

ISSN 0102-9568

Bioikos

Volume 25 | Número 2
Julho - Dezembro • 2011



BIOIKOS

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

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

COLABORAÇÕES / CONTRIBUTIONS

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

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

ASSINATURAS / SUBSCRIPTIONS

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

E-mail: sbi.neassinaturas@puc-campinas.edu.br

Anual: Pessoas físicas: R\$40,00 Institucional: R\$120,00
Aceita-se permuta

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

E-mail: sbi.neassinaturas@puc-campinas.edu.br

Annual: Individual rate: R\$40,00 Institutional rate: R\$120,00
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: sbi.ne_biomed@puc-campinas.edu.br
Web: <http://www.puc-campinas.edu.br/ccv>

INDEXAÇÃO / INDEXING

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

LISTA QUALIS

B-4

Editora / Editor

Luciane Kern Junqueira (PUC-Campinas)

Editores Associados / Associate Editors

Ambiental

Kayna Agostini (Unimep - Piracicaba)

Rafael Dias Loyola (UFG - Goiânia)

Biologia Molecular

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

Edmilson Ricardo Gonçalves (PUC-Campinas)

Leonardo Fernandes Fraceto (Unicamp - Campinas)

Educação

Eduardo Galembeck (Unicamp - Campinas)

Leda Rodrigues de Assis Favetta (Unimep - Piracicaba)

Simone Sendin Guimarães (UFG - Goiânia)

Editora Executiva / Executive Editor

Maria Cristina Matoso (SBI-PUC-Campinas)

Conselho Editorial / Editorial Board

Adauto Ivo Milanez (Instituto de Botânica - São Paulo)

Ana Lúcia Vendel (UFPA - João Pessoa)

Carmina da Cruz-Landim (Unesp - Rio Claro)

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

Edmundo Ferraz Nonato (USP - São Paulo)

Eunice da Costa Machado (UFPR - Pontal do Paraná)

Giovana Radomille Tofoli (Universidade São Francisco - Bragança Paulista)

José Roberto Miranda (Embrapa - Campinas)

Maria José Costa Sampaio Moura (PUC-Campinas)

Olga Yano (Instituto de Botânica - São Paulo)

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

Paulo de Tarso da Cunha Chaves (UFPR - Curitiba)

Vadim Viviani (UFSCar - Sorocaba)

Virginia Sanches Uieda (Unesp - Botucatu)

Wesley Rodrigues Silva (Unicamp - Campinas)

Normalização e Indexação / Standardization and Indexing

Maria Cristina Matoso

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

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

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

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

Copyright ©Bioikos

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

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

FICHA CATALOGRÁFICA

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

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

v.25 n.2 jul./dez. 2011

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*

Ambiental | Environmental

Ecologia | Ecology

- 75 Prioridades espaciais para a conservação de mamíferos ameaçados de extinção na região Neotropical
Spatial priorities for the conservation of threatened mammals in the Neotropics
• Fabiana Madeira Assunção Cunha, Rafael Dias Loyola
- 91 Impacto da hidrodinâmica e da sedimentação sobre a microfauna de foraminíferos bentônicos de áreas recifais do sul da Bahia, Brasil
Impacts of the hydrodynamic and sedimentation on the benthic foraminifera microfauna of coral reef areas from Southern Bahia, Brazil
• Helisângela Acris Borges de Araújo, Regina Lucia Machado Bruno, Altair de Jesus Machado
- 109 Micota no ar da unidade de terapia intensiva e centro cirúrgico de um hospital universitário
Airborne fungi from intensive care units and surgical center in university hospital
• Eusébio de Sales, Edilaine Maria Lecy de Sales, Leonardo Frederico Dias, Francisco Eduardo de Carvalho Costa, Ana Beatriz Alkmim Teixeira Loyola

Recursos Pesqueiros | Fishing Resources

- 117 Distribuição espacial da ictiofauna demersal no Saco dos Limões (Baía Sul, Florianópolis, SC)
Spatial distribution of demersal fishes in the Saco dos Limões (Baía Sul, Florianópolis, SC, Brazil)
• Beatriz Fernanda Chinchilla Cartagena, Mauricio Hostim-Silva, Henry Louis Spach
- 129 Indução da maturação gonadal do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792), em cativeiro: aplicação de diferentes protocolos de indução da maturação e indutores hormonais
Inducing gonadal maturation of common snook, Centropomus undecimalis, in captivity: application of different protocols of gonadal maturation induction and hormonal inductors
• Eduardo de Medeiros Ferraz, Vinicius Ronzani Cerqueira
- 141 Índice / Index
- 143 Instruções aos Autores / *Instructions for Authors*



ARTIGO | ARTICLE

Prioridades espaciais para a conservação de mamíferos ameaçados de extinção na região Neotropical

Spatial priorities for the conservation of threatened mammals in the Neotropics

Fabiana Madeira Assunção Cunha¹

Rafael Dias Loyola²

RESUMO

Cerca de um quarto das espécies de mamíferos estão atualmente ameaçadas de extinção, e o constante aumento nessas taxas tem demandado a elaboração de estratégias eficientes, que direcionem esforços para áreas com alto valor de conservação. Mamíferos são extremamente importantes, por desempenharem inúmeros papéis ecológicos cruciais na manutenção dos ecossistemas, de modo que a elaboração de estratégias de conservação para esse grupo é fundamental. Nesse sentido, o presente estudo visou identificar áreas-chave para a conservação de mamíferos ameaçados de extinção na região neotropical, utilizando ecorregiões como unidades geográficas básicas. Ecorregiões neotropicais servem de refúgio para uma grande diversidade de vertebrados, além de abrigar, hoje em dia, inúmeras espécies em extinção. Essas áreas foram selecionadas com base (1) em variáveis ecológicas, evolutivas e outras relacionadas à história de vida de cada uma das 207 espécies de mamíferos neotropicais ameaçados, e (2) também com base no *status* de conservação, área total e proporção de área protegida e disponível para conservação das 166 ecorregiões neotropicais nas quais tais espécies ocorrem. Foi usado um procedimento de otimização para selecionar o número mínimo de ecorregiões necessárias para representar todas as espécies ao menos uma vez, com base no conceito de complementaridade. As soluções que satisfizeram essa meta de representação foram combinadas em diferentes mapas, nos quais a importância relativa de cada ecorregião foi indicada pela frequência com que ela foi incluída nos conjuntos ótimos. Foi ainda verificado onde é

¹ Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Centro de Ciências da Vida, Faculdade de Ciências Biológicas. Campinas, SP, Brasil.

² Universidade Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Ecologia. Caixa Postal 131, 74673-100, Goiânia, GO, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: R.D. LOYOLA. E-mail: <avispa@gmail.com>.

necessário criar reservas que complementem a rede atualmente estabelecida na região neotropical.

Palavras-chave: Análise de lacunas. Ecorregiões. Extinção. Planejamento sistemático para a conservação. Vertebrados.

ABSTRACT

Nearly 25% of extant mammal species are currently under threat of extinction. Such a high level of threat of extinction demands the production of effective strategies that direct resources to areas with high conservation value. Mammals are key elements of natural ecosystems as they play key ecological roles in its maintenance. Thus, proposals for effective conservation actions for this group are of paramount importance. Here we aimed to identify key areas for the conservation of Neotropical mammals currently threatened with extinction, using ecoregions as biogeographical planning units. Neotropical ecoregions act as refuge for a diversity of vertebrate species, also harboring a large number of threatened species. We selected key areas for conservation on the basis of (1) ecological and evolutionary variables and others related to the life-history of each of the 207 species of threatened mammals that occur in the Neotropics, and (2) the conservation status, total area and the proportion of available conservation area in 166 Neotropical ecoregions in which these species occur. We used an optimization procedure to select the minimum number of Neotropical ecoregions needed to represent all species at least once, based on the complementarity principle. We combined solutions that satisfied this goal into different maps on which the relative importance of each ecoregion was noted according to the frequency with which it was highlighted as a priority for all solutions. We also checked where it would be necessary to establish additional protected areas to complement the current Neotropical network of protected areas.

