	0	0	54	54	1,03	50,00
Família LUTJANIDAE																
<i>Lutjanus analis</i> (Cuvier, 1828)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0,02	8,33
<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)	4	9	34	0	0	0	0	0	0	0	3	2	52	52	0,99	41,67
<i>Ocyurus chrysurus</i> (Bloch, 1791)	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	0,11	8,33
Família GERREIDAE																
<i>Eucinostomus argenteus</i> (Baird & Girard, 1855)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0,02	8,33
<i>Eucinostomus gula</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0,02	8,33
<i>Eucinostomus lefroyi</i> (Goode, 1874)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	52	55	55	1,04	25,00
<i>Eucinostomus melanopterus</i> (Bleeker, 1863)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	6	6	0,11	16,67
<i>Eucinostomus</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,02	8,33
Família HAEMULIDAE																
<i>Boridia grossidens</i> (Cuvier, 1830)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	3	0,06	16,67
<i>Conodon nobilis</i> (Linnaeus, 1758)	1	2	0	14	3	13	3	2	0	0	0	2	40	40	0,76	66,67
<i>Genyatremus luteus</i> (Bloch, 1790)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0,02	8,33
<i>Haemulon aurolineatum</i> (Cuvier, 1830)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	15	15	0,28	8,33
<i>Haemulon plumieri</i> (Lacépède, 1801)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9	52	65	65	1,23	33,33
<i>Haemulon</i> sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0,04	16,67

Continuação

RELAÇÃO TAXONÔMICA DAS ESPÉCIES COLETADAS NA ZONA DE ARREBENTANÇA DA PRAIA DE JAGUARIBE, NO PERÍODO DE MARÇO DE 2005 A FEVEREIRO DE 2006,
COM ABUNDÂNCIA MENSAL, PARTICIPAÇÃO RELATIVA E CONSTÂNCIA DENTRE OS MESES DE COLETA

Continuação

Espécie	Mês												Part. Rel. (%)	Constância		
	Mar/05	Abr/05	Mai/05	Jun/05	Jul/05	Ago/05	Set/05	Out/05	Nov/05	Dez/05	Jan/06	Fev/06			Total	
<i>Haemulon steindachneri</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	6	10	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	0,80	25,00
<i>Orthopristis ruber</i> (Cuvier, 1830)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0,04	8,33
<i>Pomadasy corvinaeformis</i> (Steindachner, 1868)	33	8	4	0	0	2	0	1	6	4	5	64	127	127	2,41	75,00
Família SPARIDAE																
<i>Archosargus probatocephalus</i> (Walbaum, 1792)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0,02	8,33
<i>Archosargus rhomboidalis</i> (Linnaeus, 1758)	0	4	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	11	11	0,21	25,00
Família SCIAENIDAE																
<i>Bairdiella ronchus</i> (Cuvier, 1830)	27	0	27	387	163	66	25	139	22	6	4	6	872	872	16,56	91,67
<i>Cynoscion leiarchus</i> (Cuvier, 1830)	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0,04	8,33
<i>Larimus breviceps</i> (Cuvier, 1830)	14	1	54	108	4	17	12	21	23	9	9	9	281	281	5,34	100,00
<i>Menticirrhus americanus</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	25	0	0	1	1	1	10	1	5	8	52	52	0,99	66,67
<i>Menticirrhus littoralis</i> (Holbrook, 1847)	4	0	0	0	12	0	0	2	4	3	1	0	26	26	0,49	50,00
<i>Ophioscion punctatissimus</i> (Meek & Hildebrand, 1925)	1	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	0,19	25,00
<i>Stellifer rastrifer</i> (Jordan, 1889)	0	0	0	0	0	35	1	1	0	0	0	0	37	37	0,70	25,00
<i>Stellifer stellifer</i> (Bloch, 1790)	0	0	0	0	97	7	1	0	0	0	0	0	105	105	1,99	25,00
<i>Umbrina coroides</i> (Cuvier, 1830)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	12	19	19	0,36	25,00
Família MULLIDAE																
<i>Pseudupeneus maculatus</i> (Bloch, 1793)	1	2	2	0	0	0	0	0	1	0	1	0	7	7	0,13	41,67
Família EPHIPPIDIDAE																
<i>Chaetodipterus faber</i> (Broussonet, 1782)	1	0	1	0	0	0	1	1	3	1	0	0	8	8	0,15	50,00
Família MUGILIDAE																
<i>Mugil curvidens</i> (Valenciennes, 1836)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0,02	8,33
<i>Mugil</i> sp.	3	0	4	11	5	0	1	2	0	0	1	0	27	27	0,51	58,33
Família POLYNEMIDAE																
<i>Polydactylus virginicus</i> (Linnaeus, 1758)	19	2	61	10	10	5	5	148	35	15	22	64	396	396	7,52	100,00
Família SCARIDAE																
<i>Cryptotomus roseus</i> (Cope, 1871)	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	2	0,04	16,67
<i>Nicholsina usta</i> (Valenciennes, 1840)	0	0	2	0	0	0	1	4	0	0	7	1	15	15	0,28	41,67

RELAÇÃO TAXONÔMICA DAS ESPÉCIES COLETADAS NA ZONA DE ARREBENTANÇA DA PRAIA DE JAGUARIBE, NO PERÍODO DE MARÇO DE 2005 A FEVEREIRO DE 2006,
COM ABUNDÂNCIA MENSAL, PARTICIPAÇÃO RELATIVA E CONSTÂNCIA DENTRE OS MESES DE COLETA

Espécie	Mês												Part. Rel. (%)	Constância	
	Mar/05	Abr/05	Mai/05	Jun/05	Jul/05	Ago/05	Set/05	Out/05	Nov/05	Dez/05	Jan/06	Feb/06			Total
<i>Sparisoma chrysopterygum</i> (Bloch & Schneider, 1801)	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	8	0,15	8,33
<i>Sparisoma radians</i> (Valenciennes, 1840)	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0,13	8,33
<i>Sparisoma rubripinne</i> (Valenciennes, 1840)	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0,38	8,33
Família PARALICHTHYIIDAE															
<i>Citharichthys arenaceus</i> (Everman & Marsh, 1900)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,04	8,33
<i>Etropus crossotus</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0,04	16,67
<i>Paralichthys brasiliensis</i> (Ranzani, 1842)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,02	8,33
Família ACHIRIDAE															
<i>Achirus lineatus</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,06	25,00
<i>Trinectes paulistanus</i> (Miranda Ribeiro, 1915)	0	2	0	0	0	0	0	6	3	4	3	0	18	0,34	41,67
Família CYNOGLOSSIDAE															
<i>Symphurus plagusia</i> (Bloch & Schneider, 1801)	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0,04	16,67
<i>Symphurus tessellatus</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0,04	8,33
Família TETRAODONTIDAE															
<i>Sphoeroides greeleyi</i> (Gilbert, 1785)	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	0,11	16,67
<i>Sphoeroides spengleri</i> (Linnaeus, 1785)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0,02	8,33
<i>Sphoeroides testudineus</i> (Linnaeus, 1758)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,02	8,33
Família DIODONTIDAE															
<i>Chilomycterus spinosus</i> (Linnaeus, 1758)	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,04	16,67
Total	535	244	456	1073	498	337	110	419	495	375	273	451	5266	100,00	
Espécies (S)	31	27	32	23	18	22	23	33	27	28	34	38			
Riqueza de Margalef (DM)	4,78	4,73	5,06	3,15	2,74	3,61	4,68	5,30	4,19	4,56	5,88	6,05			
Diversidade de Shannon (H')	3,57	3,42	3,82	2,65	2,97	3,25	3,27	2,71	3,07	2,94	3,70	3,89			

Conclusão



ARTIGO | ARTICLE

Vocalização de saguis-de-tufo-preto (*Callithrix penicillata*): identificação e descrição de sons e respostas comportamentais

*Communication among black tufted-ear marmosets (Callithrix penicillata):
identification and description of sounds and behavioral responses*

Alessandra de Barros¹
Claudia Eiko Yoshida¹

RESUMO

A vocalização em primatas arborícolas é especialmente importante como sinal de comunicação em ambientes de florestas densas, que dificultam o contato visual entre esses animais. O repertório vocal de espécies do gênero *Callithrix* está sempre relacionado a algum comportamento, sendo responsável por toda a coordenação do grupo. Este trabalho teve por objetivo conhecer o repertório vocal do *Callithrix penicillata* (sagui-de-tufo-preto), suas respostas, os contextos comportamentais envolvidos e a análise da estrutura física de cada vocalização. O estudo ocorreu de março a agosto de 2007, visando o registro das vocalizações de um grupo de sete indivíduos de saguis, num fragmento florestal da cidade de Jundiá, interior paulista. As observações foram feitas a 5m dos indivíduos, com auxílio de uma filmadora digital Panasonic PV-GS9, totalizando 83 sessões de observação e 1 832 gravações de vocalização. Para a análise da estrutura física dos chamados foi utilizado o programa Avisoft SasLab Light. O repertório vocal de *Callithrix penicillata* se constituiu de "phe", "tseek", "nga", "hihihi" e alarme entre adultos; "phe", "tseek" e "hihihi", entre jovens; e "phe" e "tseek", entre infantes. As vocalizações estiveram relacionadas a coesão de grupo, estresse por defesa de alimento ou proteção ao infante, agonismo, forrageio e comportamento anti-predatório. A análise sonográfica apontou diferenças na estrutura corporal das sílabas de uma mesma vocalização emitidas por indivíduos em diferentes faixas etárias. A vocalização "phe" apresentou grande oscilação de frequência nos jovens (2 a 27kHz) e nos adultos (2 a 10kHz), enquanto nos infantes a frequência se manteve em torno de 6kHz. Os adultos apresentaram um repertório vocal mais variado em relação aos jovens e infantes e, uma mesma vocalização,

¹ Associação Mata Ciliar. Av. Emílio Antonon, 1000, Chácara Aeroporto, 13212-010, Jundiá, SP, Brasil. Correspondência para/
Correspondence to: C.E. YOSHIDA. E-mail: <ceyoshida2005@yahoo.com.br>.

apresentou diferentes respostas, dependendo do emissor e do seu contexto comportamental.

Palavras-chave: Callitrichidae. Cebidae. Etologia. Primata. Vocalização

ABSTRACT

Vocalization among arboreal primates is particularly important as a means of communication within the dense forest environments, which make it difficult for these animals to maintain visual contact. The vocal repertoire of the species of the genus Callithrix always linked to a particular type of behavior, which is responsible for the coordination of the whole group. The objective of this essay is to become acquainted with the vocal repertoire of Callithrix penicillata (black tufted-ear marmosets), their responses, the behavioral situations involved as well as with a subsequent analysis of the morphological structure of each vocalization. The study took place between March and August 2007, with the aim of recording the vocalizations of a group of seven individual marmosets, in a section of a forest, located in the city of Jundiá, in the state of São Paulo, Brazil. The observations were recorded from a distance of 5 meters from the individual marmosets, with the aid of a Panasonic PV-GS9 digital camera, with a total of 83 observation sessions and 1,832 vocalization recordings. The Avisoft SasLab Light program was used for analyzing the morphological structure of the vocalizations (calls). The vocal repertoire of the Callithrix penicillata included the following sounds: "phe", "tseek", "nga", "hihihi" and alarm sounds, in adults; "phe", "tseek" and "hihihi", in the young adults; and "phe" and "tseek", in infants. The vocalizations (calls) were related to: cohesion of the group, stress due to the defense of food or the protection of an infant, competitiveness, foraging and anti-predatory behavior. The sonographic analysis pointed to differences in the morphological structure of the syllables of the same vocalization, emitted by individuals from different age groups. The vocalization of "phe" showed greater frequency oscillation in young adults (2 to 27 kHz) and in adults (2 to 10 kHz), while in infants the frequency stayed around 6 kHz. The adults presented a wider vocal repertoire than the young adults and infants, and the same vocalization evoked different behavioral responses, depending on the producer of the sound and the behavioral context.

Key words: Callitrichidae. Cebidae. Ethology. Primates. Vocalization.

INTRODUÇÃO

O estudo da comunicação vocal em animais pode revelar diversos aspectos ecológicos e comportamentais de uma espécie. Os sinais auditivos são de extrema importância para animais que vivem em ambiente de folhagens muito densas, porque estas atuam como barreira e dificultam a comunicação visual entre os animais (Mendes & Melo, 2000).

Além disso, os sinais acústicos, dentre todas as formas de comunicação, é a que possui maior potencial de transmissão: geralmente é possível saber de onde vem um som, sem necessariamente estar

olhando para o emissor, ao contrário do que acontece com outros sinais, como olfativos, visuais e gestuais (Altmann, 1974).

Considerando o sistema de comunicação animal, para neutralizar os efeitos causados na vocalização pelo ruído ambiental, os primatas ajustam a amplitude e a duração das sílabas de acordo com o aumento ou a diminuição do ruído de fundo. Como exemplo, destaca-se o estudo realizado por Brumm *et al.* (2004) com pequenos primatas do Novo Mundo, onde foi verificado em *Callithrix jacchus* (sagui-de-tufo-branco) que a prolongação da duração e amplitude das sílabas de chamada aumentam com

os níveis de ruído do fundo, e a troca de informação entre indivíduos depende de fatores ambientais, como os efeitos causados por ruídos abióticos (vento, chuva, água) e bióticos (sinais acústicos de outras espécies).

O repertório vocal dos primatas é bem diversificado e, em geral, está associado a algum comportamento. De acordo com Krebs & Davies (1996), as informações sobre a idade e o sexo do animal e as considerações contextuais da vocalização são essenciais para o entendimento da função do sinal vocal.

As espécies de *Callithrix* são ótimos modelos para se estudar os aspectos físicos da vocalização, pois, conforme os estudos realizados por Epple (1968), nota-se variedades de chamados e, de acordo com Brumm *et al.* (2004), existe bom conhecimento sobre uso, produção e repertório vocal desses animais.

Epple (1968), ao descrever as vocalizações deste gênero animal, constatou diferenças significativas no repertório vocal de jovens e adultos (sete tipos de sons) em relação aos filhotes (três tipos de sons), e os chamados indicariam perturbação, dor, fome, frio ou contato com outro animal do grupo.

No estudo de vocalização de *Callithrix* verifica-se o emprego de terminologias diferentes para um mesmo canto - "*twitter*" (Brumm *et al.*, 2004) e "*phe*" (Epple, 1968; Oliveira & Ades, 2004; Bezerra, 2006) são utilizados para o canto formado predominantemente por quatro sílabas curtas e, quando emitido, leva ao comportamento de coesão do grupo.

Bezerra (2006) chamou a atenção para o fato de que uma mesma vocalização pode ocorrer em vários contextos diferentes e não significar necessariamente a mesma mensagem. Dependendo do contexto comportamental em que o animal se encontra, o significado do som pode conter mensagens diferentes. Segundo a autora, um exemplo disso em espécies de *Callithrix* seria o canto "*phe*", que pode significar "manter contato entre os indivíduos do mesmo grupo", quando os animais estão em forrageamento ou deslocamento, ou "delimitar território", quando ocorre o contato com indivíduos de grupos distintos.

Trabalhos sobre análise e descrição física das vocalizações de *Callithrix*, através de sonogramas, foram realizados para as espécies de *C. jacchus*, *C. penicillata*, *C. aurita*, *C. geoffroyi* e *C. kuhlli* (Epple, 1968; Mendes, 1997; Brumm *et al.*, 2004; Oliveira & Ades, 2004; Bezerra, 2006). Assim, foi possível constatar que, apesar de as vocalizações do gênero *Callithrix* aos ouvidos humanos parecerem praticamente as mesmas, as espécies possuem frequências muito próximas que se diferem em relação à duração, da sílaba ou do canto, ou ao número de notas frequentemente usado para o chamado.

Dos estudos realizados com vocalização de *Callithrix*, o destaque dado por Mendes (1997) foi a utilização das características físicas do canto como caráter taxonômico de distinção das espécies de saguis. Outro aspecto encontrado pelo autor foi a resposta comportamental de aproximação de Callitrichidae em função das vocalizações gravadas em *playback*. Tal estímulo indica a possibilidade do uso de *playback* de chamados de coesão e/ou agregação do grupo para atrair indivíduos, facilitando captura e posterior manejo dos mesmos, tanto em cativeiro quanto em vida livre.

O conhecimento da vocalização, do repertório vocal e das respostas comportamentais das espécies de Callitrichidae se torna importante ferramenta para captura, manejo e monitoramento de populações invasoras do ambiente urbano e potenciais transmissoras de doenças humanas, como é o caso de *C. penicillata* na região Sudeste (De Paula *et al.*, 2005).

Desta forma, o presente trabalho teve por objetivos identificar e descrever o repertório vocal e as respostas comportamentais de um grupo de saguis-de-tufo-preto (*Callithrix penicillata*) de vida livre em um fragmento florestal localizado em Jundiá, São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em um fragmento florestal de aproximadamente 15mil m² na cidade de Jundiá, interior do estado de São Paulo (Figura 1). As observações ocorreram em um local utilizado

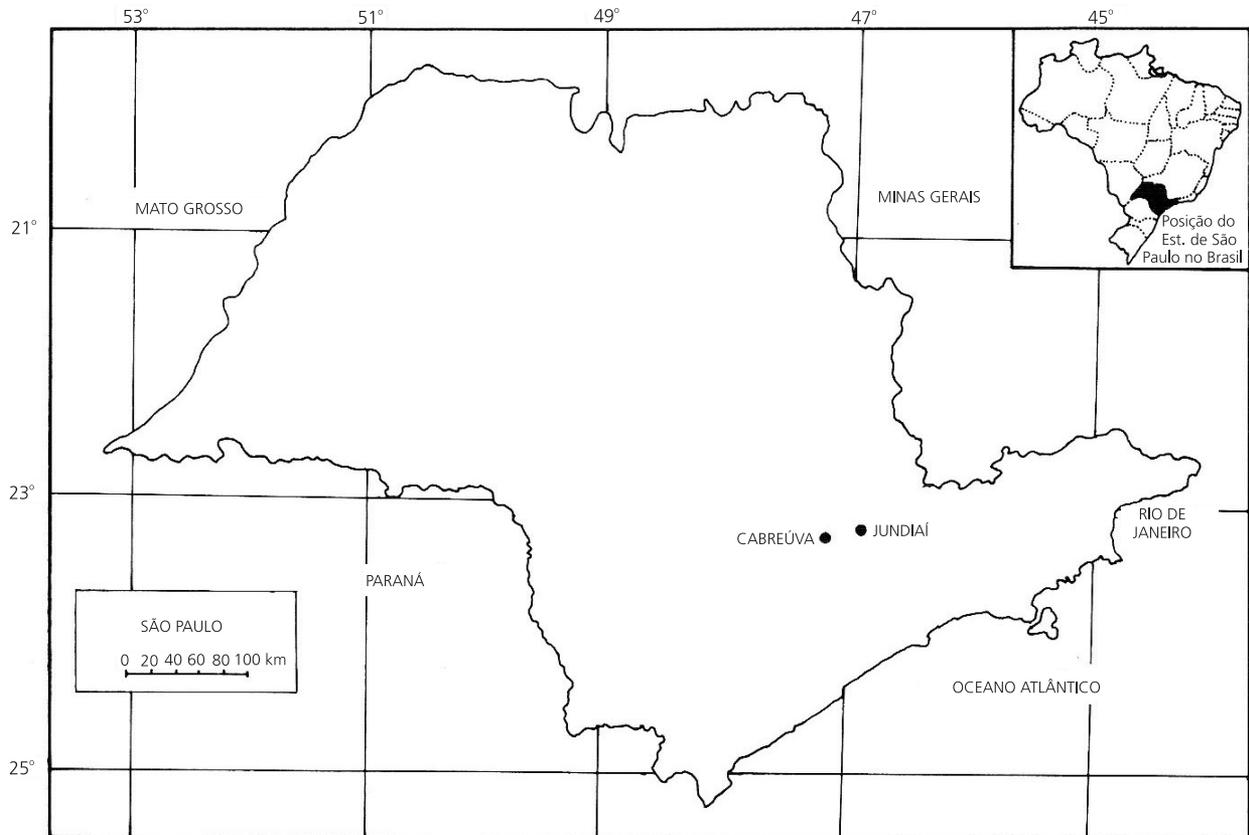


Figura 1. Mapa da localização da cidade de Jundiá, interior do estado de São Paulo. Março a agosto de 2007.