Key words: Gap-analysis. Ecoregions. Extinction. Systematic conservation planning. Vertebrates

INTRODUÇÃO

A perda de biodiversidade é um fenômeno global que tem atuado em diferentes escalas, levando diversas espécies à extinção (Cardillo *et al.*, 2006; Loyola *et al.*, 2008b). Entre os muitos fatores geradores dessa crise atual de biodiversidade, a destruição de *habitats*, a introdução de espécies exóticas, a sobre-exploração de espécies e recursos naturais, a poluição e as evidentes mudanças climáticas globais, são consideradas as maiores ameaças (Loreau *et al.*, 2006). De acordo com dados da International Union for Conservation of Nature (2010), aproximadamente 12% das espécies de aves, 23% das espécies de mamíferos, 32% das espécies de anfíbios e cerca de 50% de todas as plantas estão atualmente ameaçadas de extinção. O crescente aumento nas taxas de extinção ultrapassa de longe

a conservação dos recursos disponíveis, e essa situação torna-se cada vez mais crítica, demandando o desenvolvimento de estratégias e teorias robustas para identificação de prioridades de conservação (Myers *et al.*, 2000).

Atualmente, a falta de informação sobre onde concentrar esforços de conservação é um dos maiores obstáculos a serem transpostos para a conservação da biodiversidade tropical (Howard *et al.*, 1998; Loyola *et al.*, 2007). Por essa razão, diversas Organizações Não-Governamentais (ONG) vêm desenvolvendo exercícios de priorização, baseados principalmente em análises de natureza biogeográfica, com o intuito de direcionar e priorizar a alocação de esforços de conservação (Myers *et al.*, 2000; Myers & Mittermeier *et al.*, 2003; Loyola & Lewinsohn, 2009). As estratégias de conservação da

biodiversidade em grande escala têm como meta principal a identificação de áreas com alto valor de conservação, que sejam significativas em um contexto global, continental ou regional (Moore *et al.*, 2003). Ao se concentrarem esforços em áreas onde a necessidade de conservação é maior, o retorno dos investimentos também será maior, podendo superar os desafios da extinção em larga escala (Myers *et al.*, 2000).

A priorização de áreas baseadas em regiões delimitadas por critérios ecológicos, como as ecorregiões - unidades geográficas definidas por similaridade de fauna e flora - é considerada o método mais eficiente de identificação de prioridades, por refletir a distribuição real das comunidades no espaço geográfico (Olson *et al.*, 2001), facilitando a tomada de decisões e sua aplicação (Loyola *et al.*, 2007; Loyola *et al.*, 2008a, Loyola *et al.*, 2008b; Loyola & Lewinsohn, 2009). Essas unidades geográficas vêm sendo utilizadas em programas de conservação propostos pela *The Nature Conservancy* (Groves, 2003), pela *World Wildlife Fund* (WWF) em associação com o Banco Mundial (Olson *et al.*, 2001; Olson & Dinerstein, 2002; World Wildlife Fund, 2006), pelo *Global Environment Facility* (GEF). O conceito de ecorregião também vem sendo aplicado no delineamento de áreas prioritárias e grandes áreas naturais, proposto pela Conservação Internacional (Mittermeier *et al.*, 2004), bem como tem ainda influenciado decisões governamentais relacionadas ao manejo de recursos naturais (Loyola *et al.*, 2007). Uma vez que a maioria das decisões em políticas públicas é tomada por cada país de maneira particular, ou seja, dentro de suas fronteiras nacionais, o conceito de ecorregião pode ser tomado como a maior unidade geográfica operacional, na qual as decisões podem ser realmente tomadas e implantadas. Não obstante, essas unidades apenas recentemente passaram a receber mais atenção em exercícios de avaliação (Lamoreux *et al.*, 2006; Loyola *et al.*, 2007).

Hoje em dia, existem diferentes abordagens para a seleção de prioridades de conservação em grandes escalas geográficas. Tradicionalmente, o objetivo principal das análises de priorização de áreas

para conservação da biodiversidade é o de apenas representar espacialmente as espécies que se pretende conservar. Entretanto, a inclusão de outros atributos no processo de priorização de áreas, como as características ecológicas das espécies (modo de reprodução, risco de extinção, período de gestação), bem como características evolutivas (por ex., tamanho do corpo, amplitude de distribuição geográfica da espécie) (Cardillo *et al.*, 2006), provê uma base científica e menos subjetiva, fornecendo melhor suporte para a seleção de grupos prioritários (Loyola *et al.*, 2008a; Loyola *et al.*, 2008b; Loyola & Lewinsohn, 2009).

Isso é extremamente necessário para os mamíferos: atualmente, cerca de um quarto das espécies desse grupo estão ameaçadas de extinção (Ceballos & Ehrlich, 2002; International Union for Conservation of Nature, 2006). O alto nível de ameaça indica que eles têm sido severamente afetados pela atual crise de biodiversidade (Ceballos & Ehrlich, 2002). Os mamíferos são um ótimo grupo para se desenvolverem estratégias de conservação, pois sua biologia e filogenia são bem conhecidas, além de suas espécies possuírem uma ampla distribuição geográfica e apresentarem diversos níveis de risco de extinção (Cardillo *et al.*, 2004). Apesar disso, poucos estudos têm buscado selecionar áreas prioritárias para a conservação de mamíferos ou de um subgrupo particular de espécies (Loyola *et al.*, 2008b).

A região neotropical, que se estende desde os desertos do México ao Sul da Argentina, é a província biogeográfica mais rica em espécies de vertebrados do mundo (Mittermeier *et al.*, 2004). Além disso, é uma das regiões tropicais nas quais o declínio populacional de mamíferos e o número de espécies em extinção são altamente elevados (Ceballos *et al.*, 2005), o que torna necessária e imperativa a concentração de esforços, bem como o desenvolvimento de estratégias para a conservação da biodiversidade da área. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi identificar áreas prioritárias que sejam capazes de representar todas as espécies de mamíferos ameaçados de extinção na região neotropical, em diferentes cenários de priorização,

fornecendo subsídios para a conservação e os investimentos em um conjunto de áreas predeterminadas. Paralelamente, pretende-se fornecer uma base científica para o desenvolvimento de estratégias eficientes de conservação para mamíferos e para os demais vertebrados terrestres.

MATERIAL E MÉTODOS

Âmbito do estudo

O presente artigo tem como foco toda a região neotropical (do centro do México ao sul da Argentina), utilizando ecorregiões como unidades geográficas (Figura 1A). As ecorregiões foram delineadas por meio de um esforço conjunto do Fundo Mundial para a Conservação da Natureza (*World Wildlife Fund* - WWF) e do Banco Mundial (BID) (Olson *et al.*, 2001). Elas são unidades geográficas que contêm espécies de comunidades naturais distintas, e cujas fronteiras aproximam-se à das distribuições geográficas originais das espécies, existentes antes das grandes alterações causadas por diferentes usos de terra. Isto é, as ecorregiões são delimitadas com base na similaridade de espécies

da fauna e flora (Olson *et al.*, 2001). Estratégias de conservação baseadas em ecorregiões podem facilitar a tomada de decisões e sua aplicação (Loyola *et al.*, 2007; Loyola *et al.*, 2008a; Loyola *et al.*, 2008b; Loyola & Lewinsohn, 2009), embora a implementação de redes de reservas naturais deva ser baseada em uma escala espacial menor ou em unidades políticas, como estados ou países.

Coleta de dados

A base de dados que foi utilizada para as análises (World Wildlife Fund, 2006) contém a lista de espécies de mamíferos ameaçados de extinção na região neotropical. As análises foram focadas em todas as 207 espécies de mamíferos neotropicais ameaçados, cujas extensões de ocorrência foram obtidas em Wilson & Reeder (2005). Informações completas sobre a fonte da lista podem ser obtidas na plataforma *Wildfinder* da WWF (World Wildlife Fund, 2006).