Fonte: Morellato & Leitão-Filho, 1992.

como área de forrageamento pelos saguis-de-tufos-pretos (*Callithrix penicillata*), devido à presença de eucaliptos, árvores frutíferas e cultivos de bananas, uvas e morangos.

De acordo com o tamanho corporal e as características da pelagem, foram identificados, em um grupo de sete indivíduos da espécie *C. penicillata*, quatro adultos, dois jovens e um infante, segundo classificação descrita por Yamamoto (1991). Esse grupo foi estudado semanalmente, nos meses de março a agosto de 2007, em sessões de observação com uma hora de duração, entre 13h e 17 horas.

A determinação das categorias comportamentais de *C. penicillata* foi baseada no trabalho realizado por Epple (1968) junto a observações dos animais, através do método animal focal e registro

ad libitum dos comportamentos (Altmann, 1974; Martin & Bateson, 1993).

Levando em conta a vocalização, as categorias comportamentais consideradas foram: 1) Coesão do grupo: os animais fazem contato uns com os outros, mantendo-se sempre agrupados; 2) Agonismo: briga entre indivíduos jovens ou adultos do grupo; 3) Estresse/defesa de alimento: animal em alerta com a aproximação de algum indivíduo durante a alimentação, ou irritação do infante devido à ausência dos pais; 4) Forrageio: animais em busca de alimento, mexendo em troncos e folhas de árvores; 5) Gritos de Alerta: sinalização da presença de predador.

Definidas as categorias comportamentais, o grupo de saguis foi filmado a uma distância de 5 a 10m (Bezerra, 2006) através da filmadora digital Panasonic PV-GS9, o microfone direcional embutido

garantiu maior nitidez do som, reduzindo a interferência de ruídos externo e facilitando maior precisão na análise. A vantagem de se gravar a vocalização com filmadoras é o registro de imagens da espécie e do seu habitat, o que auxilia tanto a identificação do animal, quanto o armazenamento de dados de sua história natural (Santos, 1994).

As imagens e vocalizações gravadas foram utilizadas posteriormente para quantificação e análise das características físicas do som e para identificação das respostas comportamentais dos indivíduos.

Os sonogramas foram confeccionados através do programa *Avisoft SasLab Light*, com as versões digitalizadas dos sons em uma frequência de entrada de 16kHz e um número de pontos igual a 256, *Overlap* em 50% e *Window Flat Top*. O programa possui função de redução de ruídos, isolando somente as faixas de frequência de interesse que irão gerar o sonograma (Brumm *et al.*, 2004).

As análises foram feitas segundo as características físicas utilizadas por Mendes (1997) e seguindo os parâmetros: duração da sílaba (T), intervalo entre sílabas (DT), frequência mínima (FMi), frequência máxima (FMa), frequência inicial (FI), frequência final (FF) e vocalização/chamado (conjunto de sílabas).

A taxa de ocorrência de cada vocalização emitida nas diferentes faixas etárias foi determinada utilizando-se a equação: $T_{oc} = \frac{n_s}{\Sigma n_s} \times 100$

Onde:

T_{oc} = taxa de ocorrência de uma vocalização
 n_s = número de sessões em que uma determinada vocalização ocorreu

Σn_s = número total de sessões em que ocorreram todas as vocalizações

A partir do cálculo da taxa de ocorrência, as vocalizações foram classificadas de acordo com Dajoz (1973): rara (0-25%), ocasional (25-50%) e frequente (acima de 50%).

A frequência relativa das vocalizações foi calculada a partir da seguinte equação:

$$Fr = \frac{n_v}{\Sigma n_v} \times 100$$

Onde:

Fr = frequência relativa de uma vocalização

n_v = número total de uma determinada vocalização

Σn_v = número total de vocalizações

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características físicas dos chamados devem facilitar a comunicação do grupo à distância. No caso dos saguis estudados, a distância entre eles, determinada visualmente, esteve em torno de 10 metros.

Analisando a Tabela 1, verifica-se que a vocalização de *C. penicillata*, apresentou, em geral, frequência de 6kHz e duração de 0,4 a 5,6 segundos. Uma vocalização bastante contínua, composta por inúmeras notas curtas, em tom muito alto e apresentada a uma frequência de 6kHz, o chamado de alarme foi emitido na presença de *Polyborus plancus*, conhecido popularmente como carcará. De acordo com Brumm *et al.* (2004), chamados altos formados por notas curtas facilitam a comunicação intraespecífica à distância e dificultam a localização do emissor pelos predadores.

Apesar de não possuírem nenhuma semelhança relativa à função do chamado, as vocalizações "tseek", "nga" e "hihihi" apresentaram características físicas similares, como a duração da sílaba de 0,1s e a predominância de 3 a 4 notas por chamado (Tabela 1). A distinção se dá na frequência. Na vocalização "nga", emitida durante as brigas entre os indivíduos do grupo, é de 8kHz com sílabas bastante ruidosas. Emitidas em direção aos outros membros do grupo como sinal de irritação quando a fêmea dominante se encontra com o infante (nos infantes tal vocalização ocorre junto ao "phe"), as vocalizações "tseek" são caracterizadas por estalos agudos e possuem frequência de 4kHz. Por fim, o chamado "hihihi", emitido por adultos que estão forrageando, foi identificado por sílabas de duração curta, em uma frequência de 6kHz.

Tabela 1. Descrição das vocalizações emitidas por indivíduos da espécie *Callithrix penicillata*, avaliadas estruturalmente através dos sonogramas, quanto à resposta comportamental, frequência média (kHz), duração e número de sílabas do canto. Jundiá (SP), março a agosto de 2007.

Vocalização	Resposta comportamental	Freq. Média kHz	Duração		Número de sílabas no canto	Sonograma
			Sílabas	Canto		
"phe"	Coesão do grupo	6,0	1,2s	5,6s	2 a 8 sílabas	
"nga"	Agonismo	8,0	<0,1s	0,4s	4 sílabas 3 sílabas	
"tseek"	Estresse/Defesa de alimento	4,0	<0,1s	1,2s		
"hihihi"	Forrageio	6,0	<0,1s	0,4s	3 sílabas	
Alarme	Gritos de alerta	6,0	0,1s	>3min	6 sílabas a cada 2s	

Segundo Mendes (1997), a faixa de frequência entre 5 e 9kHz com predominância de 6kHz é uma característica comum aos calitriquídeos, que normalmente possuem vocalizações agudas com grande proximidade estrutural, inclusive entre espécies de gêneros diferentes.

Os aspectos físicos da comunicação sonora também dependem das características de propagação do som no ambiente, ruídos naturais e faixas de frequências utilizadas por outras espécies (Brumm *et al.*, 2004; Viellard, 2004).

De acordo com Yamamoto (1991), vocalizações agudas (em torno de 8kHz) são esperadas em espécies como o *C. jacchus*, que vivem em áreas abertas onde a atenuação do som por obstáculos é menor. Porém, um estudo realizado por Mendes (1997) mostrou que para os calitriquídeos o som agudo ocorre em espécies viventes tanto em áreas abertas quanto em florestas densas, como é o caso do *C. kuhli* - apesar de apresentar uma vocalização bastante aguda, em torno de 7 a 8 kHz, vive em florestas tipicamente fechadas. Pode-se dizer assim que os chamados agudos de *Callithrix* estão numa faixa de frequência em que as perdas por atenuação de amplitude e reverberação não são tão grandes e estas interferências podem ser compensadas por vocalizações potentes e tonais (Mendes, 1997).

O chamado "phe", que variou tanto em frequência como em duração, pode ter função intra-grupo, mantendo a coesão entre os indivíduos do grupo, ou extra-grupo, fazendo contato com indivíduos de algum outro grupo, a fim de impor limites quanto ao uso do território. Segundo Epple (1968), a vocalização "phe" emitida por infantes indica sentimento de perturbação ou rejeição nos primeiros momentos de afastamento dos pais, que antes estavam sempre presentes.

A mais distinta de todas as vocalizações apresentadas, "phe" possui duração média da sílaba e do chamado em torno de 1,2s e 5,6s, respectivamente - bem acima da média. O número de sílabas presentes no chamado variou entre dois e seis, porém foi possível notar uma predominância de seis notas na vocalização de contato (Tabela 1). Mendes (1997)

sugeriu que tal predominância no número de notas, poderia ser usada como caráter de distinção entre as espécies de *Callithrix* como, por exemplo, *C. aurita* que pode apresentar até dez notas por chamado, sendo facilmente diferenciado de *C. penicillata*, com apenas seis notas.

A faixa de frequência encontrada neste trabalho reflete o estudo realizado por Richard & Wiley (1980): frequências intermediárias (2 a 8kHz) são mais convenientes para comunicação à longa distância, pois a interferência da vegetação aumenta a reverberação em frequências altas e o solo aumenta a reverberação em frequências baixas.

Outro aspecto mencionado por Brumm *et al.* (2004) para vocalizações com frequências altas (acima de 5kHz) é que, mesmo podendo ser uma vocalização atenuada facilmente em ambientes florestais, sons mais agudos forneceriam informações mais precisas sobre origem e fonte do emissor.

Considerando todas as vocalizações realizadas entre os indivíduos do grupo estudado, os chamados "phe", "tseek" e "hihihi" foram os que apresentaram maior frequência relativa por serem formas de contato entre o grupo, de defesa e de busca por alimento (Figura 2). Ao contrário, "nga" e "alarme" foram menores provavelmente pelo fato de a espécie apresentar baixo índice de agressividade entre os membros do grupo, e pelo baixo número de vezes em que houve a presença de predadores (*Polyborus plancus*).

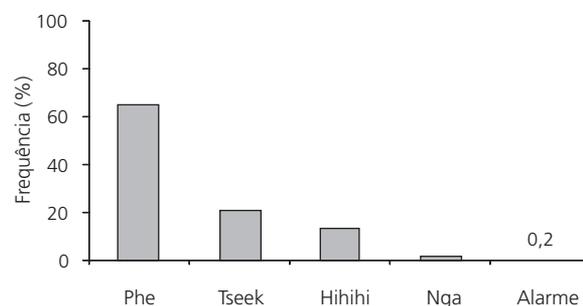


Figura 2. Frequência (%) das vocalizações emitidas pelo grupo de *Callithrix penicillata* estudado. Número total de vocalizações registradas = 1 832. Jundiá (SP), março a agosto de 2007.

A ocorrência das vocalizações “phe”, “tseek” e “hihihi” em adultos e jovens foi constante ($c > 50\%$). A chamada “nga” em adultos foi ocasional ($25 \leq c < 50\%$) e as vocalizações “phe”, “tseek” do infante e “alarme” de adultos foram raras ($c < 25\%$) (Tabela 1).

A faixa etária dos animais influenciou no repertório vocal apresentado. Os adultos emitiram um repertório mais variado, porém a frequência de emissão do som “phe” foi menor do que nos jovens. Já o infante apresentou um repertório simplificado, bastante distinto quanto à duração das vocalizações - que eram menos frequentes (Figura 3).

As vocalizações “hihihi” e “nga” muitas vezes foram emitidas a uma distância em que não era possível verificar se o emissor se tratava de um animal jovem ou adulto, assim, a taxa de ocorrência dessas vocalizações se deu através da soma das duas faixas etárias (Tabela 2).

A diferença de repertório decorrente da faixa etária pode ser explicada pelo fato de os infantes estarem em fase de aprendizado da “linguagem”, enriquecendo o repertório vocal através da convivência com indivíduos adultos do grupo (Yamamoto, 1991; Mendes, 1997).

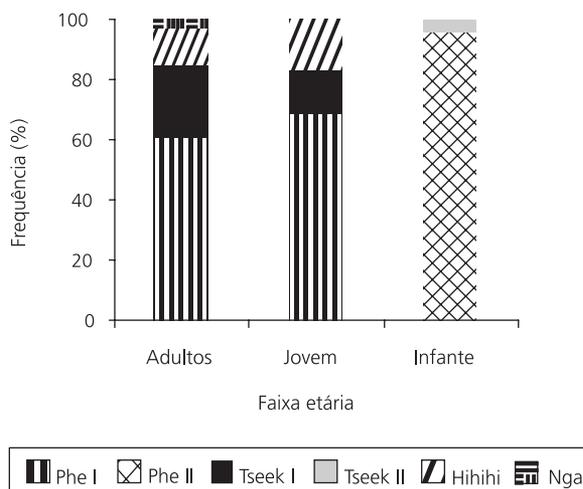


Figura 3. Frequência (%) do uso das vocalizações de *Callithrix penicillata* de acordo com a faixa etária. Jundiá (SP), março a agosto de 2007.

Tabela 2. Taxa de ocorrência de cada vocalização emitida por *Callithrix penicillata*, relativa ao número total de sessões de observação em que ocorreu vocalização ($\Sigma n_s = 83$). Jundiá (SP), março a agosto de 2007.

Vocalização	Ocorrência (%)
Phe (adultos)	97
Phe (jovens)	93
Phe (infantes)	19
Tseek (adultos)	74
Tseek (jovens)	61
Tseek (infantes)	9
Hihihhi (adultos e jovens)	54
Nga (adultos e jovens)	31
Alarme (adultos)	3

CONCLUSÃO

O repertório vocal do sagui-de-tufo-preto se mostrou amplo e variado, indicando comportamentos relacionados a coesão entre o grupo, estresse, forrageio, agonismo e alerta. A idade dos animais foi um fator de influência não somente nos tipos de vocalizações presentes no repertório, como também na frequência de uso e nas características físicas das mesmas.

A resposta comportamental a cada vocalização dependeu do contexto comportamental em que se encontrava cada indivíduo, ou seja, variou de acordo com o estado emocional momentâneo e o ambiente em que o animal se encontrava. Os adultos apresentaram vocalizações com frequências mais baixas do que as dos animais mais jovens.

Através da análise sonográfica foi possível verificar diferenças na estrutura corporal das sílabas de uma mesma vocalização emitidas por indivíduos em diferentes faixas etárias.

REFERÊNCIAS

- Altmann, J. (1974). Observational study of behaviour: sampling methods. *Behaviour*, 49:267-77.
- Bezerra, B.M. (2006). *Vocalização do sagüi comum: influências sociais e ontogênicas em ambiente natural*. Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal de Pernambuco.

- Brumm, H.; Voss, K.; Köllmer, I. & Todt, D. (2004). Acoustic communication in noise: regulation of call characteristics in a New World monkey, *The Journal of Experimental Biology*, 207(3):443-8.
- Dajoz, R. (1973). *Ecologia geral*. Rio de Janeiro: Vozes.
- De Paula, H.M.G.; Távora, R.S.; Almeida, M.V.; Pelegrini, L.S. & Silva, G.V. (2005). Estudos Preliminares da presença de saguis no município de Bauru, São Paulo, Brasil. *Neotropical Primates*, 13(3):6-11.
- Epple, G. (1968) Comparative studies on vocalization in marmosets monkeys (Hapalidae). *Folia Primatologica*, 8(1):1-40.
- Krebs, J.R. & Davies, N.B. (1996). *Introdução à ecologia comportamental*. São Paulo: Atheneu.
- Martin, P. & Bateson, P. (1993). *Measuring behavior: an introductory guide*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mendes, S.L. (1997). *Padrões biogeográficos e vocais em Callithrix do grupo jacchus (Primates, Callitrichidae)*. Tese, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.
- Mendes, L.S. & Melo D.F. (2000). Emissão de gritos longos por grupos de *Callicebus nigrifrons* e suas reações a play-back. In: Alonso, C. & Langguth, A. (Ed.). *A primatologia no Brasil*. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba. p.215-22.
- Morellato, L.P.C. & Leitão-Filho, H.F. (1992). Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In: Morellato L.P.C. (Ed.). *História natural da Serra do Japi*. Campinas: Unicamp. p.112-40.
- Oliveira, A.G.D. & Ades, C. (2004). Long-distance calls in neotropical primates. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 76(2):393-8.
- Richards, D.G. & Wiley R.H. (1980). Reverberations and amplitude fluctuations in the propagation of sound in a forest: implications for animal communication. *American Naturalist*, 115(3):381-99.
- Santos, A.S.R. (1994). A importância da vocalização na identificação das aves. *Boletim Centro de Estudos Ornitológicos*, (10):1-45.
- Vielliard, J.M.E. (2004). A Diversidade de sinais e sistemas de comunicação sonora na fauna brasileira. *Anais do I Seminário Música Ciência e Tecnologia*, 1(1):145-52.
- Yamamoto, M.E. (1991). Comportamento social do gênero *Callithrix* em cativeiro. *A Primatologia no Brasil*. In: Rylands A.B. & Vale C. (Org.). *A primatologia no Brasil*. Belo Horizonte: Littera Maciel/Biodiversitas. v.3. p.63-81.
- Recebido em: 24/5/2008
Versão final reapresentada em: 31/10/2008
Aprovado em: 3/12/2008



ARTIGO | ARTICLE

Comunidades de formigas em dois ciclos de cultivo de arroz irrigado na planície costeira do Rio Grande do Sul

Ant communities in two cycles of an irrigated rice cultivation in the coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil

Aline Bianca Moraes¹
Elena Diehl²

RESUMO

Algumas espécies de formigas têm a capacidade de explorar e se adaptar a ambientes perturbados, enquanto outras sofrem grandes reduções na densidade de suas populações, podendo, inclusive, serem extintas localmente. As inundações são consideradas como importantes perturbações na dinâmica das populações dos organismos edáficos. Como a cultura do arroz irrigado tem seus períodos de plantio, colheita e entressafra, caracterizados pelas variações nos níveis de inundação, poder-se-ia esperar alterações na riqueza e composição das comunidades dos organismos do solo. Assim, este trabalho objetivou avaliar a comunidade de formigas nos períodos de plantio, colheita e entressafra em dois ciclos de cultivo (2004/2005 e 2005/2006) em uma área (29°31'S; 50°54'W) na planície costeira do Rio Grande do Sul. Por período, foram feitas cinco repetições, sendo que em cada uma, foram traçados três transectos de 50m, onde foram feitas coletas com iscas de sardinha e com armadilhas de solo. A riqueza total observada foi de 24 espécies. O valor da riqueza estimada, para as amostras com iscas ($S_{est}=19,9$) ou com armadilhas de solo ($S_{est}=24,9$), foi similar ao da riqueza observada por cada técnica, indicando que o esforço amostral foi suficiente. Em todos os períodos dos dois ciclos, a espécie dominante foi *Solenopsis invicta* Buren. Comparando a riqueza observada nos três períodos do Ciclo 1 com as do Ciclo 2, a diferença não foi significativa ($\chi^2=0,631$; g.l.=2). Também não houve diferenças significativas quando

¹ Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Laboratório de Insetos Sociais. São Leopoldo, RS, Brasil.

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Departamento de Fitossanidade, Laboratório 2 Bioecolab. Av. Bento Gonçalves, 7712, 91540-000, Porto Alegre, RS, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: E. DIEHL. E-mail: <elena.diehl@pq.cnpq.br>.

Apoio: Fundação de Apoio à Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS: 03500330) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq: 306310/2003-1).

realizada a comparação entre os períodos do Ciclo 1 ($\chi^2=0,500$; g.l.=2) ou do Ciclo 2 ($\chi^2=0,298$; g.l.=2). Apesar de ocorrerem mudanças no nível da lâmina d'água de um período para outro, as variações na riqueza e composição de espécies entre períodos e entre ciclos foram muito pequenas, possivelmente pelo pequeno espaço de tempo decorrido entre eles.

Palavras-chave: Formicidae. Insecta. Mirmecofauna de solo. Rizicultura.

ABSTRACT

*Some ant species can explore and adapt themselves to disturbed environments, while others undergo large reductions in their population density and could become locally extinct. Flooding is considered a major disturbance to the dynamics of soil organism populations. Irrigated rice fields have their own periods for planting, harvesting and time between harvests, characterized by variations in the degree of flooding, which could change the richness and composition of a soil organism community. This work aimed to evaluate the ant communities during the three different periods (planting, harvesting and time between harvests) during two cycles of the rice cultivation in an area (29°31'S; 50°54'W) located on the coastal plain of Rio Grande do Sul. By cycle, for each period, ants were sampled using sardine baits and soil traps along three 50m transects. For each period in both cycles, five replications were carried out. The total richness observed was 24 species. The estimated richness for bait samples ($S_{est}=19.9$) and for soil traps ($S_{est}=24.9$) was similar to the observed richness for each one of these techniques, indicating that the sample size was sufficient. In each period of the two cycles, the dominant species was *Solenopsis invicta* Buren. Comparing the richness observed in the three periods of Cycle 1 with those of Cycle 2, the difference was not significant (Chi-square=0.631; d.f.=2). There were also no significant differences when comparing the periods of Cycle 1 (Chi-square=0.500; d.f.=2) or of Cycle 2 (Chi-square=0.298; d.f.=2). Although there were changes in the level of the water depth from one period to another, the variations in the richness and composition of species between periods and between cycles were very small, possibly because of the short space of time that had elapsed between them.*

Key words: Formicidae. Insecta. Soil ant fauna. Rice cultivation.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos dez maiores produtores mundiais de arroz (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2005) sendo que, das suas culturas anuais, a rizicultura ocupa uma posição de destaque tanto do ponto de vista social como econômico (Neves *et al.*, 2004). A Região Sul contribui, em média, com 53% da produção nacional, sendo o Rio Grande do Sul o maior produtor com oferta anual de aproximadamente cinco milhões de toneladas de arroz em sistema irrigado. Atualmente, são cultivados no estado cerca de 950 mil hectares, com uma produtividade média em torno de 5 500kg por

hectare, pouco abaixo dos EUA, da Austrália e do Japão.

Os solos cultivados com arroz irrigado no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina são, principalmente, de várzea, formados por planícies de rios, lagoas e lagunas (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2005). Assim, estes solos naturalmente úmidos foram significativamente reduzidos nos últimos 100 anos com a produção agrícola (Olk *et al.*, 1998). O cultivo do arroz irrigado necessita de uma irrigação contínua com um controle da lâmina de água. O uso de máquinas para arar e nivelar o solo a fim de manter este nível de água na superfície

pode exacerbar os problemas de compactação do solo, mudando, conseqüentemente, sua estrutura, aeração e capacidade de retenção de água (Lal, 2000). Microflora, microfauna e macrofauna também são afetadas pela rizicultura (Gijsman *et al.*, 1997), sendo que a falta de oxigênio imposta pelo cultivo irrigado e a aplicação de produtos químicos resultam na redução drástica de abundância e diversidade dos organismos de solo (Roger, 1996).

Nos ecossistemas terrestres, a diversidade de espécies de formigas aumenta conforme a complexidade estrutural do habitat (Hölldobler & Wilson, 1990; Fowler *et al.*, 1991). Os sítios de nidificação, a área de forrageamento, a quantidade de alimento disponível e a interação competitiva entre as espécies são fatores que influenciam esse aumento (Morais & Benson, 1988; Hölldobler & Wilson, 1990; Folgarait, 1998). Em ambientes tropicais, as florestas possuem um número de espécies bastante elevado, enquanto nas formações vegetais mais homogêneas, como em campos de gramíneas, é mais reduzido. Em zonas temperadas, a riqueza de espécies de formicídeos é mais uniforme, pois os níveis de complexidade estrutural dos ambientes não são tão pronunciados (Kusnezov, 1957; Benson & Harada, 1988; Castro *et al.*, 1990; Fowler *et al.*, 1991; Silva & Brandão, 1999).

Na Austrália, as formigas foram consideradas como um dos grupos de invertebrados com o mais importante papel na pirâmide de fluxo de energia (Majer, 1983). Elas também desempenham funções no controle da população de outros invertebrados (Silva & Brandão, 1999). Em muitos habitats tropicais de solo seco, onde somente espécies predadoras são importantes como agentes no controle biológico, as formigas exercem uma grande influência sobre outros organismos. Certas espécies, como *Solenopsis geminata* (Fabricius) e algumas do gênero *Pheidole*, são conhecidas como predadoras de pragas em muitos sistemas de arroz de sequeiro nos trópicos (Way & Khoo, 1992). Nas Filipinas, *S. geminata* foi muitas vezes observada predando sérias pragas do arroz naquele país: hemípteros, lepidópteros, ovos e juvenis do caracol-dourado (*Pomacea canaliculata* Lamarck) (Way *et al.*, 1998).

Algumas espécies de formigas se adaptam muito bem a ambientes perturbados e podem ser as primeiras a colonizarem esses locais (Alonso & Agosti, 2000). Rainhas e operárias de espécies do gênero *Formica* podem sobreviver por mais de quatorze dias submersas na água em hibernação, consumindo de 5 a 20% do oxigênio utilizado em situação normal (Grylzenberg & Rosengren, 1984). *S. geminata*, quando se encontra em ambientes inundados, forma enormes bolas de operárias para proteger suas reprodutoras e flutuam na água até encontrar um ambiente mais seco (Litsinger *et al.*, 1986). Durante as inundações na floresta Amazônica, operárias de *Acromyrmex lundii carli* (Santschi) se deslocam sobre a superfície da água à procura de locais secos, como galhos e troncos, até as águas baixarem (Adis, 1982).

Apesar de as formigas apresentarem inúmeras estratégias de sobrevivência, Majer & Delabie (1994) observaram, a cada ano na Amazônia, uma considerável redução na riqueza de espécies quando o solo sofria inundações. Uetz *et al.* (1979) constataram que, quando ocorrem repetidas inundações além da redução da abundância de artrópodes, também sofrem alterações outros fatores influentes na distribuição e abundância deste grupo, tais como os locais de nidificação, a temperatura e a umidade do solo.

Nas Filipinas, no período em que a cultura de arroz está inundada, a fauna de formigas fica confinada a forragear apenas em cima das taipas, embora elas também possam forragear no solo embarrado durante intervalos entre as inundações e também sobre o dossel fechado da plantação do arroz. Quando ele está maduro e a irrigação é interrompida, as formigas têm seu habitat ampliado, podendo, assim, se moverem livremente nos campos até o próximo cultivo ser inundado (Way *et al.*, 1998).

Considerando os fatos acima, este trabalho teve por objetivo descrever e comparar a fauna de formigas nos períodos de plantio, colheita e entressafra, caracterizados pelas variações nos níveis de inundações do solo, em uma área de cultivo de arroz irrigado no município de Santo Antônio da Patrulha, na região da Planície Costeira do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

Na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, entre os municípios de Osório e Torres, as lagoas maiores batem diretamente contra o sopé da Serra Geral, especialmente junto à lagoa dos Barros. Isto tem por consequência uma grande diferença entre a vegetação dos lados atlântico e continental. No lado atlântico, onde se localiza Santo Antônio da Patrulha, há juncais, campo seco, parques de figueiras, gerivás, cedros, louros, timbaúvas e mata brejosa. A vegetação do lado continental é completamente diferente, sendo que desce até a planície, penetrando na vegetação do litoral, mas no domínio da serra (Rambo, 2005). O clima da região, segundo a classificação climática de Köppen, é subtropical úmido (cfa).

As coletas de formigas foram realizadas de novembro de 2004 a julho de 2006, em uma plantação comercial (29°31'00"S, 50°54'00"W) junto à beira da BR-290, no município de Santo Antônio da Patrulha, na Planície Costeira do Rio Grande do Sul.

As formigas foram coletadas durante o plantio, colheita e entressafra de dois ciclos consecutivos de cultivo de arroz, sendo os períodos do primeiro ciclo denominados Plantio 1, Colheita 1 e Entressafra 1 e, os do segundo, Plantio 2, Colheita 2 e Entressafra 2. Para cada período foram selecionadas, como repetições, cinco áreas em cima das taipas, em uma área total de 40,28ha. Por repetição, foram traçados três transectos de 50m, afastados entre si outros 50m, ao longo dos quais foram conduzidas as coletas utilizando armadilhas de solo e iscas de sardinha.

As armadilhas de solo de interceptação e queda (tipo *pitfall*) consistiram de potes plásticos de 300mL (enterrados até a borda superior), contendo 100mL de álcool 70%, água e detergente. Por transecto, foram distribuídas cinco armadilhas afastadas 10m entre si, totalizando 15 armadilhas por repetição. As iscas de sardinha foram colocadas sobre papel filtro e fixadas no solo com palitos de madeira. Por transecto, as iscas foram distribuídas a cada 10m, totalizando 15 iscas por repetição. As armadilhas

permaneceram enterradas durante 48 horas, enquanto as iscas foram recolhidas duas horas após sua colocação.

As formigas coletadas foram transferidas para vidros, com álcool 70%, contendo todos os dados (nome do coletor, local, data, repetição, número do transecto e número da armadilha ou isca). A identificação em nível de gênero seguiu Bolton (1994) e Fernández (2003). As formigas do gênero *Acromyrmex* foram identificadas de acordo com a chave de Mayhé-Nunes (1991). Para os demais gêneros, as espécies e morfoespécies foram identificadas por comparação com a Coleção de Formicidae do Laboratório de Insetos Sociais da Universidade do Vale dos Sinos, onde o material testemunho está depositado.

A riqueza observada (S_{obs}) foi obtida pelo somatório do número das espécies coletadas em todos os pontos de amostragem em cada repetição e período. A riqueza estimada (S_{est}) foi calculada utilizando os pontos de amostragem pelo estimador de riqueza Jackknife de primeira ordem, com o auxílio do programa *EstimateS* (versão 7.5.2). Por serem insetos sociais, a abundância relativa foi calculada a partir do número de ocorrências de cada espécie nas iscas e armadilhas de solo dividido pelo número total de iscas e armadilhas colocadas, e não pelo número total de indivíduos coletados por ponto de amostragem (Leal & Lopes, 1992).

A comparação da composição de espécies em todos os períodos foi feita pela representação em cluster no programa estatístico *SISTAT* (versão 11.5). Foi usado o teste do Qui-Quadrado no programa *BioEstat* (versão 2.0) para verificar se houve diferenças significativas na riqueza quando comparados os números de espécies coletadas nos três períodos do Ciclo 1 com os três do Ciclo 2, assim como entre os períodos de plantio, colheita e entressafra em cada ciclo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos três períodos (plantio, colheita e entressafra) dos dois ciclos, foram coletadas 24 espécies

de formigas, pertencentes a 13 gêneros, dez tribos e cinco subfamílias. Myrmicinae apresentou o maior número de espécies (11), seguido por Formicinae (8) e Dolichoderinae (3). De Ponerinae e Pseudomyrmecinae, foi coletada apenas uma espécie (Tabela 1).

Apesar da baixa complexidade estrutural do ambiente, o número total de espécies de formigas (24) coletadas na área de cultivo de arroz irrigado se assemelha ao obtido (20) em uma área suburbana (Haubert *et al.*, 1998) ou em um remanescente de floresta inundável às margens do Rio dos Sinos, ambos em São Leopoldo (Marchioretto & Diehl, 2006). Por sua vez, foram amostradas 60 espécies em um ambiente com grande complexidade vegetal,

como a Praia da Pedreira, no Parque Estadual de Itapuã, Viamão (Diehl *et al.*, 2005).

Durante o plantio, a colheita e a entressafra do primeiro ciclo foram registradas respectivamente 18, 19 e 15 espécies, enquanto nos mesmos períodos do segundo ciclo foram coletadas 14, 16 e 17 espécies. Comparando as riquezas observadas nos três períodos do Ciclo 1 com as riquezas observadas nos períodos do Ciclo 2, as diferenças não foram significativas ($\chi^2=0,631$; g.l.=2). Também não houve diferenças significativas quando realizada a comparação entre os períodos do Ciclo 1 ($\chi^2=0,500$; g.l.=2), nem entre os períodos do Ciclo 2 ($\chi^2=0,298$; g.l.=2). Estes resultados indicam que as variações do nível da lâmina de água e de outras perturbações do manejo

Tabela 1. Frequências, absoluta e relativa [N(%)]*, dos táxons de formigas nos períodos de plantio, colheita e entressafra em dois ciclos de cultivo de arroz irrigado em Santo Antônio da Patrulha (RS), 2004/2005 e 2005/2006.

Subfamília	Tribo	Táxon	Plantio		Colheita		Entressafra		Total
			1	2	1	2	1	2	
Dolichoderinae	Dolichoderini	<i>Dorymyrmex</i> sp.1	10(5,6)	5(2,8)	4(2,2)	0(-)	0(-)	2(1,1)	21(1,9)
		<i>Linepithema</i> sp.	35(19,4)	18(10,0)	40(22,2)	30(16,7)	27(15,0)	32(17,8)	182(16,9)
		<i>Tapinoma</i> sp.3	1(0,6)	0(-)	2(1,1)	0(-)	0(-)	0(-)	3(0,3)
Formicinae	Plagiolepidini	<i>Brachymyrmex heeri</i>	0(-)	0(-)	3(1,7)	2(1,1)	2(1,1)	7(3,9)	14(1,3)
		<i>Brachymyrmex</i> sp.1	1(0,6)	0(-)	0(-)	1(0,6)	0(-)	3(1,7)	5(0,5)
		<i>Brachymyrmex</i> sp.2	5(2,8)	15(8,3)	9(5,0)	6(3,3)	2(1,1)	22(12,2)	59(5,5)
		<i>Brachymyrmex</i> sp.4	0(-)	0(-)	1(0,6)	0(-)	0(-)	0(-)	1(0,1)
	Camponotini	<i>Camponotus</i> sp.5	76(42,2)	16(8,9)	23(12,8)	7(3,9)	8(4,4)	9(5,0)	139(12,9)
		<i>Camponotus</i> sp.6	1(0,6)	0(-)	0(-)	0(-)	0(-)	0(-)	1(0,1)
	Lasiini	<i>Paratrechina</i> sp.	15(8,3)	4(2,2)	1(0,6)	0(-)	0(-)	1(0,6)	21(1,9)
		<i>Paratrechina</i> sp.3	0(-)	3(1,7)	0(-)	1(0,6)	0(-)	0(-)	4(0,4)
Myrmicinae	Attini	<i>Acromyrmex ambiguus</i>	3(1,7)	0(-)	4(2,2)	5(2,8)	2(1,1)	0(-)	14(1,3)
		<i>Acromyrmex heyeri</i>	5(2,8)	2(1,1)	6(3,3)	7(3,9)	7(3,9)	1(0,6)	28(2,8)
		<i>Acromyrmex lundii</i>	1(0,6)	0(-)	0(-)	0(-)	0(-)	0(-)	1(0,1)
		<i>Cyphomyrmex</i> sp.1	5(2,8)	5(2,8)	1(0,6)	0(-)	2(1,1)	0(-)	13(1,2)
	Pheidolini	<i>Pheidole diligens</i>	12(6,7)	7(3,9)	24(13,3)	9(5,0)	13(7,2)	10(5,6)	75(6,9)
		<i>Pheidole</i> gr. <i>fallax</i>	4(2,2)	5(2,8)	3(1,7)	4(2,2)	10(5,6)	12(6,7)	38(3,5)
		<i>Pheidole</i> sp.2	6(3,3)	0(-)	7(3,9)	8(4,4)	9(5,0)	7(3,9)	37(3,4)
		<i>Pheidole</i> sp.5	23(12,8)	20(11,1)	9(5,0)	20(11,1)	15(8,3)	21(11,7)	108(10,0)
	Solenopsidini	<i>Solenopsis invicta</i>	38(21,1)	7(3,9)	45(25,0)	16(8,9)	59(32,8)	28(15,6)	193(17,9)
		<i>Solenopsis</i> sp.	1(0,6)	7(3,9)	1(0,6)	0(-)	6(3,3)	2(1,1)	17(1,6)
Ponerinae	Blepharidattini	<i>Wasmannia</i> sp.	0(-)	4(2,2)	2(1,1)	2(1,1)	1(0,6)	2(1,1)	11(1,0)
Pseudomyrmecinae	Ponerini	<i>Hypoponera foreli</i>	0(-)	0(-)	2(1,1)	8(4,4)	0(-)	4(2,2)	14(1,3)
	Pseudomyrmecini	<i>Pseudomyrmex</i> sp.5	0(-)	0(-)	0(-)	1(0,6)	1(0,6)	1(0,6)	3(0,3)
Riqueza			24	18	14	19	16	15	17

[N(%): número observado e frequência relativa de encontros de cada táxon no total de armadilhas de solo e iscas de sardinha colocadas.