Para cada espécie de mamífero ameaçado foram obtidas variáveis ecológicas, evolutivas e relacionadas à sua história de vida. Utilizou-se o tamanho corporal médio (comprimento corporal em

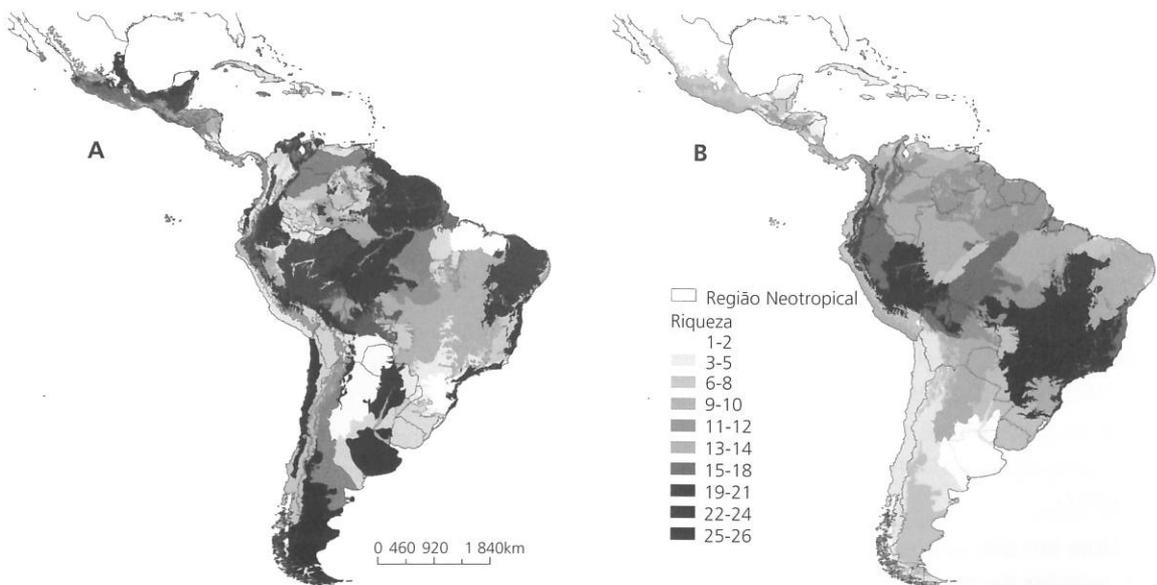


Figura 1. (A) Distribuição espacial das ecorregiões neotropicais e (B) padrão espacial da riqueza de mamíferos ameaçados de extinção na região neotropical

milímetros), o risco atual de extinção das espécies (www.iucnredlist.org), a raridade das espécies (aqui definida como o inverso da amplitude de distribuição geográfica, em termos de ecorregiões), o período médio entre gestações e o tamanho médio da ninhada. Essas cinco variáveis foram obtidas, por meio de consulta a artigos (Cardillo *et al.*, 2004; Cardillo *et al.*, 2005), e em diversos artigos publicados no periódico *Mammalian Species*, livros e bancos de dados disponíveis na literatura. As categorias de ameaça propostas pela IUCN (LC: pouca preocupação; NT: quase ameaçado; VU: vulnerável; EM: em perigo; CR: criticamente ameaçado) foram transportadas para uma escala numérica, a fim de serem incluídas nas análises quantitativas de priorização de áreas. A correspondência seguiu aquela recentemente empregada por Loyola *et al.* (2008b), onde LC=0, NT=1, VU=2, EN=3 e CR=4. Cada uma dessas características tem sido proposta como indicadora do nível de ameaça das espécies, sendo utilizada sozinha ou combinada, para prevenir riscos de extinção e identificar áreas prioritárias para a conservação de mamíferos (Cardillo *et al.*, 2005; Cardillo *et al.*, 2006; Loyola *et al.*, 2008b).

Além disso, o *status* de conservação de cada ecorregião e outros dados, como área total e proporção de área protegida e disponível para conservação, foram extraídos da World Wildlife Fund (2006) e utilizados nas análises que compararam a eficiência dos conjuntos prioritários.

Seleção de áreas prioritárias

Dada a ocorrência das 207 espécies de mamíferos ameaçados em 166 ecorregiões neotropicais, foi usado um procedimento de otimização para selecionar o número mínimo de ecorregiões necessárias para representar todas as espécies ao menos uma vez, com base no conceito de complementaridade (Pressey *et al.*, 1997; Margules & Pressey, 2000; Williams *et al.*, 2000; Cabeza & Moilanen, 2001). Foi usada a rotina *Site Selection Mode* - implementada no programa de computador SITES (Andelman *et al.*, 1999; Possingham *et al.*,

2000), para encontrar combinações mínimas de ecorregiões que conseguissem representar todas as espécies ameaçadas de extinção na região neotropical. Foram obtidas cinquenta soluções, isto é, cinquenta conjuntos mínimos de ecorregiões, geradas por meio de 10 mil iterações (tentativas e erros). Isso quer dizer que, para cada solução dada pelo programa, foram testados 10^6 conjuntos de ecorregiões possíveis, e foi encontrado o melhor de todos eles em termos de representação de espécies. Na simulação, foi incluída ainda uma "penalidade" alta associada à perda de espécies, para que todas as soluções geradas contivessem todas as espécies em um número mínimo de ecorregiões. Todas as soluções que satisfizeram essa meta de representação foram combinadas em diferentes mapas, nos quais a importância relativa de cada ecorregião foi indicada pela frequência com que ela foi incluída nos conjuntos ótimos. Isto é, fez-se uma estimativa de insubstituibilidade das ecorregiões, de modo que aquelas classificadas como tendo o mínimo de insubstituibilidade tiveram frequência 0.0 (áreas que não apareceram nenhuma vez no conjunto ótimo) e aquelas altamente insubstituíveis tiveram frequência 1.0 (áreas que apareceram em todos os conjuntos ótimos).

Cenários de priorização

Para a criação de diferentes cenários de priorização, nas análises foram adicionados ainda "custos" associados a cada ecorregião. Os valores de custo foram estimados a partir de dois fatores. O primeiro deles é o nível de impacto humano nas ecorregiões, baseado em seu *status* de conservação, fornecido pela World Wildlife Fund (2006): ecorregiões mais impactadas são mais "caras", aumentando seu custo de inclusão em um conjunto prioritário (Loyola *et al.*, 2008b). O *status* de conservação das ecorregiões foi determinado por meio da ponderação dos efeitos de cinco variáveis importantes em escala de paisagem, a saber: perda do *habitat* original; número e tamanho de grandes blocos de *habitat* original; grau de fragmentação e degradação da ecorregião; taxa de conversão do

habitat nativo remanescente; e grau de proteção das ecorregiões. Essas variáveis, por refletirem níveis históricos e atuais de impacto humano, são os melhores indicadores da probabilidade de persistência de espécies e processos ecológicos em ecorregiões (Dinerstein, 1995; Loyola *et al.*, 2008b). Em segundo lugar, a análise de custo levou em consideração as variáveis obtidas que refletiam as características biológicas das espécies, atribuindo valores médios para tais características, dentro de cada ecorregião.

A partir da análise dos custos, foram gerados três cenários diferentes para a conservação das espécies. No cenário A, buscou-se o mínimo de ecorregiões capazes de representar todas as espécies, em áreas com menor nível de impacto humano, denominando-se a ele como “cenário de menor conflito de conservação”. Já no cenário B, buscou-se o mínimo de ecorregiões que representassem todas as espécies, favorecendo áreas que apresentassem maior risco de extinção, devido à ação sinérgica de suas características biológicas. Em outras palavras, esse cenário contém todas as espécies, favorecendo áreas que tendem a abrigar animais com tamanho corporal grande, alto risco de ameaça conforme a IUCN, alta raridade, longo período médio entre gestações e poucos filhotes por ninhada, sendo denominado como “cenário de máxima vulnerabilidade”. Por sua vez, no cenário C, foi favorecida a inclusão de ecorregiões que contivessem espécies pouco raras, com período curto entre gestações e muitos filhotes por ninhada, o que favoreceria a persistência das espécies por mais tempo. Esse cenário foi denominado “cenário de persistência de espécies”. Os três cenários serviram para indicar em qual deles os esforços de conservação trariam melhor retorno de investimento, a longo prazo e em escala ecorregional (Loyola & Lewinsohn, 2009).

Priorização, considerada a rede de reservas atuais

Reservas naturais normalmente são criadas por razões mais estéticas e políticas do que por critérios científicos. Isso faz com que a rede de reservas exis-

tente atualmente no planeta não seja eficiente para a conservação a longo prazo das espécies animais (Rodrigues *et al.*, 2004). Por essa razão, torna-se necessário não só avaliar a eficiência das redes de reservas, mas também identificar novas áreas nas quais reservas deveriam ser implementadas para complementar a rede existente. Esse tipo de exercício é conhecido como análise de lacunas (*Gap Analysis*) (Rodrigues *et al.*, 2004).