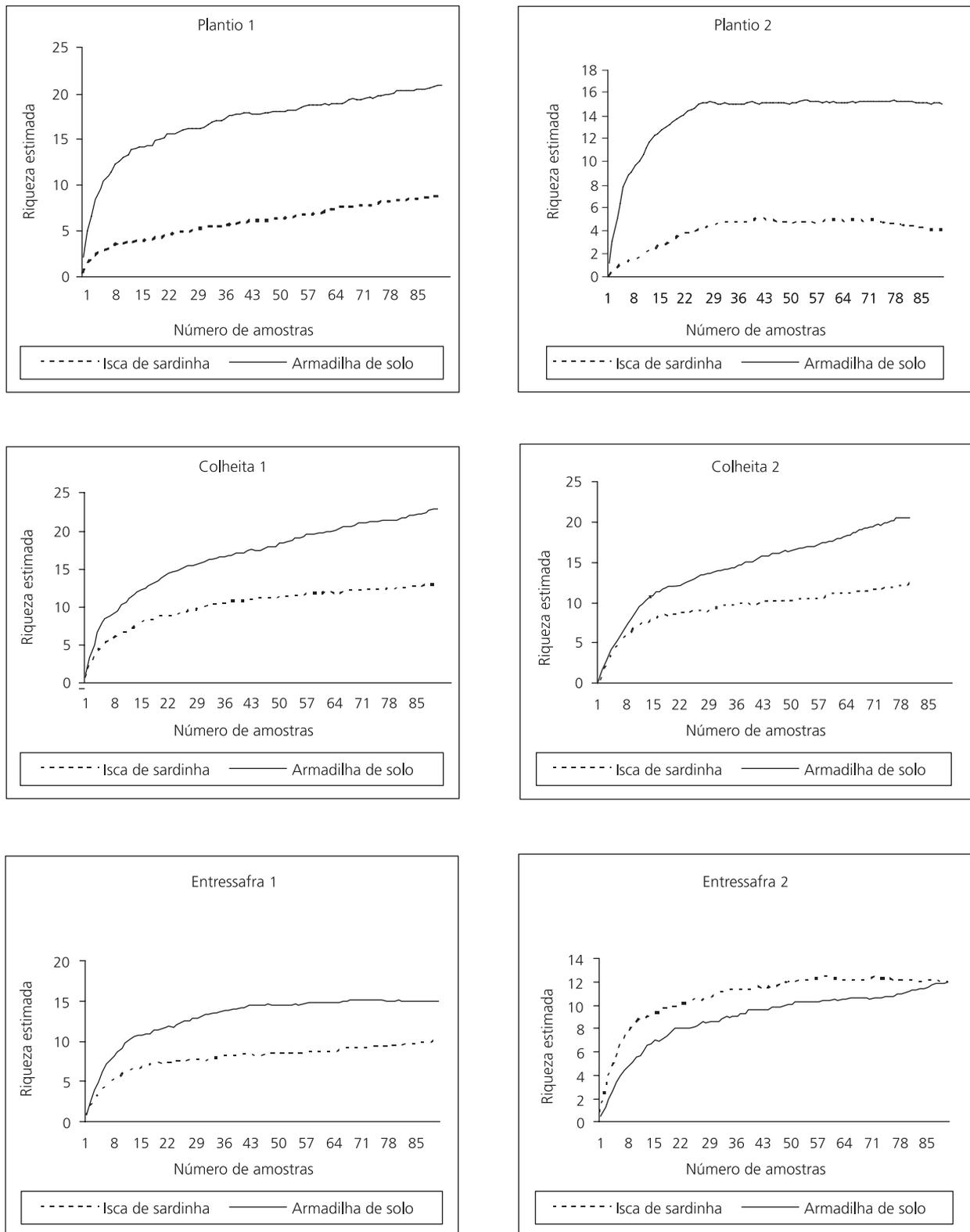


Figura 1. Curvas de riqueza estimada de espécies de formigas coletadas com armadilhas de solo e iscas de sardinha em cada período de dois ciclos de cultivo de arroz irrigado em Santo Antônio da Patrulha (RS), 2004/2005 e 2005/2006.

do cultivo de arroz não foram suficientemente diferentes para influenciar na riqueza das formigas. No entanto, para muitos autores, diversas práticas agrícolas (implantação de pastagens, irrigação, drenagem, adubação, lavração ou colheita) podem reduzir a biodiversidade e/ou a biomassa de formigas e a densidade de suas colônias (Diaz, 1991; Perfecto & Snelling, 1995; Radfort *et al.*, 1995). Apesar desta redução, muitas espécies parecem tolerar e se recuperar (resistência) ou voltar a invadir (resiliência) as mesmas áreas após uma perturbação (Folgarait, 1998).

A espécie que teve maior frequência relativa de ocorrência no Plantio 1 foi *Camponotus* sp.5, enquanto no Plantio 2 foi *Pheidole* sp.5. Tanto na Colheita 1 como na Entressafra 1, *Solenopsis invicta* foi a espécie mais frequente, enquanto na Colheita 2 e na Entressafra 2, foi *Linepithema* sp. (Tabela 1). Considerando os dados conjuntos dos dois ciclos, as espécies mais abundantes foram *S. invicta* (18%), *Linepithema* sp. (17%) e *Camponotus* sp.5 (13%) (Tabela 1). Embora Litsinger *et al.* (1986) tenham relatado que em arrozais nas Filipinas operárias de uma espécie do gênero *Solenopsis* formam bolas para proteger suas reprodutoras e flutuar sobre a área inundada, este comportamento não foi observado na cultura de arroz avaliada em Santo Antônio da Patrulha. Marchioretto & Diehl (2006) consideraram *S. Invicta* resistente às inundações, sendo que essa espécie foi a mais frequente no remanescente de floresta inundável amostrado.

Considerando cada período e técnica de amostragem (Figura 1) por ciclo, os dados mostram que o esforço amostral empregado foi adequado. No Plantio 1, a riqueza observada nas armadilhas de solo foi de 17 espécies, representando 81,1% da riqueza estimada ($S_{est}=21,0$), enquanto, nas iscas de sardinha, a riqueza observada foi de apenas seis espécies, correspondendo a 66,9% da riqueza estimada ($S_{est}=9,0$). Durante o Plantio 2, foram observadas 14 espécies nas armadilhas de solo e quatro nas iscas de sardinha, representando, respectivamente, 93,4% e 100,0% das riquezas estimadas que foram

de 15,0 para as armadilhas de solo e de 4,0 para as iscas de sardinha.

Por entressafra, o esforço amostral empregado com ambas as técnicas de coleta (Figura 1) foi suficiente para revelar, no mínimo, 75% das respectivas riquezas estimadas. Também foi suficiente para os períodos de colheita, sendo que os números de espécies observadas representaram mais de 70% das riquezas estimadas. Somente na Entressafra 2, a eficiência das armadilhas de solo foi equivalente à das iscas de sardinha. Em todos os outros períodos, as armadilhas foram mais eficientes, coletando um maior número de espécies que as iscas.

Comparando os dados totais (Figura 2), os resultados indicam que o esforço amostral empregado foi suficiente, sendo que, com as armadilhas de solo, 88,4% da riqueza estimada foi amostrada, enquanto as iscas de sardinha amostraram 80,4%. A riqueza observada durante os dois ciclos com as

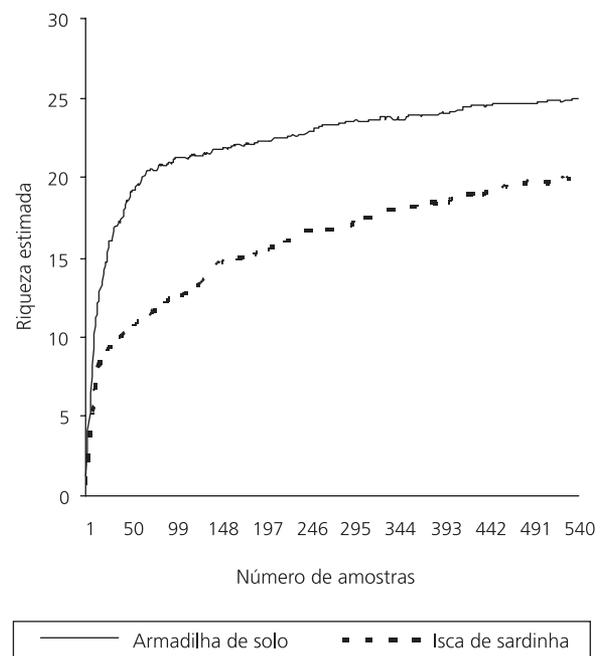


Figura 2. Curvas de riqueza total estimada de espécies de formigas utilizando armadilhas de solo e iscas de sardinha em área de cultivo de arroz irrigado em Santo Antônio da Patrulha (RS), 2004/2005 e 2005/2006.

armadilhas de solo ($S_{obs}=22$) foi inferior à estimada ($S_{est}=24,9$), o mesmo ocorrendo com as iscas de sardinha ($S_{obs}=16$; $S_{est}=19,9$).

A comparação da composição de espécies de cada dois períodos pela análise de Cluster mostrou que as espécies da Entressafra 1 e Colheita 2 formaram um grupo com a maior similaridade. A composição de espécies na Entressafra 2 foi mais similar com este grupo do que com os outros períodos, enquanto a composição da comunidade de formigas do Plantio 1 apresentou a maior diferença com os demais (Figura 3).

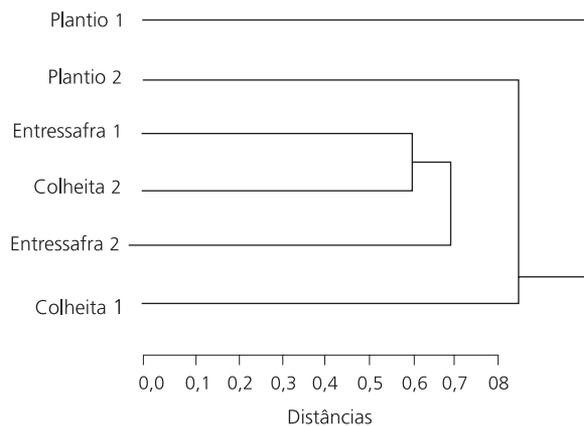


Figura 3. Análise de Cluster representando a similaridade da composição de espécies de formigas entre os períodos dos dois ciclos de cultura de arroz irrigado em Santo Antônio da Patrulha (RS), 2004/2005 e 2005/2006.

CONCLUSÃO

Mesmo havendo algumas variações ambientais entre os períodos, como o nível da lâmina de água, a riqueza não diferiu significativamente, nem houve alterações na composição de espécies do primeiro para o segundo ciclo e nem de um período para outro de um mesmo ciclo, possivelmente devido ao comportamento das formigas. Quando a lâmina de água está presente, as formigas se refugiam nas taipas, podendo forragear no solo embarrado e no dossel da plantação, o que permite a manutenção da riqueza e da composição de espécies da comunidade de formigas, tal como relatado por Way et al. (1998).

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

Às colegas de laboratório, em especial Laura Menzel, Andréia Leão, Márcia Denicol, Márcia H. Bulsing, Esther Pinheiro e Camila dos Santos, pelo auxílio em laboratório e em campo. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul, pelas bolsas e subvenções concedidas.

REFERÊNCIAS

- Adis, J. (1982). Eco-entomological observations from the Amazon: III. How do leafcutting ants of inundation forests survive flooding? *Acta Amazonica*, 12(7):839-40.
- Alonso, L.E. & Agosti, D. (2000). Biodiversity studies, monitoring, and ants: an overview. In: Agosti, D.; Majer, J.D.; Alonso, L.E. & Schultz, T.R. (Org.). *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Washington: Smithsonian Institution Press. p.1-8.
- Benson, W. & Harada, A.Y. (1988). Local diversity of tropical and temperate ant faunas (Hymenoptera, Formicidae). *Acta Amazonica*, 18(2):275-89.
- Bolton, B. (1994). *Identification guide to the ant genera of the world*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Castro, A.G.; Queiroz, M.V.B. & Araújo, L.M. (1990). O papel do distúrbio na estrutura de comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 34(1):201-13.
- Díaz, M. (1991). Spatial patterns of granivores and nest abundance and nest site selection in agricultural landscapes of Central Spain. *Insectes Sociaux*, 38(3): 351-63.
- Diehl, E.; Sacchett, F. & Albuquerque, E.Z. (2005). Riqueza de formigas de solo na praia da Pedreira, Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 49(4):552-6.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2005). *Cultivo de arroz irrigado no Brasil*. Disponível em: <<http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/catalogo/tipo/sistemas/arroz/cap19.htm>>. (Acesso: 16 maio 2007).
- Fernández, F. (2003). Listado de las especies de hormigas de la región Neotropical. In: Fernández, F. *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. p.379-411.
- Folgarait, P.F. (1998). Ant biodiversity and its relationship to ecosystem function: a review. *Biodiversity and Conservation*, 7:1221-44.
- Fowler, H.G.; Forti, L.C.; Brandão, C.R.F.; Delabie, J.H.C. & Vasconcelos, H.L. (1991). Ecologia nutricional de formigas.

- In: Panizzi, A.R. & Parra, R.P. (Org.). *Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas*. São Paulo: Manole. p.131-223.
- Gijsman, A.J.; Oberson, A.; Friesen, D.K.; Sanz, J.I. & Thomas, R.J. (1997). Nutrient cycling through microbial biomass under rice-pasture rotations replacing native savanna. *Soil Biology and Biochemistry*, 29(12):1433-41.
- Grylberg, G. & Rosengren, R. (1984). The oxygen consumption of submerged *Formica* queens (Hymenoptera, Formicidae) as related to habitat and hydrochoric transport. *Annales Entomologici Fennici*, 50(3):76-80.
- Haubert, F.; Diehl, E. & Mayhé-Nunes, A. (1998). Mirmecofauna de solo no município de São Leopoldo, RS: levantamento preliminar. *Acta Biologica Leopoldensia*, 20(1):103-8.
- Hölldobler, B. & Wilson, E.O. (1990). *The ants*. Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University.
- Kusnezov, N. (1957). Numbers of species of ants in faunas of different latitudes. *Evolution*, 11(3):298-9.
- Lal, R. (2000). Physical management of soils of the tropics: priorities for the 21st century. *Soil Science*, 165(2): 191-207.
- Leal, I.R. & Lopes, B.C. (1992). Estrutura das comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae) de solo e vegetação no morro da Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina, SC. *Biotemas*, 5(1):107-22.
- Litsinger, J.A.; Alviola III, A.L. & Canapi, B.L. (1986). Effects of flooding on insect pest and spiders in a rainfed rice environment. *International Rice Research Institute*, 11(5):24-25.
- Majer, J.D. (1983). Ants: Bio-indicators of minesite rehabilitation, land-use, and land conservation. *Environmental Management*, 4(2):375-83.
- Majer, J.D. & Delabie, J.H.C. (1994). Comparison of the ant communities of annually inundated and terra firme forests at Trombetas in the Brazilian Amazon. *Insectes Sociaux*, 41(3):343-59.
- Marchioreto, A. & Diehl, E. (2006). Distribuição espaciotemporal de uma comunidade de formigas em um remanescente de floresta inundável às margens de um meandro antigo do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS. *Acta Biologica Leopoldensia*, 28(1):25-31.
- Mayhé-Nunes, A.J. (1991). *Estudo de Acromyrmex (Hymenoptera, Formicidae) com ocorrência constatada no Brasil: subsídios para uma análise filogenética*. Dissertação, Mestrado em Entomologia, Universidade Federal de Viçosa, MG.
- Morais, H.C. & Benson, W.W. (1988). Recolonização da vegetação de cerrado após queimadas, por formigas arborícolas. *Revista Brasileira de Biologia*, 48(4):459-66.
- Neves, M.B.; Buzetti, S.; Arf, O. & Eustáquio de Sá, M. (2004). Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura em dois cultivares de arroz com irrigação suplementar. *Acta Scientiarum Agronomia*, 26(4):429-35.
- Olk, D.C.; Cassman, K.G.; Mahieu, N. & Randall, E. (1998). Conserved chemical properties of young humic acid fractions in tropical lowland soil and intensive irrigated rice cropping. *European Journal of Soil Science*, 49(3): 337-49.
- Perfecto, I. & Snelling, R. (1995). Biodiversity and the transformation of the tropical agroecosystem: ants in coffee plantations. *Ecology Application*, 5(9):1084-97.
- Radford, B.J.; Key, A.J.; Robertson, L.N. & Thomas, G.A. (1995). Conservation tillage increases soil water storage, soil animal populations, grain yield, and response to fertilizer in the semi-arid tropics. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 35(2):223-32.
- Rambo, B. (2005). *A Fisionomia do Rio Grande do Sul: ensaio de monografia natural*. São Leopoldo: Unisinos.
- Roger, P.A. (1996). *Biology and management of the floodwater ecosystem in rice fields*. Philippines: International Rice Research Institute.
- Silva, R.R. & Brandão, C.R.F. (1999). Formigas (Hymenoptera, Formicidae) como indicadores da qualidade ambiental e da biodiversidade de outros invertebrados terrestres. *Biotemas*, 12(2):55-73.
- Uetz, G.W.; Van der Laan, K.L.; Summers, G.F; Gibson, P.A.K. & Getz, L.L. (1979). The effect of flooding on floodplain arthropod distribution, abundance and community structure. *The American Midland Naturalist*, 101(2):286-99.
- Way, M.J. & Khoo, K.C. (1992). Role of ants in pest management. *Annual Review of Entomology*, 37(4): 479-503.
- Way, M.J.; Islam, Z.; Heong, K.L. & Joshi, R.C. (1998). Ants in tropical irrigated rice: distribution and abundance, especially of *Solenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae). *Bulletin of Entomological Research*, 88(4): 467-76.

Recebido em: 17/6/2008

Versão final reapresentada em: 7/10/2008

Aprovado em: 7/11/2008



ARTIGO | ARTICLE

Levantamento da biodiversidade de amebas testáceas em sedimentos de lagoas artificiais de São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil

Biodiversity survey of testaceous amoebae in artificial lagoon sediment at São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brazil

Carolina Jardim Leão¹

Itamar Ivo Leijnitz²

Fabício Ferreira¹

RESUMO

Como contribuição ao conhecimento sobre a ocorrência de amebas testáceas, o objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento sazonal da riqueza e abundância da fauna viva desses protozoários em três lagoas artificiais do *campus* da Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Por estação do ano, foram coletadas e imediatamente fixadas em formoldeído a 10%, duas amostras de sedimentos superficiais de cada uma das lagoas (C2, C5 e C7). Verificou-se em cada ponto o pH, a temperatura e a espessura da lâmina d'água. Em laboratório, 10cm³ de cada amostra foram lavados em peneiras com malha 0,045mm de abertura, corados, secos em estufa e aspergidos em uma solução de tetracloreto de carbono. O material sobrenadante foi depositado em mini-placas de petri e analisado sob microscópio estereoscópico. Na lagoa C2 a dominância no verão foi de *Centropyxis constricta* f. *aerophila* e *Diffflugia urceolata*; no outono, *Centropyxis constricta* e *Diffflugia corona*; no inverno, *Lesquereusia modesta* e *Diffflugia corona*, e na primavera, *Centropyxis marsupiformis*. Na lagoa C5 a espécie dominante foi *Diffflugia pyriformis*, exceto no verão, quando houve a predominância de *Cucurbitella mespiliformis* var. *africana*. Na lagoa C7 *Diffflugia acuminata* var. *inflata* dominou as assembleias salvo o inverno, em que a dominância foi de *Diffflugia pyriformis*.

Palavras-chave: Abundância. Riqueza. Sazonalidade. Tecamebas.

¹ Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Laboratório de Micropaleontologia. Av. Unisinos, 950, 93022-000, São Leopoldo, RS, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: C.J. LEÃO. E-mail: <carolinaj@unisinos.br>.

² Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Geologia. São Leopoldo, RS, Brasil.

ABSTRACT

*As a contribution to the knowledge of testaceous amoebae, the aim of this study was to develop a seasonal survey on the abundance and richness of the live fauna of these protozoa inhabiting three artificial lagoons located on the campus of the Universidade do Vale do Rio do Sinos. In each season of the year, two superficial sediment samples were collected from each lagoon (C2, C5 and C7). The samples were then immediately conserved by the addition of a 10% formaldehyde solution. The pH, temperature and density of the water table were checked at each point. In the laboratory, 10cm³ of each sample were washed, using sieves with a mesh of 0.045mm, dyed, dried in an oven and sprinkled in a carbon tetrachloride solution. The floating material was deposited in mini Petri dishes and analyzed under a stereoscopic microscope. From the C2 lagoon, in summer the dominant species were *Centropyxis constricta* f. *aerophila* and *Diffflugia urceolata*; in autumn, the dominant species were *Centropyxis constricta* and *Diffflugia corona*; in winter, the dominant species were *Lesquereusia modesta* and *Diffflugia corona*, and in spring, the dominant species was *Centropyxis marsupiformis*. From the C5 lagoon, the dominant species was *Diffflugia pyriformis*, except in summer when the dominant species was *Cucurbitella mespiliformis* var. *africana*. From the C7 lagoon, *Diffflugia acuminata* var. *inflata* dominated in the assemblages, but in winter the dominant species was *Diffflugia pyriformis*.*

Key words: *Abundance. Richness. Seasonality. Thecamoebians.*

INTRODUÇÃO

Amebas testáceas (tecamebas) é um termo informal usado para caracterizar um grupo de protozoários testáceos pertencente ao subfilo Sarcodina (Medioli & Scott, 1988). Organismos essencialmente aquáticos, as tecamebas estão presentes em uma grande variedade de habitats úmidos de água doce, ocupando biótopos associados à vegetação marginal e ao sedimento, sendo raras em ambientes salobro ou marinho (Bonnet, 1974).

Tais protozoários possuem uma série de características que os tornam interessantes nas investigações ecológicas. Sua abundância mesmo em pequenas amostras de sedimento e seu curto tempo de geração permitem análises sobre processos demográficos, tanto em escala espacial quanto temporal (Hardoim, 1997).

Segundo Medioli *et al.* (1990), nas últimas décadas vários estudos promoveram a identificação das espécies de amebas testáceas viventes em ambientes restritos. As referidas abordagens determinaram que inúmeras espécies são particularmente sensíveis às variações ambientais e climáticas, alte-

rando-se conforme os níveis de oxigênio dissolvido, temperatura e pH, além do tipo de sedimento Scott *et al.* (2001). O uso destes protozoários como indicadores do grau de eutrofia de lagos e lagoas também foi comprovado, bem como sua utilização para a detecção de mudanças paleoclimáticas e paleoambientais em ambientes lacustres durante os períodos Pleistoceno e Holoceno (Medioli & Scott, 1988; Wilmshurst *et al.*, 2003).

Alterações ambientais antrópicas podem ser igualmente detectadas por meio das amebas testáceas, as quais têm provado ser uma ferramenta útil para a determinação da taxa de poluição ambiental por mercúrio e arsênio, poluentes das águas e dos sedimentos (Patterson *et al.*, 1996; Reinhardt *et al.*, 1997; Kumar & Dalby, 1998).

Tendo em conta a potencialidade de utilização deste grupo em estudos de caráter aplicado, o objetivo do presente trabalho foi contribuir para o conhecimento sobre as amebas testáceas em sedimentos, por meio de um levantamento da biodiversidade das mesmas em lagoas artificiais, identificando as espécies e verificando sua riqueza e abundância em diferentes temperaturas, pH e profundidades.

Caracterização da área de estudo

O *campus* da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinós), onde estão situadas as lagoas sob estudo, ocupa uma área de 90,55 hectares (29° 47' 32"S; 51° 09' 07"W) localizada na cidade de São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil.

O clima desta região é do tipo subtropical úmido, com temperatura média anual de 19,7°C. Os picos de chuva ocorrem entre os meses de junho e setembro, sendo a precipitação pluviométrica média anual de 1 538mm (Teixeira, 2002).

Segundo relatos dos funcionários mais antigos da Universidade, as lagoas que hoje existem no local eram banhados naturais escavados durante a construção do *campus*, não havendo maiores informações sobre as mesmas. A equipe do sistema de Gestão Ambiental do *campus* (SGA-Unisinós) foi contatada e assegurou não haver descarte de nenhuma substância poluente em nenhuma das lagoas.

A lagoa C2 tem área de aproximadamente 25 060m² e profundidade máxima de 3m na área central. Recebe águas provenientes dos lagos C5 e C7 por meio de tubulações e córregos, além de água da chuva captada pelas calhas dos prédios próximos. Não há tubulação de esgoto ou sinais de quaisquer outros resíduos poluentes sendo despejados na lagoa. No entorno de C2 predominam as plantas nativas como Maricá (*Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze) e Capororoca (*Myrsine umbellata* Mart.). Entre as exóticas destacam-se Goiaba (*Psidium guajava* L.) e Uva-do-japão (*Hovenia dulcis* Thunb.).

A lagoa C5 tem aproximadamente 3 010m² de área e profundidade máxima de 2 metros. Suas águas são provenientes de nascentes situadas em um morro próximo e da lagoa C7, localizada em uma parte mais alta do terreno. Nas margens de C5 a predomínio é de espécies nativas como Cruz-de-malta (*Ludwigia peruviana* (L.) H. Hara) e Embaúba (*Cecropia catarinensis* Cuatrec.). Como espécie exótica observa-se apenas Corticeira (*Erythrina speciosa* Andrews).

A lagoa C7 recebe águas de nascentes situadas em um morro adjacente, tendo profundidade máxima de 2,5m e área aproximada de 2 545m². Tem em seu entorno predominância de espécies de plantas exóticas como Falsa-seringueira (*Ficus elastica* Roxb.) e Ligustro (*Ligustrum japonicum* Thunb.). Entre as espécies nativas presentes destacam-se Cocão (*Erythroxylum cuneifolium* (Mart.) O.E. Schulz) e Capororoca (*Myrsine umbellata* Mart.).

MATERIAL E MÉTODOS

Em 2005 foram coletadas, por estação do ano, duas amostras de sedimentos superficiais em cada um dos três corpos d'água situados no *campus* da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinós). As coletas começaram pelo verão, sendo feitas a aproximadamente um metro da margem das lagoas.

Para a coleta das amostras de sedimentos foi usado um amostrador de arrasto, também chamado de busca-fundo (Boltovskoy, 1965; Leipnitz & Aguiar, 2002). Este instrumento consiste em um tubo de aço inoxidável de 42cm de comprimento por 6cm de largura, com uma extremidade aberta (cortada em ângulo de 45° e afilada) e outra fechada com tela. Ao tubo é fixada uma corda, com a qual o busca-fundo é lançado à distância desejada e puxado em direção à margem, recolhendo o sedimento superficial.

Verificou-se a espessura da lâmina d'água, a temperatura e o pH da água, em cada ponto de coleta. As amostras foram acondicionadas em potes plásticos identificados e fixadas, no momento da coleta, com formaldeído a 10% neutralizado com bórax. Posteriormente, em laboratório, 10cm³ de cada amostra foram lavados com o auxílio de peneiras 0,045mm (325 Mesh) e corados (Método de Walton). Esse método colore as tecas com protoplasma (que estavam vivas no momento da coleta), distinguindo-as das vazias.

Depois de secas em estufa a 50°C, as amostras foram aspergidas em uma solução de tetracloreto

de carbono, a qual, por densidade, separa a nata biogênica do sedimento. O sobrenadante foi recolhido com o auxílio de um pincel e depositado em mini-placas de Petri para posterior separação e classificação das amebas testáceas sob microscópio estereoscópico.

A análise preliminar comparando a fauna das amostras coletadas em uma mesma lagoa demonstrou haver uma grande homogeneidade, provavelmente devido à pequena extensão dos corpos d'água. Por esta razão, os números de riqueza e abundância aqui apresentados são resultantes da soma dos dois pontos amostrais de cada lagoa, representando a totalidade de amebas testáceas encontradas em cada estação do ano.

Salienta-se que foram classificadas e contadas apenas as tecas coradas (vivas), pois a fauna morta, devido à deposição, representa um acúmulo de organismos que viveram em períodos anteriores (Oliveira, 1999).

Para a identificação das espécies, utilizou-se os estudos de Decloitre (1978, 1979, 1982), Deflandre (1929), Gauthier-Lièvre & Thomas (1958, 1960), Medioli & Scott (1983), Ogden & Hedley (1980), Ogden & Ellison (1988), Patterson & Kumar (2002), Thomas & Gauthier-Lièvre (1959) e Vucetich (1972, 1973).

Para análise dos dados, foram determinados segundo Odum (1988) e Tinoco (1989): Abundância: número de indivíduos de uma espécie; Riqueza: número total de espécies de uma comunidade; Dominância: predomínio numérico; Frequência: percentual mais elevada entre as espécies de uma comunidade.

Para cálculo do índice de diversidade usou-se Shannon-Weaver (H'). A similaridade faunística (quão semelhantes são as comunidades de duas estações do ano, expresso em porcentagem) foi calculada por meio do Coeficiente de Similaridade de Sorenson segundo Magurran (1988), dado pela seguinte fórmula: $S_s = \frac{-2 \cdot c}{a+b} \times 100$

Onde: c = nº de espécies comuns às duas estações do ano; a = nº de espécies da estação "a"; b = nº de espécies da estação "b".

A coleção de amebas testáceas, bem como as fichas de classificação, encontra-se depositada no Laboratório de Micropaleontologia do Curso de Geologia da Unisinos. As principais espécies citadas no presente trabalho estão ilustradas na Figura 1. Tratam-se de espécimes análogos aos encontrados nas lagoas analisadas e fazem parte do banco de imagens do Laboratório.

RESULTADOS

Nas três lagoas artificiais analisadas foi encontrado um total de 2 298 espécimes de amebas testáceas, distribuídos em quatro famílias, sete gêneros e 27 espécies (Tabela 1). O Índice de Diversidade de Shanon-Wiener foi $H' = 0,9418$.

A família Diffugiidae foi a mais representativa tanto em riqueza, com 66,67% ($n=18$), quanto em abundância, com 63,18% ($n=1 452$). O gênero *Diffugia* spp. perfaz 48,15% ($n=13$) do número de espécies, seguido por: *Centropyxis* spp. e *Lesquereusia* spp., ambos com 14,81% ($n=4$); *Cucurbitella* spp. e *Pontigulasia* spp., ambos com 7,40% ($n=2$), e *Phryganella* sp. e *Suidiffugia* sp., ambos com 3,70% ($n=1$). A espécie com maior abundância foi *Diffugia pyriformis*, englobando 13,65% ($n=594$) de todos os indivíduos encontrados.

Em relação às estações do ano, a amostragem de outono representou 62,14% ($n=1 428$) do total de espécimes, seguida, respectivamente, pela amostragem de primavera com 17,01% ($n=391$), inverno com 13,27% ($n= 305$) e verão com 7,58% ($n=174$). Também no outono foi encontrado o maior número de espécies (16), enquanto o menor foi na primavera (10). As amostragens de verão e de inverno englobaram, respectivamente, 14 e 13 espécies.

O Coeficiente de Sorensen calculado entre as estações do ano dentro de uma mesma lagoa demonstrou maior similaridade entre as faunas da



Figura 1. Principais espécies encontradas nas lagoas: 1. *Diffflugia oblonga* var. *tenuis*. 2. *D. nebeloides*. 3. *D. acuminata*. 4. *D. capreolata*. 5. *D. acuminata* var. *inflata*. 6. *D. compressa* var. *africana* (vista lateral). 7. *D. compressa* var. *africana* (vista ventral). 8. *Diffflugia corona*. 9. *D. corona* (vista apertural). 10. *Lesquereusia modesta*. 11. *L. mimetica*. 12. *Diffflugia brevicolla*. 13. *D. pyriformis*. 14. *D. urceolata*. 15. *Centropyxis marsupiformis*. 16. *C. discoides* (vista apertural). 17. *C. discoides* (vista lateral). 18. *C. constricta* f. *aerophila* (vista lateral). 19. *C. constricta*. 20. *Suidifflugia multipora* (vista apertural). 21. *Phryganella* sp. São Leopoldo (RS), 2005.

Tabela 1. Ocorrência sazonal das amostras contendo organismos vivos nas lagoas C2, C5 e C7. São Leopoldo (RS), 2005.

Espécies	Lagoas		
	C2	C5	C7
Família Centropxyidae			
<i>Centropyxis constricta</i>	V, O	V	V, O
<i>Centropyxis constricta f. aerophila</i>	V		
<i>Centropyxis discoides</i>			O
<i>Centropyxis marsupiformis</i>	P	P	P
Família Hyalospheniidae			
<i>Lesquereusia globulosa</i>	O	V,O,I,P	V,O,I
<i>Lesquereusia mimetica</i>	V, O		
<i>Lesquereusia modesta</i>	O,I	I	I
<i>Lesquereusia ovalis</i>	O	I	
Família Difflogiidae			
<i>Cucurbitella dentata var. simplex f. crucilobata</i>	O		
<i>Cucurbitella mespiliformis var. africana</i>		V	
<i>Difflogia acuminata var. inflata</i>	O	V	V,O,I,P
<i>Difflogia brevicollis</i>	V		
<i>Difflogia capreolata</i>	O	V	V,O
<i>Difflogia compressa var. africana</i>		I,P	
<i>Difflogia corona</i>	O,I		O
<i>Difflogia mitriformis</i>			I
<i>Difflogia nebeloides</i>	V		
<i>Difflogia oblonga f. oblonga</i>		V	O,I,P
<i>Difflogia oblonga f. spinosa</i>		V,I	V,O
<i>Difflogia oblonga f. tenuis</i>			O
<i>Difflogia pyriformis</i>		V,O,I,P	O,I,P
<i>Difflogia triangularis</i>		P	P
<i>Difflogia urceolata</i>	V, O		V
<i>Pontigulasia elisa</i>	V, O	V,O	V,O,P
<i>Pontigulasia gigas</i>		I,P	I
<i>Suiadifflogia multipora</i>		I	
Família Phryganellidae			
<i>Phryganella sp.</i>			I,P

V: verão; O: outono; I: inverno; P: primavera

amostragem de verão e de outono na lagoa C2 (44,44%) e também na lagoa C7 (66,67%). Na lagoa C5 a maior similaridade ocorreu entre inverno e primavera (57,14%). As menores similaridades (0%) foram observadas na lagoa C2, entre as faunas de verão e inverno e de inverno e primavera.

Na lagoa C2 o pH variou entre 6,9 e 9,4 e a temperatura da água entre 15,8°C e 35,2°C (Tabela 2). O índice de diversidade de Shannon-Wiener para essa lagoa foi $H' = 0,6723$. A fauna encontrada foi de 1096 espécimes, 15 espécies, cinco gêneros e três famílias. *Centropyxis constricta*, com 40,97% da fauna (n=449), e *Difflogia corona*, com 34,76% (n=381), foram as espécies mais abundantes. No verão foram identificados 25 espécimes distribuídos em sete espécies; no outono, 1018 espécimes em 11 espécies; no inverno, 14 espécimes em duas espécies, e na primavera, 39 espécimes em duas espécies.

As famílias Centropxyidae e Difflogiidae apresentaram maior abundância nas assembleias de verão, outono e primavera. Na amostragem de inverno Difflogiidae e Hyalospheniidae são responsáveis, individualmente, por 50% da fauna. Na amostragem do verão, as espécies mais abundantes foram *Centropyxis constricta f. aerophila* e *Difflogia urceolata*, ambas com 24% (n=6) da fauna. No outono se destacaram *Centropyxis constricta*, com 43,61% (n=444), e *Difflogia corona*, com 36,74%

Tabela 2. Médias de temperatura (°C), pH e profundidade (m) dos pontos de coleta nas lagoas C2, C5 e C7, por estação do ano. São Leopoldo (RS), 2005.

Estação do ano	Lagoa C2			Lagoa C5			Lagoa C7		
	Temp	pH	Prof	Temp	pH	Prof	Temp	pH	Prof
Verão	35,200	9,400	0,860	36,000	7,500	0,650	34,200	7,000	0,830
Desvio-padrão	1,202	0,141	0,084	1,060	0,212	0,049	1,626	0,282	0,035
Outono	19,000	6,900	0,880	18,300	6,400	0,620	18,500	7,200	0,800
Desvio-padrão	0,353	0,282	0,070	0,424	0,565	0,028	0,707	0,424	0,777
Inverno	15,800	7,100	0,850	16,000	6,900	0,630	17,000	6,300	0,870
Desvio-padrão	0,424	0,495	0,092	0,636	0,778	0,064	0,565	0,212	0,282
Primavera	26,300	7,400	0,870	27,700	7,400	0,620	28,700	6,900	0,830
Desvio-padrão	0,282	0,424	0,056	0,141	0	0,042	0,848	0,494	0,353

Temp: temperatura; Prof: profundidade.

(n=374). No inverno, *Lesquereusia modesta* e *Diffflugia corona* dominaram, ambas com 50% (n=7). Na primavera, a predominância foi de *Centropyxis marsupiformis* com 69,23% (n=27).

Na lagoa C5 o pH da água variou entre 6,4 e 7,5, a temperatura variou entre 16°C e 36°C (Tabela 2) e o índice de diversidade de Shannon-Wiener foi $H' = 0,5155$. A fauna encontrada foi de 717 espécimes, 16 espécies, seis gêneros e três famílias. Da totalidade de organismos, as espécies mais abundantes foram *Diffflugia pyriformis*, com 66,53% (n=477), e *Lesquereusia globulosa*, com 16,04% (n=115).

No verão foram identificados 108 espécimes distribuídos em nove espécies; no outono, 237 espécimes em três espécies; no inverno, 187 espécimes em oito espécies, e na primavera, 185 espécimes em seis espécies. Sendo que *Diffflugia pyriformis* foi a espécie com maior abundância no outono, no inverno e na primavera, somando, respectivamente, 89,02% (n=211), 66,84% (n=125) e 58,38% (n=108). No verão a predominância foi de *Cucurbitella mespiliformis* var. *africana*, com 45,37% (n=49) da fauna.

A lagoa C7 teve pH variável entre 6,3 e 7,2 e temperatura da água compreendida entre 17°C e 34,2°C (Tabela 2). O índice de diversidade para essa lagoa foi $H' = 0,7087$. A fauna encontrada nas quatro estações do ano foi de 485 espécimes, 18 espécies, cinco gêneros e quatro famílias. A família Difflogiidae foi a mais abundante, perfazendo 88,04% (n=427) dos organismos computados durante o ano. Essa é também a família que apresenta maior riqueza em todos os períodos, sendo *Diffflugia* spp. o gênero de maior abundância, com 86,18% (n=418) da fauna.