Além dos três cenários de priorização descritos anteriormente, foram ainda gerados outros três, considerando a atual rede de reservas existentes na região neotropical. Para isso, todas as ecorregiões neotropicais que continham pelo menos 25% de sua área coberta por reservas de proteção integral (categorias I a IV da IUCN) foram consideradas protegidas. Além disso, foram também consideradas protegidas as regiões com área protegida suficiente (aproximadamente 29 173km²) para manter populações viáveis de diversas espécies de mamíferos. A área necessária para a manutenção de populações viáveis de mamíferos foi calculada com base nos valores de populações mínimas viáveis de 14 espécies de mamíferos (obtidas em Reed *et al.*, 2003), para as quais existiam dados de densidade populacional (disponíveis em Cardillo *et al.*, 2004). A área mínima utilizada neste trabalho representa o necessário para a manutenção de populações mínimas viáveis de 95% dessas espécies. Esses critérios têm sido normalmente utilizados por estudos de conservação (Rodrigues & Oliveira, 2006; Urbina-Cardona & Loyola, 2008). Ecorregiões que atendiam a tais critérios ($n=21$) foram fixadas nas análises, e os cenários resultantes indicaram ecorregiões nas quais deveriam ser estabelecidas novas reservas, para a conservação eficiente de mamíferos ameaçados de extinção na região neotropical.

RESULTADOS

Padrão de riqueza de espécies e insubstituibilidade de ecorregiões

A maioria das espécies de mamíferos ameaçadas encontra-se na Mata Atlântica brasileira,

no Cerrado, na Amazônia ocidental e nos Andes (Figura 1B). Outras áreas com muitas espécies ameaçadas localizam-se na América Central, Norte da Amazônia, Guianas e Suriname. As áreas com menos espécies ameaçadas concentram-se no Sul da América do Sul e nas ilhas do Caribe (Figura 1B).

Sob o cenário que envolve um menor conflito de conservação, ecorregiões altamente insubstituíveis localizam-se no Sul do México e norte da Guatemala, Norte dos Andes, Amazônia ocidental e setentrional, além de áreas no Sul do continente, sudeste (Mata Atlântica) e planalto central do Brasil (Cerrado). Outras ecorregiões com insubstituibilidade média localizam-se no escudo das Guianas e em regiões de montanha da Costa Rica (Figura 2A).

O padrão de insubstituibilidade de ecorregiões sob um cenário de máxima vulnerabilidade segue o mesmo padrão descrito acima, contudo inclui ecorregiões de insubstituibilidade média concentradas no Sul da América do Sul (Patagônia) e Mata Atlântica brasileira (florestas do litoral da Bahia) (Figura 2B). O cenário de persistência de espécies segue mais uma vez o padrão descrito, incluindo as áreas ao norte da Amazônia brasileira e as Guianas (Figura 2C).

Cenários de priorização

Na análise dos cenários nos quais a rede de reservas já existentes não foi considerada, o cenário

de menor conflito de conservação, que favoreceu a inclusão de ecorregiões menos impactadas por atividades humanas, selecionou 29 ecorregiões capazes de representar todas as espécies de mamíferos neotropicais ameaçados, ao menos uma vez (Tabela 1, Figura 3A). Esse cenário possui a maior porcentagem de área já protegida (Anexo). No cenário de máxima vulnerabilidade (Figura 3B), 26 ecorregiões foram incluídas no conjunto mínimo (Tabela 1). Devido ao baixo percentual de área protegida, esse cenário apresenta grande parte de sua área ainda disponível para conservação (Anexo). Foram necessárias 22 ecorregiões para representar todas as espécies, ao menos uma vez, no cenário de persistência de espécies (Tabela 1, Figura 3C). Apenas uma pequena porcentagem de sua área encontra-se atualmente protegida (Anexo). Como esperado, a densidade populacional humana foi menor no cenário de menor conflito de conservação. Em contrapartida, o cenário de persistência de espécies apresentou o maior valor (Anexo). Além disso, 13 ecorregiões foram comuns a todos os cenários de priorização (Tabela 1).

Cenários de priorização, consideradas as redes de reservas atuais

Nas análises que consideraram as redes atuais de reservas, o cenário de menor conflito de conservação incluiu quarenta ecorregiões capazes



Figura 2. Padrão de insubstituibilidade de ecorregiões segundo diferentes cenários de priorização: (A) menor conflito de conservação, (B) máxima vulnerabilidade e (C) persistência de espécies.

de representar todos os mamíferos ameaçados (Tabela 1, Figura 4A). Esse cenário é o que apresenta a maior área disponível para conservação em comparação aos outros dois. Das 40 ecorregiões incluídas nesse cenário, 21 haviam sido previamente fixadas (ver Material e Métodos). Portanto, foram agregadas outras 19 ecorregiões que complementam suficientemente bem o alvo de conservação estabelecido (Figura 4A). Essas ecorregiões apresentam os maiores valores de área total já protegida e

disponível para conservação. Além disso, possuem os menores valores médios de densidade populacional humana (Anexo).

O cenário vulnerável incluiu 37 ecorregiões, sendo que 16 foram agregadas ao conjunto inicial para que a rede de reservas atual fosse capaz de representar satisfatoriamente os mamíferos ameaçados de extinção da região neotropical (Tabela 1, Anexo, Figura 4B). Como esperado, esse cenário apresentou os menores valores de área total

Tabela 1. Atributos dos diferentes cenários de priorização.

Cenários de priorização	Ecorregiões (n)	Área total (km ² X10000)	Dens Pop (/km ² X10)	% Área protegida (km ² X1000)	Área disponível (km ² X10000)
<i>Não consideradas as reservas</i>					
Menor conflito	29	18,91	5,57	11,18	12,27
Muito vulnerável	26	19,89	6,17	7,29	14,07
Persistência de espécies	22	20,03	7,05	6,79	13,59
<i>Consideradas as reservas</i>					
<i>Total</i>					
Menor conflito	40	17,83	7,64	13,22	12,11
Muito vulnerável	37	16,42	7,51	13,62	10,56
Persistência	35	17,39	7,46	14,33	11,20
<i>Agregadas</i>					
Menor conflito	19	21,61	9,41	4,63	13,01
Muito vulnerável	16	19,05	9,43	3,95	9,61
Persistência de espécies	14	21,85	9,57	4,34	11,05

Dens. Pop: densidade populacional humana obtida em Dinerstein *et al.* (1995) e World Wildlife Fund (2006).

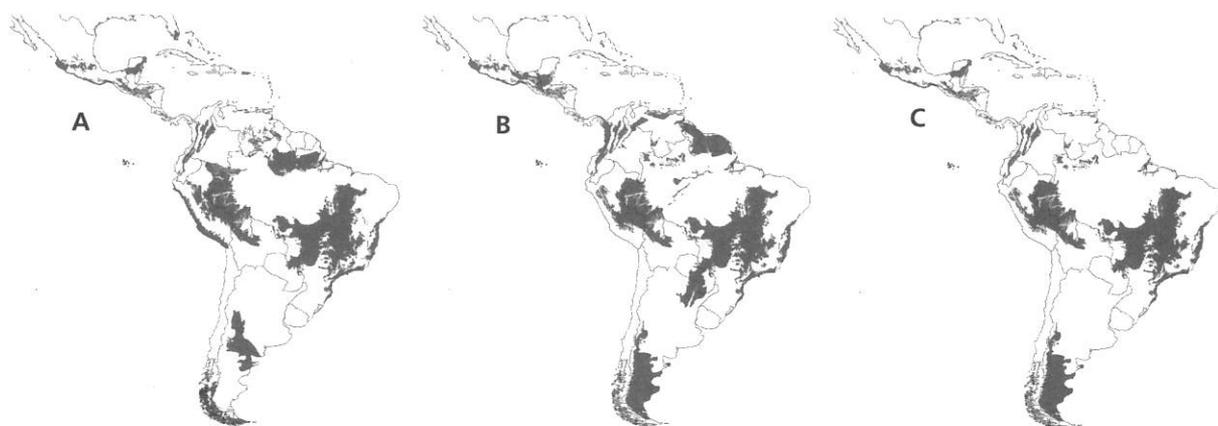


Figura 3. Conjunto mínimo de ecorregiões neotropicais necessárias para representar todas as espécies de mamíferos ameaçados sob diferentes cenários de priorização: (A) menor conflito, (B) máxima vulnerabilidade e (C) persistência de espécies. Neste caso, os cenários não consideram a rede atual de reservas.



Figura 4. Ecorregiões neotropicais necessárias para complementar a representação de todas as espécies de mamíferos ameaçados em diferentes cenários de priorização: (A) menor conflito de conservação, (B) máxima vulnerabilidade e (C) persistência de espécies, considerando a rede atual de reservas.

Nota: Ver Materiais e Métodos para mais explicações.

Ecorregiões em preto foram consideradas relativamente bem protegidas, neste estudo.

protegida e disponível para conservação, possuindo uma densidade populacional humana intermediária entre os outros dois cenários.

O cenário de persistência de espécies incluiu 35 ecorregiões no conjunto ótimo, sendo 14 agregadas ao conjunto inicial de 21 ecorregiões (Tabela 1, Figura 4C). Essas 14 ecorregiões possuem a maior área total média e a maior densidade populacional humana, porém apresentam a maior área ainda disponível para conservação dentre todos os cenários (Anexo).

Finalmente, quando ecorregiões com níveis de proteção suficiente foram consideradas nas análises, sete ecorregiões foram comuns a todos os cenários, desconsiderando-se aquelas previamente fixadas.

DISCUSSÃO

Os resultados indicam que, desconsideradas as ecorregiões suficientemente cobertas por reservas, os esforços para conservação dos mamíferos neotropicais ameaçados devem ser concentrados em grupos prioritários de 22 a 29 ecorregiões, dependendo do objetivo de conservação. Esses conjuntos seriam capazes de representar todas as espécies, desde que fosse implantada uma rede de reservas eficiente nas ecorregiões. Neste trabalho, assim como em Loyola *et al.* (2008b), foram consideradas

prioritárias as ecorregiões que, além de se incluírem em conjuntos que minimizam conflitos de conservação, também se mostram muito vulneráveis e necessitam de intervenção urgente. Portanto, concentrar esforços de conservação nessas áreas provavelmente trará melhor retorno de investimentos em escala regional, uma vez que elas tendem a abrigar espécies com grande tamanho corporal, alta raridade e/ou maior nível de ameaça. Ao mesmo tempo, essas ecorregiões têm sido menos impactadas por atividades humanas até agora. Cenários muito vulneráveis são também a primeira meta das estratégias eficientes de conservação (Margules & Pressey, 2000; Mittermeier *et al.*, 2004), e soluções ótimas de complementaridade baseadas em análises de biodiversidade têm sido bem sucedidas na definição de redes de conservação, incluindo aquelas para mamíferos (Loyola *et al.*, 2008b).

Mesmo quando o cenário de menor conflito de conservação foi avaliado, algumas ecorregiões críticas e vulneráveis foram representadas no conjunto ótimo. Isso ocorre devido ao estabelecimento do alto valor de penalidade para a perda de espécies, forçando a inclusão de todas as espécies neotropicais nos conjuntos. Dessa forma, ecorregiões que abrigam espécies endêmicas foram sempre incluídas, independentemente de seu *status* de conservação (Loyola *et al.*, 2008b).

A incorporação de características ecológicas e evolutivas das espécies oferece uma base ecológica mais relevante para a seleção de áreas prioritárias, com importantes implicações para o delineamento de rede de reservas. A escala na qual a análise de priorização é conduzida é também um fator crucial quando se concebem estratégias de conservação. Mamíferos com grande tamanho corporal, por exemplo, tendem a ter amplas áreas de vida, e, conseqüentemente, para eles, áreas protegidas devem ser suficientemente extensas para satisfazer a tais exigências (Loyola *et al.*, 2008b). Talvez essas áreas protegidas devessem ser amplas o suficiente para serem designadas como megarreservas, como sugerido por Peres (2005) para a região Amazônica. Em análises globais sobre o risco de extinção em mamíferos, Cardillo *et al.* (2005) demonstraram que tanto impactos gerados por fatores intrínsecos (relacionados à biologia das espécies) quanto impactos ambientais têm efeitos nitidamente mais drásticos sobre indivíduos com massa corporal acima de três quilogramas. A priorização de ecorregiões que tendem a agregar espécies com tamanho corporal é, portanto, um critério fundamental para o desenvolvimento de estratégias de conservação eficientes para mamíferos, especialmente aqueles ameaçados de extinção.

Cardillo *et al.* (2004) afirmaram que o crescimento populacional humano é o principal fator envolvido em declínios populacionais recentemente observados em mamíferos, citando como causas imediatas, por exemplo, a perda de *habitat*, a caça e a invasão de espécies. Conseqüentemente, espécies que habitam regiões com maior densidade humana e, por isso mesmo, mais fortemente impactadas, encontram-se sob maior risco de extinção (Ceballos & Ehrlich, 2002; Becker & Loyola, 2008; Loyola *et al.*, 2008a, Loyola *et al.*, 2008b).

É preciso destacar que análises baseadas em ecorregiões possuem limitações, pois, como em qualquer esquema de classificação, diferenças substanciais dentro de uma ecorregião podem permanecer indetectadas (Loyola *et al.*, 2007). O risco aumenta em ecorregiões de grande extensão,

como o Cerrado ou as estepes da Patagônia, na Argentina. A área total das ecorregiões neotropicais varia entre 100km² e 1 900 000km². Embora isso possa refletir diferenças reais na sua extensão, algumas áreas certamente precisariam ser subdivididas, dada a existência de conhecimentos adicionais. Loyola *et al.* (2007) propõem uma reclassificação espacial da diversidade ecológica encontrada no Cerrado, subdividindo a ecorregião em 16 áreas distintas.

As áreas destacadas nas Figuras têm particular interesse para a conservação de mamíferos neotropicais ameaçados de extinção, ressaltando-se que existem ecorregiões com área protegida suficiente para a manutenção de diferentes populações de mamíferos. Assim, as áreas destacadas constituem conjuntos que devem complementar a atual rede de reservas, para torná-la eficiente na conservação das espécies ameaçadas. Nos diferentes cenários propostos, o número total de ecorregiões variou entre 35 e 40, o que indica que as áreas protegidas da região neotropical são ineficientes, uma vez que seriam necessárias de 14 a 19 outras ecorregiões para que os mamíferos pudessem ser nelas satisfatoriamente conservados (Anexo).

As áreas naturais atualmente protegidas na América Latina foram (e vêm sendo) estabelecidas tradicionalmente por critérios políticos e cênicos, ou porque apresentam grande potencial de uso pela população local, seja como ecoturismo ou visitação. Conseqüentemente, tais reservas não conseguem representar de maneira eficiente a diversidade existente no continente. Análises de lacunas são abordagens interessantes no planejamento de conservação, baseando-se na avaliação da extensão da rede de áreas protegidas existente, e identificando possíveis lacunas em sua cobertura. Diversas análises desse tipo, realizadas em escala regional (Urbina-Cardona & Loyola, 2008) e global (Rodrigues *et al.*, 2004) revelaram que as redes de reservas naturais, atualmente existentes, são insuficientes para uma conservação eficaz da biodiversidade. Isso também foi observado neste estudo, no qual, para que se alcance o nível desejado de proteção das espécies,

é necessário agregar inúmeras outras áreas que complementam aquelas já protegidas, com o intuito de conservar os mamíferos ameaçados.

Se a rede de reservas da região neotropical fosse estabelecida a partir do zero, ou seja, desconsiderando-se as reservas já existentes, uma maior eficiência na representação de espécies poderia ser alcançada com um menor número de ecorregiões. No entanto, isso não significa que ignorar as reservas existentes seja uma boa alternativa; pelo contrário, fazer isso não seria nem prático nem sensato (Pressey & Cowling, 2001). As reservas existentes possuem grande infraestrutura, na qual muito investimento foi depositado. Além disso, são áreas manejadas e possuem um *status* protegido por lei, além de serem reconhecidas e respeitadas pela população local, que com elas tem relações estabelecidas (O'Dea *et al.*, 2006). Essas áreas têm importância biológica mais ampla, pois abrigam outras espécies além dos mamíferos ameaçados (como avaliado neste estudo), os quais são apenas uma fração do espectro da biodiversidade presente na região neotropical.