As espécies mais abundantes foram *Diffflugia acuminata* var. *inflata*, com 49,07% (n=238) da fauna, e *Diffflugia pyriformis*, com 24,12% (n=117). Da amostragem do verão, foram identificados 41 espécimes distribuídos em sete espécies, enquanto a do outono foram 173 espécimes identificados em 11 espécies, a do inverno foram 104 espécimes em oito espécies e, por fim, a da primavera: 167 espécimes em oito espécies.

Diffflugia acuminata var. *inflata* foi a espécie com maior abundância no verão, no outono e na primavera, somando, respectivamente, 46,34% (n=19); 47,98% (n=83) e 72,45% (n=121). No inverno a espécie mais abundante foi *Diffflugia pyriformis*, com 38,46% (n=40).

DISCUSSÃO

O levantamento da fauna de amebas testáceas vivas evidenciou o outono como a estação do ano que apresentou maior número de organismos. A abundância durante esse período contraria autores como Moraczewski (1962), Heal (1964), Murray (1967) e Boltovskoy & Lena (1974), que afirmam ser esperado encontrar um maior número de tecamebas durante o verão e a primavera.

O Coeficiente de Sorensen indicou haver maior similaridade entre as faunas das coletas de verão e outono, tanto na lagoa C2 como na C7, embora a temperatura média tenha caído 16°C de uma estação para outra (Tabela 2). Observou-se também que os valores médios de pH são bastante diferentes nas duas estações da lagoa C2, sendo que no verão se aproxima do ponto letal para a maioria dos organismos aquáticos, pH de 9,5 segundo Cavanagh et al. (1998). Pode-se inferir que essas espécies, comuns a duas estações tão distintas, apresentam uma tolerância significativa a alterações na água como as observadas nas lagoas C2 e C7.

Na lagoa C5 a maior similaridade ocorreu entre as faunas de inverno e primavera, mesmo com mais de 10°C de aumento na temperatura média. Supõe-se que essa variação de temperatura, assim como nas duas outras lagoas, não causou impactos nas espécies presentes. A espessura da lâmina d'água medida nos pontos de coleta apresentou pouca variação de uma estação para outra e, aparentemente, não exerceu influência direta na abundância ou riqueza das espécies.

Centropyxis constricta, que concentra mais de 40% da fauna encontrada na lagoa C2 onde teve um número expressivo de representantes no outono,

é considerada uma espécie com grande sensibilidade às variações ambientais (Neto, 2001). Segundo Deflandre (1929), essa é uma espécie cosmopolita que habita musgos, ambientes muito úmidos e plantas submersas, e está distribuída nas mais diversas superfícies em 80 regiões do planeta. Closs & Madeira (1967) registram sua ocorrência somente no verão e em número muito baixo. Também Hardoim (1997) encontrou populações pequenas nas fases cheia e vazante do Pantanal de Poconé, em uma temperatura de 27°C a 38°C e pH fracamente ácido (entre 6,4 e 6,8).

Além dos trabalhos citados acima, realizados nos estados do Rio Grande do Sul e Mato Grosso, *C. constricta* foi coletada em estudos feitos no Paraná (Barbosa, 1995), em São Paulo (Oliveira, 1999), em Minas Gerais (Brant-Ribeiro, 1970) e em Goiás (Lansac-Tôha et al., 1999).

Diffflugia corona, que apresenta a segunda maior abundância na lagoa C2, é a espécie do gênero com maior número de registros no Brasil (Lansac-Tôha et al., 2001). Heckman (1979) a aponta como habitante preferencial de densas massas de algas filamentosas e detritos, em pH fracamente ácido (6,3) a alcalino (9,2), faixa dentro da qual se enquadram os valores verificados na lagoa C2. *D. corona* tem registro nos estados de Sergipe (Zucon & Loyola e Silva, 1992), Rio de Janeiro (Cunha, 1913), Mato Grosso do Sul (Leipnitz et al., 2005), Minas Gerais (Dabés & Velho, 2001), Paraná (Nunes et al., 1996), Rio Grande do Sul (Torres & Jebram, 1994; Ferreira et al., 2006), entre outros.

Lesquereusia globulosa, uma das espécies mais representativas da fauna da lagoa C5, tem registro muito escasso, sendo encontrada principalmente na metade sul do Brasil e Argentina. Leipnitz et al. (2005) coletou uma população pequena no sistema lacustre de Três Lagoas, no estado de Mato Grosso do Sul, onde foi considerada muito rara. No estado do Rio Grande do Sul, Ferreira et al. (2006) cita a presença da espécie no Rio Tramandaí, em águas com pH de 7,1 a 8,2 e temperatura de 19°C, e Leipnitz et al. (2006) a verificou em ambientes lóticos no entorno do Parque Nacional da Lagoa do Peixe.

Já Vucetich (1978) coletou *L. globulosa* em raízes de macrófitas aquáticas e no plâncton do Rio Uruguai, com pH da água entre 6,5 e 6,8.

Diffflugia pyriformis, espécie responsável por mais da metade da fauna da lagoa C5 e igualmente bem representada na lagoa C7, é uma das *Diffflugia* com maior número de citações, porém são poucas as informações sobre sua ecologia (Dioni, 1970). Mossmann (1966) a encontrou colonizando áreas alagadas do município de São Leopoldo (RS), em ambientes com temperatura entre 15°C e 28°C e pH entre 4,3 e 8,4. Uma série de trabalhos destaca a abundância da espécie, como Closs (1962) na zona límnic da Lagoa dos Patos e Closs & Medeiros (1967) na Lagoa Mirim, no estado do Rio Grande do Sul. *Diffflugia corona* também se destaca pelo número de indivíduos nos estudos de Zucon & Loyola e Silva (1992), no estuário do Rio Piauí, em Sergipe.

D. pyriformis possui registro para os estados de Goiás (Lansac-Tôha et al., 1999), Rio de Janeiro (Cunha, 1916), Mato Grosso (Green, 1975), Minas Gerais (Landa, 1997), São Paulo (Oliveira, 1999), Mato Grosso do Sul (Velho et al., 1999), Paraná (Velho & Lansac-Tôha, 1996) e Santa Catarina (Madeira-Falcetta, 1974). Alguns desses registros se referem a *Diffflugia oblonga*, considerada por muitos autores como sinônimo de *D. pyriformis* (Lansac-Tôha et al., 2001).

Diffflugia acuminata var. *inflata*, espécie mais abundante na lagoa C7, foi coletada por Mossmann (1966), apresentando poucos indivíduos (43 espécimes) e vivendo em águas com temperatura entre 14,8°C e 27°C e pH entre 5,9 e 8,3. Hardoim (1997) registrou uma população muito maior (288 espécimes) em uma faixa de pH semelhante. Segundo a autora, a espécie apresentou maior abundância no período de seca, em águas eutróficas com muita matéria orgânica em processo de decomposição.

Deflandre (1926), assim como a grande maioria dos autores, salienta que a espécie *Diffflugia acuminata* é muito variável em seu formato e tamanho, não podendo essas características serem consideradas como variedades. O escasso registro

de *D. acuminata* var. *inflata* pode ser reflexo dessa tendência de classificação de maneira mais ampla.

Cabe salientar que os resultados aqui apresentados são provenientes de coletas durante um ano, sendo necessárias análises por um período maior de tempo para que a afinidade das amebas testáceas com a temperatura e a variação sazonal seja confirmada e utilizada como ferramenta de monitoramento ambiental.

CONCLUSÃO

Observou-se que a fauna de amebas testáceas sofreu alterações no decorrer das estações do ano tanto na riqueza quanto na abundância. A família Centropyxidae não ocorreu no inverno em nenhuma das lagoas, sugerindo que as espécies dessa família são as primeiras a desaparecer em épocas que apresentam condições adversas (diminuição de intensidade e tempo de insolação da água, bem como provável escassez de alimento), demonstrando maior sensibilidade.

As assembleias coletadas no verão e no outono são as mais similares entre si em duas das três lagoas, mesmo com alterações significativas na temperatura e no pH da água. Isso pode indicar uma maior resistência das espécies às mudanças no meio. Apenas *Diffugia acuminata* var. *inflata* (lagoa C7), *Lesquereusia globulosa* e *Diffugia pyriformis* (na lagoa C5) apresentaram espécimes vivos em todas as estações do ano dentro de uma mesma lagoa, o que sugere maior tolerância às variações sazonais.

Destaca-se, ainda, uma quebra de expectativa haver maior abundância de amebas testáceas nas coletas de outono, visto que era esperado um número maior de organismos nos meses mais quentes do ano.

REFERÊNCIAS

Barbosa, C.F. (1995). Foraminifera e Arcellacea ("thecamoebia") recentes do estuário de Guaratuba, Paraná, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 67(4):465-92.

Boltovskoy, E. (1965). *Los Foraminiferos recientes: biología, metodos de estudio, aplicación oceanografica*. Buenos Aires: Editorial Universitaria.

Boltovskoy, E. & Lena, H. (1974). *Tecamebas del Rio de La Plata*. Buenos Aires: Armada Argentina Servicio de Hidrografia Naval.

Bonnet, L. (1974). Quelques aspects du peuplement thécamoebiens des sols des truffières. *Protistologica*, 10(3):281-91.

Brant-Ribeiro, A. (1970). Contribuição ao estudo das tecamebas do rio Piranga (Ponte Nova-MG) e ensaio mineralógico e granulométrico preliminar dos respectivos sedimentos e das condições hidrológicas da área de coleta. *Boletim do Museu de História Natural da UFMG, Série Zoologia*, 5:1-25.

Cavanagh, N.S.; Nordin, R.N.; Pommen, L.W. & Swain, L.G. (1998). Guidelines for designing and implementing a water quality monitoring program in British Columbia. Available from: <http://www.llbc.leg.bc.ca/public/PubDocs/bcdocs/323987/design_guidelines.pdf>. (accessed: 17 Sept. 2005).

Closs, D. (1962). Foraminiferos e tecamebas da Lagoa dos Patos (RS). *Boletim da Escola de Geologia de Porto Alegre*, 11:1-130.

Closs, D. & Madeira, M. (1967). Foraminíferos e tecamebas aglutinadas da Lagoa de Tramandaí, no Rio Grande do Sul. *Iheringia, Série Zoologia*, 35:7-31.

Closs, D. & Medeiros, U.F.M. (1967). Thecamoebina and Foraminifera from the Mirim Lagoon, Southern Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, 35:75-88.

Cunha, A.M. (1913). Contribuição para o conhecimento da fauna de protozoários do Brasil. *Memória do Instituto Oswaldo Cruz*, 5(1):101-22.

Cunha, A.M. (1916). Contribuição para o conhecimento da fauna de protozoários do Brasil. *Memória do Instituto Oswaldo Cruz*, 8(1):66-73.

Dabés, M.B.G.S. & Velho, L.F.M. (2001). Testate amoebae (Protozoa, Rhizopoda) associated to littoral aquatic macrophytes in a marginal lake of the São Francisco river, MG, Brazil. *Acta Scientiarum*, 23(2):299-304.

Decloitre, L. (1978). Le Genre Centropyxis I. *Archiv Für Protistenkunde*, 120: 63-85.

Decloitre, L. (1979). Le Genre Centropyxis II. *Archiv Für Protistenkunde*, 121:162-92.

Decloitre, L. (1982). Les genres Arcella, Centropyxis, Cyclopyxis, Euglypha, Nebela et Trinema. Compléments aux publications précédentes. *Archiv Für Protistenkunde*, 126:393-407.

Deflandre, G. (1926). Notes sur quelques Rhizopodes et Heliozoaires du Venezuela. *Bulletin de la Société Zoologique Française*, 51:515-30.

- Deflandre, G. (1929). Le Genre *Centropyxis* Stein. *Archiv Für Protistenkunde*, 67:322-75.
- Dioni, W. (1970). Investigación preliminar de la estructura básica de las asociaciones de la micro y mesofauna de las raíces de las plantas flutuantes. *Acta Zoologica Lilloana*, 23:111-37.
- Ferreira, F.; Leipnitz, I.I.; Leão, C.J. & Hansen, M.A.F. (2006). Tecamebas em sedimentos do rio Tramandaí e da Lagoa do Passo, planície costeira norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *GAEA*, 2(2):65-74.
- Gauthier-Lièvre, L. & Thomas, R. (1958). Les Genres *Diffflugia*, *Pentagonia*, *Maghrebica* et *Hoogenraadia* (Rhizopodes testacés) en Afrique. *Archiv Für Protistenkunde*, 103(1-2):241-370.
- Gauthier-Lièvre, L. & Thomas, R. (1960). Le Genre *Cucurbitella* Penard. *Archiv Für Protistenkunde*, 104(4):569-602.
- Green, J. (1975). Freshwater ecology in the Mato Grosso, Central Brazil. IV. Associations of Testate Rhizopoda. *Journal of Natural History*, 9:545-60.
- Hardoim, E.L. (1997). *Taxonomia e Ecologia de Testacea (Protista, Rhizopoda) do Pantanal de Poconé - Rio Bento Gomes e Vazante Birici, Mato Grosso, Brasil*. Tese, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos.
- Heal, O.W. (1964). Observations on the seasonal and spatial distribution of Testacea (Protozoa: Rhizopoda) in Sphagnum. *Journal of Animal Ecology*, 33:395-412.
- Heckman, C.W. (1979). *Rice field ecology in the northeastern Thailand: The effect of wet and dry seasons on a cultivate aquatic ecosystem*. London: W. Junk Publishers.
- Kumar, A. & Dalby, A.P. (1998). Identification Key for Holocene Lacustrine Arcellacean (Thecamoebian) Taxa. Available from: <<http://www.uic.edu/orgs/paleo/homepage.html>>. (accessed: 8 Nov. 2005).
- Landa, G.G. (1997). Contribuição ao estudo da comunidade zooplânctônica em uma área sob influência de mineração na bacia do rio Jequitinhonha - MG. *Bios*, 5(5):69-80.
- Lansac-Tôha, F.A.; Velho, L.F.M. & Bonecker, C.C. (1999). Estrutura da comunidade zooplânctônica antes e após a formação do reservatório de Corumbá-GO. In: Henry, R. (Ed.). *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. Botucatu: Fapesp. p.347-74.
- Lansac-Tôha, F.A.; Velho, L.F.M.; Zimmermann-Callegari, M.C.; Bonecker, C.C. & Takahashi, E.M. (2001). On the occurrence of testate amoebae (Protozoa, Amebozoa, Rhizopoda) in Brazilian inland waters. III. Family *Diffugiidae*: Genus *Diffflugia*. *Acta Scientiarum*, 23(2): 305-21.
- Leipnitz, I.I. & Aguiar, E.S. (2002). Foraminíferos recentes e fósseis. In: Dutra, T.L. (Org.) *Técnicas e procedimentos de trabalho com fósseis e formas modernas comparativas*. São Leopoldo: Unisinos. p.8-10.
- Leipnitz, I.I.; Silva, J.L.L.; Leipnitz, B.; Leão, C.J. & Ferreira, F. (2005). Amebas Testáceas em sedimentos quaternários do sistema lacustre de Três Lagoas, MS. *GAEA*, 1(2): 82-93.
- Leipnitz, I.I.; Silva, J.L.L.; Leão, C.J.; Ferreira, F. & Hansen, M.A.F. (2006). Amebas testáceas (Protozoa Rhizopoda) de ambientes límnicos do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, RS, Brasil. *GAEA*, 2(2):47-58.
- Madeira-Falcetta, M. (1974). Ecological distribution of the thecamoebal and foraminiferal associations in the mixohaline environments of the southern Brazilian littoral. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 46(3-4): 667-87.
- Magurran, A.E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton: Princeton University Press.
- Medioli, F.S. & Scott, D.B. (1983). Holocene Arcellacea (Thecamoebians) from Eastern Canada. Special Publication. *Cushman Foundation for Foraminiferal Research*, 21:5-63.
- Medioli, F.S. & Scott, D.B. (1988). Lacustrine thecamoebians (Mainly Arcellaceans) as potential tools for palaeolimnological interpretations. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 62:361-86.
- Medioli, F.S.; Scott, D.B.; Collins, E.S. & McCarthy, F.M.G. (1990). Fossil thecamoebians: present status and prospects for the future. In: Hemleben, C.; Kaminski, M.A.; Kuhnt, W. & Scott, D.B. (Ed.). *Paleoecology, biostratigraphy and taxonomy of agglutinated foraminifera*. Dordrecht: kluwer Academic Publishers. p.813-39.
- Moraczewski, J. (1962). Différenciation écologique de la faune des Testace du littoral peu profonde du lac Mamry. *Polskie Archiwum Hydrobiologii*, 10(23): 333-53.
- Mossman, R.L. (1966). Levantamento sistemático e ecológico dos rizópodos do gênero *Diffflugia* no Vale do Rio dos Sinos. *Ciência e Cultura*, 18(2):135-46.
- Murray, J.W. (1967). An ecological study of the Thecamoebina of Christchurch Harbour, England. *Journal of Natural History*, 17(10):377-87.
- Neto, E.V.S. (2001). *Índices ecológicos de comunidades de Testacea (Protozoa: Rhizopoda) no Rio Cuiabá - perímetro urbano de Rosário Oeste, Mato Grosso*. Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal de Mato Grosso.
- Nunes, M.A.; Lansac-Tôha, F.A.; Bonecker, C.C. & Rodrigues, L. (1996). Composição e abundância do zooplâncton de duas lagoas do Horto Florestal Dr. Luiz Teixeira Mendes, Maringá, Paraná. *Acta Limnologica Brasiliensis*, 8: 207-20.