Planejamentos como o apresentado nesse trabalho ajudam a avaliar a qualidade e a eficiência do sistema de reservas existentes. Além disso, prestam-se a estimular o uso de ferramentas analíticas e das informações disponíveis, tanto proporcionando uma base para as decisões de conservação (Whittaker *et al.*, 2005), quanto identificando áreas lacunares nas reservas (O'Dea *et al.*, 2006). Abordagens sistemáticas em planejamento de conservação têm sido desenvolvidas ao longo das últimas duas décadas, com vistas a guiar a alocação eficiente dos escassos recursos disponíveis para proteção da biodiversidade. Nesse sentido, o presente trabalho busca contribuir para uma estratégia em ampla escala, assim como refina os métodos e pressupostos de tais análises, ajudando a direcionar os esforços de conservação para onde eles sejam realmente necessários.

REFERÊNCIAS

Andelman, S.; Ball, I.; Davis, F. & Stoms, D. (1999). *SITES v. 1.0: an analytical toolbox for designing ecoregional conservation portfolios*. (Technical Report). Available from:

<<http://www.biogeog.ucsb.edu/projects/tnc/toolbox.html>>. (cited: 1 Mar. 2008).

Becker, C.G. & Loyola, R.D. (2008). Extinction risk assessments at the population and species level: implications for amphibian conservation. *Biodiversity and Conservation*, 17(19):2297-4

Cabeza, M. & Moilanen, A. (2001). Design of reserve networks and the persistence of biodiversity. *Trends in Ecology & Evolution*, 16(5):242-8.

Cardillo, M.; Mace, G.M.; Gittleman, J.L. & Purvis, A. (2006). Latent extinction risk and future battlegrounds of mammal conservation. *Proceedings of the National Academy of the United States of America*, 103(11):4157-61.

Cardillo, M.; Mace, G.M.; Jones, K.E.; Bielby, J.; Bininda-Emonds, O.R.P.; Sechrest, W., et al. (2005). Multiple causes of high extinction risk on large mammal species. *Science*, 309(5738):1239-41.

Cardillo, M.; Purvis, A.; Sechrest, W.; Gittleman, J.L.; Bielby, J. & Mace, G.M. (2004). Human population density and extinction risk in the world's carnivores. *PLoS Biology*, 2(7):909-4.

Ceballos, G. & Ehrlich, P.R. (2002). Mammal population losses and the extinction crisis. *Science*, 296(5569):904-7.

Ceballos, G.; Ehrlich, P.R.; Soberon, J.; Salazar, I. & Fay, J.P. (2005). Global mammal conservation: what must we manage? *Science*, 309(5734):603-7.

Dinerstein, E. (1995). *A conservation assessment of the terrestrial ecoregions and the Caribbean*. Washington (DC): WWF and the World Bank.

Groves, C. (2003). *Drafting a conservation blueprint: a practitioner's guide to planning for biodiversity*. Washington (DC): Island Press.

Howard, P.C.; Viskanic, P.; Davenport, T.R.B.; Kigenyi, F.W.; Baltzer, M.; Dickinson, C.J., et al. (1998). Complementarity and the use of indicator groups for reserve selection in Uganda. *Nature*, 394(6692):472-5.

International Union for Conservation of Nature Serve. (2006). Global amphibian assessment. Available from: <<http://www.globalamphibians.org>>. (cited 1 Mar. 2008).

Lamoreux, J.F.; Morrison, J.C.; Ricketts, T.H.; Olson, D.M.; Dinerstein, E.; McKnight, M.W., et al. (2006). Global tests of biodiversity concordance and the importance of endemism. *Nature*, 440(7081):212-4.

Loreau, M.; Oteng-Yeboah, A.; Arroyo, M.T.K.; Babin, D.; Barbault, R.; Donoghue, M., et al. (2006). Diversity without representation. *Nature*, 442(7106):245-6.

Loyola, R.D.; Becker, C.G.; Kubota, U.; Haddad, C.F.B.; Fonseca, C. & Lewinsohn, T.M. (2008a). Hung out to dry: choice of priority ecoregions for conserving threatened Neotropical anurans depends on life-history traits. *PLoS ONE*, 3(5):e2120.

- Loyola, R.D.; Kubota, U. & Lewinsohn, T.M. (2007). Endemic vertebrates are most effective surrogates for identifying conservation priorities among Brazilian ecoregions. *Diversity and Distributions*, 13(4):389-96.
- Loyola, R.D. & Lewinsohn, T.M. (2009). Diferentes abordagens para a seleção de prioridades de conservação em um contexto macro-geográfico. *Megadiversidade*, 5(1-2):29-42.
- Loyola, R.D.; Oliveira, G.; Diniz-Filho, J.A.F. & Lewinsohn, T.M. (2008b). Conservation of Neotropical carnivores under different prioritization scenarios: mapping species traits to minimize conservation conflicts. *Diversity and Distributions*, 14(6):949-60.
- Margules, C.R. & Pressey, R.L. (2000). Systematic conservation planning. *Nature*, 405:243-53.
- Mittermeier, R.A.; Robles-Gil, P.; Hoffman, M.; Pilgrim, J.; Brooks, T.; Mittermeier, C.G., et al. (2004). *Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions*. México: CEMEX.
- Moore, J.L.; Balmford, A.; Brooks, T.; Burgess, N.D.; Hansen, L.A.; Rahbek, C., et al. (2003). Performance of sub-Saharan vertebrates as indicator groups for identifying priority areas for conservation. *Conservation Biology*, 17(1):207-18.
- Myers, N.; Mittermeier, R.A.; Mittermeier, C.G.; Fonseca, G.A.B. & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403:853-8.
- Myers, N. & Mittermeier, R.A. (2003). Impact and acceptance of the hotspots strategy: response to Oviada and to Brummitt and Lughadha. *Conservation Biology*, 17(5):1449-50.
- O'Dea, N.; Araújo, M.B. & Whittaker, R.J. (2006). How well do Important bird areas represent species and minimize conservation conflict in the Tropical Andes? *Diversity and Distributions*, 12(2):205-14.
- Olson, D.M. & Dinerstein, E. (2002). The Global 200: priority ecoregions for global conservation. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 89(2):199-24.
- Olson, D.M.; Dinerstein, E.; Wikramanayake, E.D.; Burgess, N.D.; Powell, G.V.N.; Underwood, E.C.; et al. (2001). Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on earth. *BioScience*, 51(11):933-8.
- Peres, C.A. (2005). Why we need megareserves in Amazonia. *Conservation Biology*, 19(3):728-33.
- Possingham, H.; Ball, I. & Andelman, S. (2000). Mathematical methods for identifying representative reserve networks. In: Ferson, S. & Burgman, M. *Quantitative methods for conservation biology*. New York: Springer-Verlag. p.291-306.
- Pressey, R.L. & Cowling, R.M. (2001). Reserve selection algorithms and the real world. *Conservation Biology*, 15(1):275-7.
- Pressey, R.L.; Possingham, H.P. & Day, J.R. (1997). Effectiveness of alternative heuristic algorithms for identifying indicative minimum requirements for conservation reserves. *Biological Conservation*, 80(2):207-19.
- Reed, D.H.; O'Grady, J.J.; Brook, B.W.; Ballou, J.D. & Frankham, R. (2003). Estimates of minimum viable population sizes for vertebrates and factors influencing those estimates. *Biological Conservation*, 113(1):23-34.
- Rodrigues, A.S.L., Andelman, S.J., Bakarr, M.I., Boitani, L., Brooks, T.M., Cowling, R.M., et al. (2004). Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. *Nature*, 428(6983):640-3.
- Rodrigues, F.H.G. & Oliveira, T.G. (2006). Unidades de conservação e seu papel na conservação de carnívoros brasileiros. In: Morato, R.G.; Rodrigues, F.H.G.; Eizirik, E.; Mangini, P.R.; Azevedo, F.C.C & Marinho-Filho, J. *Manejo e conservação de carnívoros Neotropicais*. São Paulo: IBAMA. p.99-100.
- Urbina-Cardona, J.N. & Loyola, R.D. (2008). Applying niche-based models to predict endangered-hyloid potential distributions: are Neotropical protected areas effective enough? *Tropical Conservation Science*, 1(4):417-45.
- Whittaker, R.J.; Araújo, M.B.; Jepson, P.; Ladle, R.J.; Watson, J.E.M. & Willis, K.J. (2005). Conservation biogeography: assessment and prospect. *Diversity and Distributions*, 11(1):3-23.
- Williams, P.H.; Burgess, N.D. & Rahbek, C. (2000). Flagship species, ecological complementarity and conserving the diversity of mammals and birds in sub-Saharan Africa. *Animal Conservation*, 3(3):249-60.
- Wilson, D.E. & Reeder, D.M. (Ed.) (2005). *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference*. 3. ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- World Wildlife Fund. (2006). Wildfinder: base de dados online. Disponível em: <<http://www.worldwildlife.org/wildfinder>>. (acesso: 1 mar. 2008).