- Ogden, E.P. (1988). *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara.
- Ogden, C.G. & Hedley, R.H. (1980). *An atlas of freshwater testate amoebae*. London: Oxford University Press.
- Ogden, C.G. & Ellison, R.L. (1988). The value of organic cement matrix in the identification of shells of fossil testate amoebae. *Journal of Micropaleontology*, 7(2): 233-40.
- Oliveira, D. (1999). *Análise ambiental dos canais da bacia hidrográfica do rio Itanhaém-SP, Brasil, com base em tecamebas e foraminíferos*. Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Estadual Paulista.
- Patterson, R.T.; Barker, T. & Burbidge, S.M. (1996). Arcellaceans (Thecamoebians) as Proxies of Arsenic and Mercury Contamination in Northeastern Ontario Lakes. *Journal of Foraminiferal Research*, 26(2):172-83.
- Patterson, R.T. & Kumar, A. (2002). A review of current testate rhizopod (thecamoebian) research in Canada. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 180:225-51.
- Reinhardt, E.G.; Dalby, A.P.; Kumar, A. & Patterson, R.T. (1997). Utility of Arcellacean phenotypic variants as pollution indicators in mine tailing contaminated Lakes near Cobalt, Ontario, Canada. *Micropaleontology*, 43(3): 121-38.
- Scott, D.B.; Medioli, F.S. & Schafer, C.T. (2001). *Monitoring in coastal environments using foraminifera and thecamoebian indicators*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Teixeira, M.B. (Org.) (2002). *Plano ambiental de São Leopoldo: patrimônio natural e cultural e atividades sócio econômicas*. Porto Alegre: MCT-PUC.
- Tinoco, I.M. (1989). *Introdução ao estudo dos componentes bióticos dos sedimentos marinhos recentes*. Recife: Editora Universitária, UFPE.
- Thomas, R. & Gauthier-Lièvre, L. (1959). Le genre *Lesquereusia* Schlumberger 1845 (Rhizopodes testacés). *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, 50:34-86.
- Torres, V.S. & Jebram, D.H.A. (1994). Amebas testáceas ocorrentes na região de Porto Alegre, RS. *Biotemas*, 7(1/2):65-78.
- Velho, L.F.M. & Lansac-Tôha, F.A. (1996). Testate amoebae (Rhizopodea, Sarcodina) from zooplankton of the High Paraná river floodplain, State of Mato Grosso do Sul, Brazil: II. Family Diffugiidae. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 31(3/4):179-92.
- Velho, L.F.M.; Lansac-Tôha, F.A. & Bini, L.M. (1999). Spatial and temporal variation in the densities of testate amoebae in the plankton of the Upper Paraná River floodplain, Brazil. *Hydrobiologia*, 411:103-13.
- Vucetich, M.C. (1972). Tecamebianos del eupleuston de cuerpos de agua de la provincia de Buenos Aires. *Acta Zoologica Lilloana*, 29:272-84.
- Vucetich, M.C. (1973). Estudio de Tecamebianos Argentinos, en Especial los del Dominio Pampasico. *Revista del Museo de La Plata*, 11(108):287-332.
- Vucetich, M.C. (1978). Nuevos aportes al conocimiento de los tecamebianos del dominio subtropical. *Neotropica*, 24(72):79-90.
- Zucon, M.H. & Loyola e Silva, J. (1992). Distribuição espacial de foraminíferos e tecamebas do estuário do rio Piauí, Sergipe. *Neritica*, 7(1-2):57-69.
- Wilmshurst, J.M.; Wisser, S.K. & Charman, D.J. (2003). Reconstructing Holocene water tables in New Zealand using testate amoebae: differential preservation of tests and implications for the use of transfer functions. *The Holocene*, 13(1):61-72.

Recebido em: 25/4/2008

Versão final reapresentada em: 17/12/2008

Aprovado em: 19/1/2009



ARTIGO | ARTICLE

Por que as pererecas e as lagartixas não caem das paredes?

Why do tree frogs and geckos not fall off walls?

Mônica Caroline Pavan Cassel¹
Adelina Ferreira²

RESUMO

Alguns lagartos, pererecas e insetos possuem a habilidade de mover-se em superfícies verticais. Um estudo comparativo revelou que o sistema de aderência biológica converge em dois modelos principais: “com pelos” e “liso”. Estes mecanismos incluem interações superficiais, como secreções de fluidos e interações moleculares. Com o objetivo de relacionar esta habilidade a uma resposta de caráter biológico, amostras das patas da lagartixa [*Hemidactylus mabouia* (Moreau de Jonnés, 1818) Reptilia, Gekkonidae] e da perereca [*Dendropsophus minutus* (Peters, 1872) Anura, Hylidae] foram analisadas e fotografadas através de microscopia eletrônica de varredura. A pata da lagartixa é composta por escamas de revestimento, garras e estruturas em forma de “esponja”. Estas “esponjas” são compostas por estruturas filamentosas e ramificadas em sua extremidade. Os filamentos permitem que a área de contato entre a pata e o substrato aumente, possibilitando maior aderência e equilíbrio. As escamas que contornam as “esponjas” são diferenciadas, apresentando um orifício central, o qual supõe-se que sejam aberturas glandulares. A pata da perereca é composta por células colunares, hexagonais e claramente espaçadas entre si. Suas expansões digitais contêm glândulas que secretam uma substância pegajosa, utilizada para a adesão. Apesar de morfologicamente diferentes, as patas das lagartixas e das pererecas apresentam funções semelhantes: aderência e proteção, uma vez que permite a esses animais movimentar-se em locais de difícil acesso inclusive para os seus predadores.

Palavras-chave: Adesão. Anura. Microscopia eletrônica de varredura. Patas. Squamata.

ABSTRACT

Some lizards, tree frogs and insects have the ability to move across vertical surfaces. A comparative study showed that the system of biological adhesion converges in

¹ Universidade Federal do Mato Grosso, Instituto de Biociências. Cuiabá, MT, Brasil.

² Universidade Federal do Mato Grosso, Instituto de Biociências. Av. Fernando Corrêa, s/n., 78060-900, Cuiabá, MT, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: A. FERREIRA. E-mail: <adelina@ufmt.br>.

two main models: hairy and smooth. These mechanisms include superficial interactions, such as the secretion of fluids and molecular interactions. With the aim of linking this ability to a biological explanation, toe specimens from lizards [*Hemidactylus mabouia* (Moreau de Jonnès, 1818) Reptilia, Gekkonidae] and tree frogs [*Dendropsophus minutus* (Peters, 1872) Anura, Hylidae] were analyzed and photographed using scan electron microscopy. The lizard's toe is composed of a coating of scales, claws and structures that look like a "pad". These "pads" are composed of filamentous and branch-like structures at the extremities. The filaments allow an enlargement of the contact area between the toe and the substrate, providing greater adhesion and balance. The scales that surround the "pads" are different, displaying a central orifice that we assume to be glandular openings. The tree frog's toe is composed of hexagonal, columnar cells, with a clearly defined space between each one. Its digits have glands which secrete a viscous substance used for adhesion. Despite the morphological differences, the toes of lizards and tree frogs display similar functions, namely adhesion and protection, since they allow these animals to move in places with difficult access, even for their predators.

Key words: Adhesion. Anura. Scan electron microscopy. Squamae. Toes.

INTRODUÇÃO

Alguns lagartos, pererecas e insetos possuem a habilidade de se mover em superfícies verticais e, até mesmo, em tetos. Um estudo comparativo entre insetos e outras espécies animais revelou que o sistema de aderência biológica converge basicamente em dois modelos principais: um sistema "com pelos" que consiste em estruturas capilares finíssimas projetadas sobre a superfície e com variação de tamanho de poucas centenas de nanômetros e uns poucos microns (dependendo da espécie animal); e um sistema "liso" com uma camada superficial relativamente lisa cobrindo uma estrutura tecidual fina (Gorb *et al.*, 2000; Sherge & Gorb, 2001; Niederegger *et al.*, 2002; Gao *et al.*, 2004).

Por possuírem estruturas diferenciadas, estes modelos se utilizam de forças alternativas para exercerem a aderência. Possíveis mecanismos de aderência biológica incluem interações superficiais, como a secreção de fluidos (capilaridade e viscosidade) e a adesão molecular (Forças de van der Waals) (Gao *et al.*, 2004).

Há sempre forças atrativas entre as moléculas, como a Forças de van der Waals, que provêm da correlação do movimento eletrônico em moléculas vizinhas (núcleos positivos em uma molécula exercem uma força atrativa nos elétrons de outra molécula).

Em vista disso, parece razoável afirmar que, quanto maior o número de elétrons em uma molécula, maior serão estas forças intermoleculares (Andrews & Kokes, 1968). Há ainda a capilaridade, que é o efeito da tensão superficial em fazer um líquido descer ou subir em um tubo capilar. Quando as moléculas de um líquido se atraem menos fortemente do que sua atração com o sólido, como no caso da água com o vidro, diz-se que o líquido "molha" ou adere na superfície do sólido (Young & Freedman, 2003).

Neste trabalho foi realizada uma análise morfológica comparativa entre as patas da perereca e da lagartixa, com o intuito de estabelecer uma relação biológica para este fenômeno, uma vez que a bibliografia encontrada se apóia em caracteres e teorias físicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Três exemplares da lagartixa [*Hemidactylus mabouia* (Moreau de Jonnès, 1818) Reptilia, Gekkonidae] e três da perereca [*Dendropsophus minutus* (Peters, 1872) Anura, Hylidae] foram coletados em áreas urbanas do município de Cuiabá, no estado de Mato Grosso. Amostras das patas foram desidratadas em concentrações crescentes de álcool, secas ao ponto crítico e cobertas com ouro paládio

em aparelho do tipo *sputtering*. Após esse processo, foram analisadas e fotografadas através de microscópio eletrônico de varredura JEOL JSM 5800LV.

RESULTADOS

A pata da lagartixa é composta por escamas de revestimento, garras e estruturas retangulares, com a aparência de uma esponja (Figuras 1a e 1b). Em maior aumento, as estruturas esponjosas são compostas por filamentos ramificados em suas extremidades (Figuras 1c e 1d), também conhecidos por setas e suas ramificações por cerdas. Eles



Figura 1. *Hemidactylus mabouia*. **a)** visão ventral da pata: escamas de revestimento (ER), garras (G) e estrutura esponjosa (EE); **b)** visão lateral do dedo: escamas de revestimento (ER), garras (G) e estrutura esponjosa (EE); **c)** estrutura esponjosa (EE), setas (S), escamas de revestimento (ER) e escamas modificadas (EM); **d)** setas (S) e cerdas (C); **e)** setas (S), escamas modificadas (EM) e orifício central (OC).

permitem uma maior área de contato entre a pata e o substrato, e, portanto, maior aderência e equilíbrio. Além disso, é possível observar que as escamas que contornam as estruturas esponjosas são diferenciadas, apresentando um orifício central, o qual supomos que sejam aberturas de glândulas (Figura 1e).

A pata da perereca (Figura 2a) se apresenta bem diferente no aspecto morfológico, sendo composta por células colunares, pentagonais ou hexagonais, claramente espaçadas entre si e protegidas por uma estrutura cartilaginosa chamada de menisco (Figuras 2b e 2c). As expansões digitais das pererecas contêm glândulas que secretam uma substância pegajosa (Figura 2d).

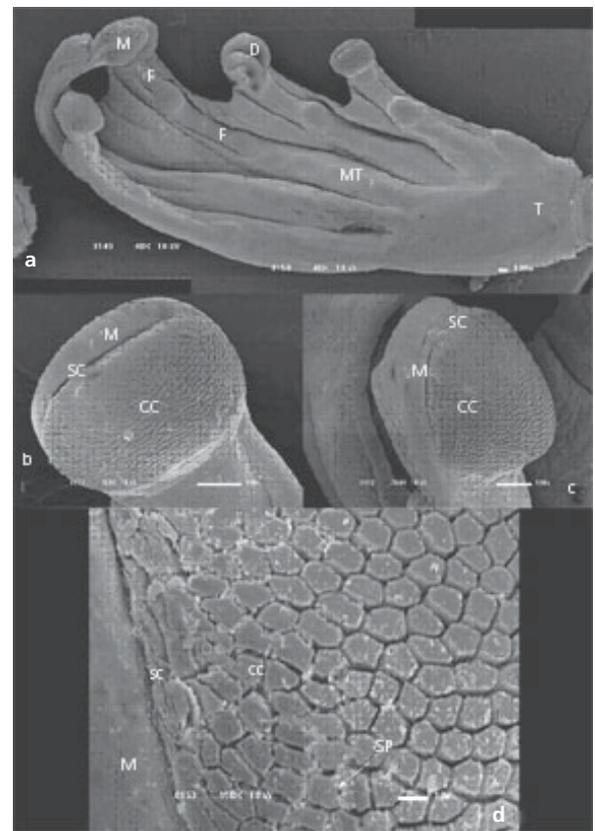


Figura 2. *Dendropsophus minutus*. **a)** visão ventral da pata: tarso (T), metatarso (MT), falanges (F), dígitos (D), menisco (M); **b), c), d)** dígito: menisco (M), sulco circular (SC), células colunares (CC); **d)** observação de substância pegajosa (SP).

DISCUSSÃO

Os lagartos da família Gekkonidae, que são representados neste estudo pelo espécime *Hemidactylus mabouia* (popularmente conhecidas como lagartixas e de hábito doméstico), são muito úteis porque se alimentam de insetos como traças, mosquitos e moscas. Diante desta necessidade alimentar, desenvolveram técnicas de aderência em substratos diversos.

A lagartixa possui garras afiladas com as quais se prende a substratos ásperos, como foi observado neste estudo. Sob um suporte liso e moderadamente inclinado, o animal pode manter sua posição por atrito. Já sobre superfícies ou saliências íngremes e lisas, a lagartixa revela um dos mecanismos adaptativos mais notáveis da natureza (Hildebrand, 1995).

Segundo Autumn & Peattie (2002) e semelhante ao observado no presente estudo, o segredo da capacidade adesiva dos lagartos da família Gekkonidae se explica pela estrutura das suas patas e pelas “almofadas adesivas” localizadas na parte ventral de cada dígito. As “almofadas” são cobertas com uma larga quantidade de fios rígidos e uniformes, parecidos com cabelos, orientados similarmente e formados de β -queratina, denominadas setas (Wainwright *et al.*, 1982; Russell, 1986; Autumn & Peattie, 2002), o que pôde ser comprovado pela microscopia eletrônica de varredura mostrada nos resultados desta análise.

Sob cada dígito existem de 16 a 21 “almofadas” alargadas e imbricadas. Sobre as superfícies expostas das “almofadas”, existem mais de 150 mil setas, que variam de 30 a 130 μ m de comprimento. Cada seta se ramifica em cerca de 2 mil cerdas e cada cerda possui uma placa terminal em forma de discos, com aproximadamente 0,2 μ m de diâmetro. No total, existem cerca de 100 milhões de placas terminais que tocam o substrato por meio de pontos das margens dos discos (Hildebrand, 1995). Não foi possível, neste estudo, realizar a contagem destas estruturas, no entanto foi verificada sua ocorrência em grande número.

O presente estudo reafirma a análise de Autumn & Peattie (2002) sobre a possibilidade de as setas altamente ramificadas nas patas dos lagartos da família Gekkonidae serem adaptações para maximizar a área de contato, já que a força de adesão depende muito mais da geometria do que da química da superfície.

Haase (1900) foi o primeiro a sugerir que os lagartos da família Gekkonidae aderem aos substratos através de forças intermoleculares, notando que, sob esta hipótese, a força atrativa aumentaria proporcionalmente à aproximação entre a pata e o substrato. Em 2002, Autumn & Peattie ainda destacam que essa é uma hipótese muito intrigante uma vez que as interações de van der Waals, apesar de mais fracas em relação às demais interações, são as mais universais, assim sendo, um adesivo que utiliza dessas interações seria capaz de grudar em qualquer superfície natural.

Conforme o observado para *H. mabouia* em patas que aderem com pelos, duas condições devem ser consideradas: (1) o tecido subjacente, a seta e a cerda devem ser ordenadas o suficiente para seguir o perfil da superfície em larga escala e em escala intermediária; (2) os elementos terminais devem ser muito pequenos e/ou muito flexíveis para compensar a pequena escala de aspereza (Federle, 2006). Entretanto os lagartos aderem com dificuldade a materiais que apresentam uma baixa tensão superficial (por exemplo, o Teflon) e, se as setas tornam-se sujas ou desordenadas, a habilidade de escalar fica prejudicada até que a pele seja mudada e substituída por novas setas (Hildebrand, 1995).

Anuros de diferentes famílias apresentam habitat arbóreo e são conhecidos como pererecas (Duellman & Trueb, 1985), inclusive o exemplar *Dendropsophus minutus* investigado neste estudo. Segundo Hanna & Barnes (1990), as pererecas possuem ventosas amplas em forma de disco no ápice de cada dedo para promover a adesão durante a escalada. Estas ventosas têm um aspecto morfológico muito interessante: uma camada epidermal especializada feita de muitas camadas de

células (Ernst, 1973; Hanna & Barnes, 1990). Nas presentes observações, esses discos foram encontrados em *D. minutus*, no entanto não se assemelham a ventosas, como apresentado pelos autores citados, já que a fixação não ocorre por sucção, mas por efeito de capilaridade ou adesão úmida: é evidente a camada epidermal especializada.

As células da epiderme da ventosa são colunares, normalmente com aspecto hexagonal, e claramente separadas umas das outras em seus ápices (Duellman & Trueb, 1994) - semelhante ao observado no presente estudo. Apesar de niveladas, as superfícies externas dessas células aparecem ásperas sob o microscópio eletrônico de varredura e, sob o microscópio eletrônico de transmissão, a superfície aparece completamente coberta por pequenas estruturas parecidas com pernas, os hemidesmossomos (Ernst, 1973; Hanna & Barnes, 1990). Semelhante ao registrado neste estudo, Duellman & Trueb (1994) observaram que as células epidermais de outra parte dos dígitos são escamosas, exceto na área de transição, onde o sulco circular está ausente e as células são cuboidais.

As expansões digitais das pererecas encerram glândulas que secretam uma substância pegajosa utilizada por esses animais para aderirem a rochas, folhas e caules (Hildebrand, 1995). Essa substância foi claramente observada em *Dendropsophus minutus*. As glândulas fornecem o fluido que forma uma parte essencial do mecanismo de adesão de ventosas e pele (Hanna & Barnes, 1990), já que a adesão através das ventosas é suplementada pela adesão da pele do abdômen e pela tensão superficial (Duellman & Trueb, 1994), geralmente a região ventral úmida é pressionada contra o substrato de forma a também aderir (Hildebrand, 1995). Duellman & Trueb (1994) provaram que as glândulas de muco fixadas na derme são grandes, tortuosas, e circundada por um fino mioepitélio de músculo liso, no entanto, não foi possível observar essas glândulas no atual estudo, por serem internas e a abertura dos ductos não serem evidentes à microscopia eletrônica de varredura.

As ventosas são comprimidas a partir da superfície do dígito por um elemento intercalar entre a penúltima e a última falange, que permite o contato entre toda a superfície da ventosa e o substrato (Duellman & Trueb, 1994). Isso parece ajudar o animal a sentir, com as extremidades dos dígitos, o melhor local para manter contato com o substrato (Hildebrand, 1995). A espessura da ventosa, combinada com a sua flexibilidade, permite que os pequenos movimentos dos dedos (como os que ocorrem quando há mudança de peso) certamente não precisem resultar num movimento do epitélio da ventosa em relação ao substrato (Hanna & Barnes, 1990).

A maioria dos trabalhos recentes dá suporte à hipótese de Nachtigall (1974), na qual a aderência das pererecas se dá através de umidade. A adesão úmida (modo pelo qual um pedaço úmido de tecido adere a um vidro) envolve um acúmulo de fluido que une as duas superfícies e estas são mantidas juntas por meio de tensão superficial e forças de viscosidade (capilaridade e adesão Stefan) (Barnes *et al.*, 2006). Este mecanismo contrasta com aquele observado nas lagartixas, no qual a adesão parece ser dominada pelas Forças de van der Waals (Autumn *et al.*, 2002), mas até aqui o papel da capilaridade não pode ser excluído (Barnes *et al.*, 2006).

Os dados morfológicos obtidos neste estudo contribuem para a compreensão dos fenômenos de adesão observados em lagartixas e pererecas, corroborando as hipóteses conhecidas até o momento.