Recebido em: 21/2/2011

Aprovado em: 31/3/2011

ANEXO

ECORREGIÕES PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO DE MAMÍFEROS NEOTROPICAIS AMEAÇADOS DE EXTINÇÃO, INCLUÍDAS (INDICADAS POR "1" E "2") EM CONJUNTOS ÓTIMOS OBTIDOS POR DIFERENTES CENÁRIOS DE PRIORIZAÇÃO QUE REVELAM MENOR CONFLITO DE CONSERVAÇÃO, MÁXIMA VULNERABILIDADE E MAIOR PERSISTÊNCIA DE ESPÉCIES

Código	Nome	Riqueza	Cenários de priorização					
			Desconsiderada a rede de reservas			Considerada a rede de reservas		
			Menor conflito	Máxima vulnerabilidade	Persistência de espécies	Menor conflito	Máxima vulnerabilidade	Persistência de espécies
NT0101	Araucaria moist forests	13	0	0	0	0	0	0
NT0102	Atlantic Coast restingas	16	0	0	0	0	0	0
NT0103	Bahia coastal forests	17	0	1	1	0	1	0
NT0104	Bahia interior forests	24	1	0	0	1	0	1
NT0105	Bolivian Yungas	18	1	1	1	2	2	2
NT0106	Caatinga Enclaves moist forests	4	0	0	0	0	0	0
NT0107	Caqueta moist forests	10	1	0	0	0	0	0
NT0108	Catatumbo moist forests	10	0	0	0	0	0	0
NT0109	Cauca Valley montane forests	11	0	0	0	0	1	0
NT0111	Central American Atlantic moist forests	4	0	0	0	0	0	0
NT0112	Central American montane forests	6	0	0	0	0	0	0
NT0113	Chiapas montane forests	4	0	0	0	0	0	0
NT0114	Chimalapas montane forests	4	0	0	0	0	0	0
NT0115	Chocó-Darién moist forests	11	0	0	0	0	0	0
NT0117	Cordillera La Costa montane forests	9	1	0	1	1	0	1
NT0118	Cordillera Oriental montane forests	15	0	0	0	0	0	0
NT0119	Costa Rican seasonal moist forests	8	0	0	0	0	0	0
NT0120	Cuban moist forests	4	0	0	0	0	0	0
NT0121	Eastern Cordillera real montane forests	20	0	0	0	0	0	0
NT0122	Eastern Panamanian montane forests	9	1	0	1	2	2	2
NT0124	Guianan Highlands moist forests	12	1	0	0	2	2	2
NT0125	Guianan moist forests	11	0	1	0	0	0	0
NT0126	Gurupa várzea	9	0	0	0	0	0	0
NT0127	Hispaniolan moist forests	2	0	0	0	0	0	0
NT0128	Iquitos varzea	16	0	0	0	0	0	0
NT0129	Isthmian-Atlantic moist forests	10	0	0	0	0	0	0
NT0130	Isthmian-Pacific moist forests	8	0	0	0	0	0	0
NT0131	Jamaican moist forests	3	0	0	0	0	0	0
NT0132	Japurá-Solimoes-Negro moist forests	10	0	0	0	2	2	2
NT0133	Juruá-Purus moist forests	10	0	0	0	0	0	0
NT0134	Leeward Islands moist forests	5	0	0	0	0	1	1
NT0135	Madeira-Tapajós moist forests	15	0	0	0	0	0	0
NT0136	Magdalena Valley montane forests	15	1	1	1	1	0	1
NT0137	Magdalena-Urabá moist forests	9	0	0	0	0	0	0
NT0138	Marajó varzea	12	0	0	0	0	0	1
NT0139	Maranhão Babaçu forests	7	0	0	0	0	0	0
NT0140	Mato Grosso seasonal forests	11	0	0	0	0	0	0
NT0141	Monte Alegre varzea	16	0	1	0	0	1	0
NT0142	Napo moist forests	17	0	0	0	0	0	0
NT0143	Negro-Branco moist forests	11	0	0	0	2	2	2
NT0144	Northeastern Brazil restingas	4	0	0	0	0	0	0
NT0145	Northwestern Andean montane forests	19	1	1	1	1	1	1
NT0146	Oaxacan montane forests	8	0	0	0	0	0	0
NT0147	Orinoco Delta swamp forests	6	0	0	0	0	0	0
NT0148	Pantanos de Centla	2	0	0	0	0	0	0

ANEXO

ECORREGIÕES PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO DE MAMÍFEROS NEOTROPICAIS AMEAÇADOS DE EXTINÇÃO, INCLUÍDAS (INDICADAS POR "1" E "2") EM CONJUNTOS ÓTIMOS OBTIDOS POR DIFERENTES CENÁRIOS DE PRIORIZAÇÃO QUE REVELAM MENOR CONFLITO DE CONSERVAÇÃO, MÁXIMA VULNERABILIDADE E MAIOR PERSISTÊNCIA DE ESPÉCIES

Continuação

Código	Nome	Riqueza	Cenários de priorização					
			Desconsiderada a rede de reservas			Considerada a rede de reservas		
			Menor conflito	Máxima vulnerabilidade	Persistência de espécies	Menor conflito	Máxima vulnerabilidade	Persistência de espécies
NT0149	Guianan freshwater swamp forests	6	0	0	0	0	0	0
NT0150	Alto Paraná Atlantic forests	23	0	0	0	0	0	0
NT0151	Pernambuco coastal forests	4	0	0	0	0	0	0
NT0152	Pernambuco interior forests	8	0	0	0	0	0	0
NT0153	Peruvian Yungas	25	0	1	1	0	1	1
NT0154	Petén-Veracruz moist forests	6	0	1	0	0	1	0
NT0155	Puerto Rican moist forests	2	0	0	0	1	0	0
NT0156	Purus varzea	14	0	0	0	0	0	0
NT0157	Purus-Madeira moist forests	8	0	0	0	0	0	0
NT0158	Rio Negro campinarana	13	0	1	1	0	0	0
NT0159	Santa Marta montane forests	7	0	0	0	2	2	2
NT0160	Serra do Mar coastal forests	21	1	1	1	1	1	1
NT0161	Sierra de los Tuxtlas	2	0	0	0	0	0	0
NT0162	Sierra Madre de Chiapas moist forests	4	0	0	0	0	0	0
NT0163	Solimões-Japurá moist forests	10	1	0	0	1	0	0
NT0164	South Florida rocklands	1	0	0	0	2	2	2
NT0165	Southern Andean Yungas	7	0	0	0	0	0	0
NT0166	Southwest Amazon moist forests	22	1	1	1	2	2	2
NT0167	Talamancan montane forests	11	1	1	1	2	2	2
NT0168	Tapajós-Xingu moist forests	10	0	0	0	0	0	0
NT0169	Pantepui	10	0	0	0	2	2	2
NT0170	Tocantins/Pindare moist forests	10	0	0	0	0	0	0
NT0173	Uatuma-Trombetas moist forests	11	1	0	0	1	0	0
NT0174	Ucayali moist forests	16	1	0	0	1	0	0
NT0175	Venezuelan Andes montane forests	12	0	0	0	0	0	0
NT0176	Veracruz moist forests	6	0	0	0	0	0	0
NT0177	Veracruz montane forests	5	0	0	0	0	0	0
NT0178	Western Ecuador moist forests	8	0	0	0	0	0	0
NT0179	Windward Islands moist forests	1	0	0	0	0	0	0
NT0180	Xingu-Tocantins-Araguaia moist forests	13	0	0	0	0	0	0
NT0181	Yucatán moist forests	5	1	0	1	1	0	1
NT0182	Guianan piedmont and lowland moist forests	11	0	0	0	2	2	2
NT0201	Apure-Villavicencio dry forests	11	0	1	0	0	1	0
NT0202	Atlantic dry forests	9	0	0	0	0	0	0
NT0204	Bajío dry forests	6	0	0	0	0	0	0
NT0205	Balsas dry forests	8	0	0	0	0	0	0
NT0206	Bolivian montane dry forests	10	0	0	0	0	0	0
NT0207	Cauca Valley dry forests	7	0	0	0	0	0	0
NT0209	Central American dry forests	7	0	0	0	0	0	0
NT0210	Dry Chaco	10	0	0	0	2	2	2
NT0211	Chiapas Depression dry forests	3	0	0	0	0	0	0
NT0212	Chiquitano dry forests	12	0	0	0	0	0	0
NT0213	Cuban dry forests	4	0	0	0	0	0	0
NT0214	Ecuadorian dry forests	8	0	0	0	0	0	0
NT0215	Hispaniolan dry forests	2	0	0	0	0	0	0
NT0217	Jalisco dry forests	10	1	1	1	1	1	1