AGRADECIMENTOS

Ao suporte financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT processo 0769/2006) e ao Centro de Microscopia Eletrônica da Universidade Estadual de Campinas.

REFERÊNCIAS

- Andrews, D.H. & Kokes, R.J. (1968). *Química geral*. Rio de Janeiro: Edusp. p.273-4.
- Autumn, K. & Peattie, A.M. (2002). Mechanisms of adhesion in geckos. *Integrative and Comparative Biology*, 42(6):1081-90.

- Autumn, K.; Sitti, M.; Liang, Y.C.A.; Peattie, A.M.; Hansen, W.R.; Sponberg, S.; Kenny, T.W.; Fearing, R.; Israelachvili, J.N. & Full R.J. (2002). Evidence for van der Waals adhesion in gecko setae. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 99(19):12252-6
- Barnes, W.J.P.; Oines, C. & Smith, J.M. (2006). Whole animal measurements of shear and adhesive forces in adult tree frogs: insights into underlying mechanisms of adhesion obtained from studying the effects of size and scale. *Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*, 192(11): 1179-91.
- Duellman, W.E. & Trueb, L. (1985). *Biology of amphibians*. New York: McGraw-Hill.
- Duellman, W.E. & Trueb, L. (1994). *Biology of amphibians*. Baltimore: Johns Hopkins University Press. p.372.
- Ernst, V. (1973). The digital pads of the tree frog *Hyla cinerea*. I. The epidermis. *Tissue & Cell*, 5(1):83-96.
- Federle, W. (2006). Why are so many adhesive pads hairy? *Journal of Experimental Biology*, 209(14):2611-21.
- Gao, H.; Wang, X.; Yao, H.; Gorb, Y. & Arzt, E. (2004). Mechanics of hierarchical adhesion structures of geckos. *Mechanics of Materials*, 37(2-3):275-85.
- Gorb, S.; Jiao, Y. & Sherge, M. (2000). Ultrastructural architecture and mechanical properties of attachment pads in *Tettigonia viridissima* (Orthoptera, Tettigoniidae). *Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology* 186(9): 821-31.
- Hanna, G. & Barnes, W.J.P. (1990). Adhesion and detachment of the toe pads of tree frogs. University of Glasgow, Scotland. *Journal of Experimental Biology*, 155(103):103-25.
- Hildebrand, M. (1995). *Análise da estrutura dos vertebrados*. São Paulo: Atheneu. p.541-2.
- Nachtigall, W. (1974). *Biological mechanisms of attachment*. New York: Springer-Verlag.
- Niederegger, S.; Gorb, S. & Jiao, Y. (2002). Contact behavior of tenent setae in attachment pads of the blowfly *Calliphora vicina* (Diptera, Calliphoridae). *Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*, 187(12):961-70.
- Russell, A.P. (1986). The morphological basis of weight-bearing in the scensors of the tokay gecko (Reptilia: Sauria). *Canadian Journal of Zoology*, 64(4):948-55.
- Sherge, M. & Gorb, S. (2001). *Biological micro and nano-tribology*. New York: Springer.
- Wainwright, S.A.; Biggs, W.D.; Currey, J.D. & Gosline, J.M. (1982). *Mechanical design in organisms*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Young, H.D. & Freedman, R.A. (2003). *Física II: termodinâmica e ondas*. São Paulo: Pearson Addison Wesley. p.79-80.

Recebido em: 8/4/2008

Versão final reapresentada em: 3/10/2008

Aprovado em: 6/11/2008

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

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

PROCEDIMENTOS EDITORIAIS

1. Avaliação de manuscritos

Os manuscritos submetidos à revista que atenderem à política editorial e às instruções aos autores são pré-selecionados pelos editores, que consideram o mérito científico da contribuição. Caso contrário, são devolvidos para adequação às normas, inclusão de carta ou de outros documentos eventualmente necessários.

Recomenda-se fortemente que o(s) autor(es) busque(m) assessoria linguística profissional (revisores e/ou tradutores certificados em língua portuguesa e inglesa) antes de submeter(em) originais que possam conter incorreções e/ou inadequações morfológicas, sintáticas, idiomáticas ou de estilo. Devem ainda evitar o uso da primeira pessoa (“meu estudo...”) ou da primeira pessoa do plural (“percebemos...”), pois em textos científicos o discurso deve ser impessoal e sem juízo de valor.

Originais identificados com incorreções e/ou inadequações morfológicas ou sintáticas são devolvidos antes mesmo de serem submetidos à avaliação quanto ao mérito do trabalho e à conveniência de sua publicação.

Aprovados nesta fase, os manuscritos são encaminhados aos revisores *ad hoc* selecionados pelos editores. Cada manuscrito é enviado para dois revisores de reconhecida competência na temática abordada. Em caso de desacordo, o original é enviado para uma terceira avaliação.

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

No caso da identificação de conflito de interesse por parte dos revisores, o Comitê Editorial encaminha o manuscrito a outro revisor *ad hoc*.

Os pareceres dos consultores comportam três possibilidades: a) aceitação integral; b) aceitação com reformulações; c) recusa integral. Em qualquer desses casos, o autor é comunicado.

A decisão final sobre a publicação ou não do manuscrito é sempre dos editores, aos quais é reservado o direito de efetuar os ajustes que julgarem necessários. Na detecção de problemas de redação, o manuscrito é devolvido aos autores para as alterações devidas; o trabalho reformulado deve retornar no prazo máximo determinado.

Manuscritos aceitos: manuscritos aceitos podem retornar aos autores para aprovação de eventuais alterações, no processo de editoração e normalização, de acordo com o estilo da revista.

Provas: são enviadas provas tipográficas aos autores para a correção de erros de impressão. As provas devem retornar ao Núcleo de Editoração na data estipulada. Outras mudanças no manuscrito original não são aceitas nesta fase.

2. Submissão de trabalhos

São aceitos trabalhos acompanhados de carta assinada por todos os autores, com descrição do tipo de trabalho, declaração de que o trabalho está sendo submetido apenas à Bioikos e de concordância com a cessão de direitos autorais.

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

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

3. Estrutura do artigo

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

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

O texto deve ter de 15 a 20 laudas. As folhas devem ter numeração personalizada desde a folha de rosto (que deve apresentar o número 1). O papel deve ser de tamanho A4, com formatação de margens superior e inferior (no mínimo 2,5cm), esquerda e direita (no mínimo 3cm).

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

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

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

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

A página do título deve conter:

- a) Título completo - deve ser conciso, evitando excesso de palavras, como "avaliação do...", "considerações acerca de...", "estudo exploratório...";
- b) *Short title* com até quarenta caracteres (incluindo espaços), em português (ou espanhol, caso seja o idioma do artigo) e inglês;
- c) Nomes de todos os autores por extenso, indicando a filiação institucional de cada um. Será aceita uma única titulação e filiação por autor. O(s) autor(es) deve(m), portanto, escolher entre suas titulações e filiações institucionais aquela que julgar(em) a mais importante.
- d) Todos os dados da titulação e da filiação devem ser apresentados por extenso, sem siglas.
- e) Indicação dos endereços completos de as universidades às quais estão vinculados os autores;
- f) Indicação de endereço para correspondência com o autor para a tramitação do original, incluindo fax, telefone e endereço eletrônico;

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

Resumo: todos os artigos submetidos em português ou espanhol devem ter resumo no idioma original e em inglês, com um mínimo de 150 palavras e máximo de 250 palavras.

Os artigos submetidos em inglês devem vir acompanhados de resumo em português, além do *abstract* em inglês.

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

O resumo não deve conter citações, siglas e abreviaturas. Destacar no mínimo três e no máximo seis palavras-chave.

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

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

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

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

Em relação à análise estatística, os autores devem demonstrar que os procedimentos utilizados foram não somente apropriados para testar as hipóteses do estudo, mas também corretamente interpretados. Os níveis de significância estatística (ex. $p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$) devem ser mencionados.

Ao relatar experimentos com animais, indicar se as diretrizes de conselhos de pesquisa institucionais ou nacionais - ou se qualquer lei nacional relativa aos cuidados e ao uso de animais de laboratório - foram seguidas, e fornecer o número do processo.

Resultados: sempre que possível, os resultados devem ser apresentados em tabelas ou figuras, elaboradas de forma que sejam autoexplicativas e com análise estatística. Deve-se evitar repetir dados no texto.

Tabelas, quadros e figuras devem ser limitados a cinco no conjunto e numerados consecutiva e independentemente com algarismos arábicos, de acordo com a ordem de menção dos dados; devem vir em folhas individuais e separadas, com indicação de sua localização no texto. É imprescindível a informação do local e ano do estudo. A cada um deve-se atribuir um título breve. Os quadros e tabelas devem ter as bordas laterais abertas.

O(s) autor(es) responsabiliza(m)-se pela qualidade das figuras (desenhos, ilustrações, tabelas, quadros e gráficos), que devem permitir redução sem perda de definição para os tamanhos de uma ou duas colunas (7,6 e 16,2cm, respectivamente). Não é permitido o formato paisagem. Figuras digitalizadas devem ter extensão JPEG e resolução mínima de 300 dpi.

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

As figuras deverão ser enviadas em impressão de alta qualidade, em preto-e-branco e/ou diferentes tons de cinza e/ou hachuras.

É necessário o envio dos gráficos, separadamente, em arquivos no formato WMF (Windows Metafile) e no formato do programa em que foram gerados (SPSS, Excel), acompanhados de seus parâmetros quantitativos, em forma de tabela e com nome de todas as variáveis.

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

Uma vez apresentado ao(s) autor(es) o orçamento dos custos correspondentes ao material de seu interesse, este(s) deve(m)

efetuar depósito bancário. As informações para o depósito são fornecidas oportunamente.

Discussão: deve explorar adequada e objetivamente os resultados, discutidos à luz de outras observações já registradas na literatura.

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

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

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

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

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

- **Referências:** devem ser relacionadas alfabeticamente, no final do texto, pelos sobrenomes dos autores e cronologicamente por autor. No caso de publicações com mais de dois autores, citam-se todos. Os títulos dos periódicos devem ser referidos por extenso.

Não são aceitas citações/referências de monografias de conclusão de curso de graduação, de resumos de trabalhos de congressos, simpósios, *workshops*, encontros, entre outros, bem como de textos não publicados (exemplos, aulas, entre outros). Citações de dissertações e teses devem ser evitadas ao máximo.

Se um trabalho não publicado de autoria de um dos autores do manuscrito for citado (ou seja, um artigo *in press*), é necessário incluir a carta de aceitação da revista que publicará o referido artigo. Se dados não publicados obtidos por outros pesquisadores forem citados no manuscrito, é necessário incluir uma carta de autorização do uso dos mesmos por seus autores.

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

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

Exemplos de referências

Periódico

Dois autores

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

Mais de dois autores

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

Livro

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

Mais de dois autores

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

Capítulo de Livro

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

Dissertações e Teses

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

Trabalhos apresentados em congressos e similares

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

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

LISTA DE CHECAGEM

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

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

- Verificar se o texto, incluindo resumos, tabelas e referências, está reproduzido com letra arial, tamanho 11 e espaçamento entrelinhas

1,5, e com formatação de margens superior e inferior (no mínimo 2,5cm), esquerda e direita (no mínimo 3cm);

- Verificar se estão completas as informações de legendas das figuras e tabelas;

- Preparar página de rosto com as informações solicitadas;

- Incluir nomes de agências financiadoras e número do processo;

- Indicar se o artigo é baseado em tese/dissertação, colocando o título, o nome da instituição, o ano de defesa e o número de páginas;

- Incluir título do manuscrito, em português e inglês;

- Incluir título abreviado (*short title*) com quarenta caracteres, para fins de legenda em todas as páginas;

- Incluir resumos com no mínimo 150 e no máximo 250 palavras nos dois idiomas, português e inglês, ou em espanhol, nos casos em que se aplique, com palavras-chave;

- Verificar se as referências estão normalizadas segundo estilo adotado pela revista, ordenadas alfabeticamente, e se todas estão citadas no texto;

- Incluir permissão de editores para reprodução de figuras ou tabelas publicadas;

- Incluir parecer do Comitê de Ética da instituição.

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE E TRANSFERÊNCIA DE DIREITOS AUTORAIS

Cada autor deve ler e assinar os documentos Declaração de Responsabilidade (1) e Transferência de Direitos Autorais (2), nos quais devem constar:

- Título do manuscrito;

- Nome por extenso dos autores (na mesma ordem em que aparecem no manuscrito);

- Autor responsável pelas negociações.

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

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

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

2. Transferência de direitos autorais:

– “Declaro que, em caso de aceitação do artigo, a Bioikos passa a ter os direitos autorais a ele referentes, que se tornarão propriedade exclusiva da revista, e fica vedada qualquer reprodução, total ou parcial, em qualquer outra parte ou meio de divulgação, impressa ou eletrônica, sem que a prévia e necessária autorização seja solicitada e, se obtida, farei constar o competente agradecimento à revista”.

Assinatura do(s) autores(s) Data ____/____/____

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

Núcleo de Editoração SBI/CCV - Campus II
Av. John Boyd Dunlop, s/n., Prédio de Odontologia, Jd. Ipaussurama, 13060-904, Campinas, SP, Brasil.
Fone/Fax: +55-19-3343-6875
E-mail: ccv.revistas@puc-campinas.edu.br
Web: <http://www.puc-campinas.edu.br/ccv>

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

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

EDITORIAL PROCEDURES

1. Manuscript evaluation

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2. Submission of works

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

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

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

3. Presentation of the manuscript

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

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

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

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

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

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

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

The **title page**: should contain:

- a) full title - must be concise, avoiding excess words such as "assessment of...", "considerations on...", "exploratory study...";
- b) short title with up to 40 characters in Portuguese (or Spanish) and English;
- c) full name of all the authors indicating where each one works. Each author is allowed one employee and one title. The authors should therefore choose among their titles and employees those that they judge to be most important.
- d) All data regarding titles and employees should be presented in full, without abbreviations.
- e) List the full addresses of all the universities with which the authors have affiliations;
- f) Indicate an address to exchange correspondence, including the manuscript, with the editor, including facsimile, telephone and e-mail address;
- g) full address to correspond with the authors, including contact name, telephone, facsimile and e-mail.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

of institutions or individuals who actually collaborated with the research.

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

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

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

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

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

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

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

References examples

Journal

Two authors

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

More than two authors

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

Book

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

More than two authors

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

Book chapter

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

Dissertations and theses

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

Paper presented in congress whose article was published in proceedings

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

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

CHECKLIST

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

- Include a short title with 40 characters at most for the legend of each page.
- Include abstracts with a minimum 150 words and a maximum of 250 words, in Portuguese or Spanish and English, and keywords when applicable.
- Verify if the references are in accordance with the standard of the Journal and if they are all cited in the text.
- Include permission of the editors for tables and figures that have been published before.
- Include the opinion of the Ethics Committee of the Institution.

**DECLARATION OF RESPONSIBILITY
AND COPYRIGHT TRANSFER**

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

First author:

Author responsible for the negotiations: Title of the manuscript:

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

– I certify that I have participated in the creation of this work and render public my responsibility for its content; I have not omitted any affiliations or financial agreements between the authors and companies that may be interested in the publication of this article;

– I certify that the manuscript is original and the work, in part or in full, or any other work with a substantially similar content of my authorship was not sent to another journal and will not be sent to another journal while its publication is being considered by the Bioikos, whether in the printed or electronic format.

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

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

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

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

Núcleo de Editoração SBI/CCV - Campus II
Av. John Boyd Dunlop, s/n., Prédio de Odontologia, Jd. Ipaussurama, 13060-904, Campinas, SP, Brasil.
Fone/Fax: +55-19-3343-6875
E-mail: ccv.revistas@puc-campinas.edu.br
Web: <http://www.puc-campinas.edu.br/centros/ccv>

194.152.8500
BIOIKOS



PUC

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, Base de Dados Periódica (Índice de Revistas Latinoamericano em Ciências).

Esperamos contar com sua presença entre nossos assinantes regulares.

Comissão Editorial

ASSINATURA

RENOVAÇÃO

<input type="checkbox"/> Volume 19 (1 e 2) (2005)	⇒ Pessoas Físicas	R\$ 20,00	<input type="checkbox"/>	⇒ Institucional	R\$ 20,00	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Volume 20 (1 e 2) (2006)	⇒ Pessoas Físicas	R\$ 30,00	<input type="checkbox"/>	⇒ Institucional	R\$ 50,00	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Volume 21 (1 e 2) (2007)	⇒ Pessoas Físicas	R\$ 30,00	<input type="checkbox"/>	⇒ Institucional	R\$ 50,00	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Volume 22 (1 e 2) (2008)	⇒ Pessoas Físicas	R\$ 30,00	<input type="checkbox"/>	⇒ Institucional	R\$ 50,00	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Volume 23 (1 e 2) (2009)	⇒ Pessoas Físicas	R\$ 30,00	<input type="checkbox"/>	⇒ Institucional	R\$ 50,00	<input type="checkbox"/>

Nome: _____

Endereço: _____

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

CNPJ/CPF: _____ E-mail: _____

Anexo cheque número: _____ Banco: _____ Valor: _____

Cheque nominal à SOCIEDADE CAMPINEIRA DE EDUCAÇÃO E INSTRUÇÃO.

Assinatura: _____ Data: ____ / ____ / ____

FORMAS DE PAGAMENTO

PARCELADO

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

À VISTA

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

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

Enviar pedido juntamente com seu pagamento para:

Revista Bioikos - Núcleo de Editoração - Prédio de Odontologia - Campus II
Av. John Boyd Dunlop, s/n., 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: Profa. Angela de Mendonça Engelbrecht

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 e Editora Flamboyant Ltda

Tiragem / Edition

800

Distribuição / Distribution

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



BIOIKOS

SUMÁRIO | CONTENTS

ISSN 0102-9568

Artigos | Articles

- 3 Composição e estrutura da assembleia de peixes da zona de arrebentação da praia de Jaguaribe, Itamaracá (PE)
Composition and structure of fish assemblage of the surf zone at Jaguaribe beach, Itamaracá (PE), Brazil.
• Fabio Magno da Silva Santana, William Severi
- 19 Vocalização de saguis-de-tufo-preto (*Callithrix penicillata*): identificação e descrição de sons e respostas comportamentais
Communication among black tufted-ear marmosets (Callithrix penicillata): identification and description of sounds and behavioral responses
• Alessandra de Barros, Claudia Eiko Yoshida
- 29 Comunidades de formigas em dois ciclos de cultivo de arroz irrigado na planície costeira do Rio Grande do Sul
Ant communities in two cycles of an irrigated rice cultivation in the coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil
• Aline Bianca Moraes, Elena Diehl
- 39 Levantamento da biodiversidade de amebas testáceas em sedimentos de lagoas artificiais de São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil
Biodiversity survey of testaceous amoebae in artificial lagoon sediment at São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brazil
• Carolina Jardim Leão, Itamar Ivo Leipnitz, Fabrício Ferreira
- 51 Por que as pererecas e as lagartixas não caem das paredes?
Why do tree frogs and geckos not fall off walls?
• Mônica Caroline Pavan Cassel, Adelina Ferreira