ANEXO

ECORREGIÕES PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO DE MAMÍFEROS NEOTROPICAIS AMEAÇADOS DE EXTINÇÃO, INCLuíDAS (INDICADAS POR "1" E "2") EM CONJUNTOS ÓTIMOS OBTIDOS POR DIFERENTES CENÁRIOS DE PRIORIZAÇÃO QUE REVELAM MENOR CONFLITO DE CONSERVAÇÃO, MÁXIMA VULNERABILIDADE E MAIOR PERSISTÊNCIA DE ESPÉCIES

Continuação

Código	Nome	Riqueza	Cenários de priorização					
			Desconsiderada a rede de reservas			Considerada a rede de reservas		
			Menor conflito	Máxima vulnerabilidade	Persistência de espécies	Menor conflito	Máxima vulnerabilidade	Persistência de espécies
NT0218	Jamaican dry forests	3	0	1	0	0	1	0
NT0219	Lara-Falcón dry forests	8	0	0	0	0	0	0
NT0220	Lesser Antillean dry forests	2	0	0	0	0	0	0
NT0221	Magdalena Valley dry forests	7	0	0	0	0	0	0
NT0222	Maracaibo dry forests	8	0	0	0	0	0	0
NT0223	Marañón dry forests	12	0	0	0	0	0	0
NT0224	Panamanian dry forests	3	0	0	0	0	0	0
NT0225	Patõa Valley dry forests	5	0	0	0	0	0	0
NT0226	Puerto Rican dry forests	2	0	0	1	0	0	0
NT0227	Sierra de la Laguna dry forests	2	0	0	0	0	0	0
NT0228	Sinaloa dry forests	6	0	0	0	0	0	0
NT0229	Sin- Valley dry forests	7	0	0	0	0	0	0
NT0230	Southern Pacific dry forests	10	1	1	1	1	1	1
NT0232	Tumbes-Piura dry forests	8	0	0	0	0	0	0
NT0233	Veracruz dry forests	3	0	0	0	0	0	0
NT0301	Bahamian pine mosaic	1	0	0	0	0	0	0
NT0302	Belizian pine forests	2	0	0	0	0	0	0
NT0303	Central American pine-oak forests	11	1	1	1	1	1	1
NT0304	Cuban pine forests	4	0	0	0	0	0	0
NT0305	Hispaniolan pine forests	2	0	0	0	0	0	0
NT0306	Miskito pine forests	2	0	0	0	0	0	0
NT0307	Sierra de la Laguna pine-oak forests	2	0	0	1	2	2	2
NT0308	Sierra Madre de Oaxaca pine-oak forests	6	0	0	0	0	0	0
NT0309	Sierra Madre del Sur pine-oak forests	9	0	0	0	0	0	0
NT0310	Trans-Mexican Volcanic Belt pine-oak forests	14	1	1	1	1	1	1
NT0402	Magellanic subpolar forests	4	1	0	0	2	2	2
NT0404	Valdivian temperate forests	4	0	0	0	2	2	2
NT0702	Beni savanna	15	0	0	0	0	0	0
NT0703	Campos Rupestres montane savanna	17	0	0	0	0	0	0
NT0704	Cerrado	26	1	1	1	1	1	1
NT0707	Guianan savanna	10	0	0	0	0	0	0
NT0708	Humid Chaco	7	0	1	0	0	0	0
NT0709	Llanos	9	0	0	0	0	0	0
NT0710	Uruguayan savanna	7	0	0	0	0	0	0
NT0801	Espinal	2	0	0	0	0	0	0
NT0802	Low Monte	4	1	0	0	1	0	0
NT0803	Humid Pampas	2	0	0	0	0	0	0
NT0805	Patagonian steppe	6	0	1	1	0	0	0
NT0902	Cuban wetlands	4	0	0	0	2	2	2
NT0903	Enriquillo wetlands	2	0	0	0	2	2	2
NT0904	Everglades	1	1	0	0	2	2	2
NT0905	Guayaquil flooded grasslands	7	0	0	0	0	0	0
NT0906	Orinoco wetlands	6	0	0	0	0	0	0
NT0907	Pantanal	8	0	0	0	0	0	0
NT0908	Paraná flooded savanna	5	0	0	0	0	0	0
NT0909	Southern Cone Mesopotamian savanna	6	0	0	0	0	0	0

ANEXO

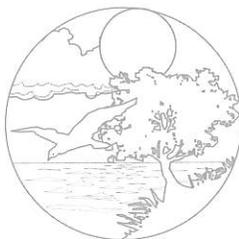
ECORREGIÕES PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO DE MAMÍFEROS NEOTROPICAIS AMEAÇADOS DE EXTINÇÃO, INCLUÍDAS (INDICADAS POR "1" E "2") EM CONJUNTOS ÓTIMOS OBTIDOS POR DIFERENTES CENÁRIOS DE PRIORIZAÇÃO QUE REVELAM MENOR CONFLITO DE CONSERVAÇÃO, MÁXIMA VULNERABILIDADE E MAIOR PERSISTÊNCIA DE ESPÉCIES

Conclusão

Código	Nome	Riqueza	Cenários de priorização					
			Desconsiderada a rede de reservas			Considerada a rede de reservas		
			Menor conflito	Máxima vulnerabilidade	Persistência de espécies	Menor conflito	Máxima vulnerabilidade	Persistência de espécies
NT1001	Central Andean dry puna	4	0	0	0	0	0	0
NT1002	Central Andean puna	6	0	0	0	0	0	0
NT1003	Central Andean wet puna	8	0	0	0	0	0	0
NT1004	Cordillera Central páramo	5	0	0	0	0	0	0
NT1005	Cordillera de Merida páramo	3	1	0	0	2	2	2
NT1006	Northern Andean páramo	7	0	0	0	2	2	2
NT1008	Southern Andean steppe	4	0	0	0	0	0	0
NT1010	High Monte	4	0	0	0	0	0	0
NT1201	Chilean matorral	3	0	0	0	0	0	0
NT1301	Araya and Paria xeric scrub	3	0	0	0	0	0	0
NT1303	Atacama desert	3	0	0	0	0	0	0
NT1304	Caatinga	10	0	0	0	0	0	0
NT1305	Caribbean shrublands	5	0	0	0	0	0	0
NT1306	Cuban cactus scrub	3	0	0	0	0	0	0
NT1307	Galápagos Islands scrubland mosaic	3	1	1	1	2	2	2
NT1308	Guajira-Barranquilla xeric scrub	9	0	0	0	0	0	0
NT1309	La Costa xeric shrublands	6	0	1	0	0	1	0
NT1312	Motagua Valley thornscrub	1	0	0	0	0	0	0
NT1313	Paraguana xeric scrub	5	0	0	0	0	0	0
NT1314	San Lucan xeric scrub	3	1	1	0	0	0	0
NT1315	Sechura desert	9	1	0	0	1	0	0
NT1316	Tehuacán Valley matorral	8	0	0	0	0	0	0
NT1401	Amazon-Orinoco-Southern Caribbean mangroves	16	0	0	0	0	0	0
NT1402	Bahamian-Antillean mangroves	11	1	1	1	1	0	0
NT1403	Mesoamerican Gulf-Caribbean mangroves	5	0	0	0	0	0	0
NT1404	Northern Mesoamerican Pacific mangroves	4	0	0	0	0	0	0
NT1405	South American Pacific mangroves	11	0	0	0	0	0	0
NT1406	Southern Atlantic mangroves	20	0	0	0	0	0	0
NT1407	Southern Mesoamerican Pacific mangroves	7	1	0	0	1	0	0

Nota: Ecorregiões prioritárias são assinaladas em conjuntos que não consideraram a rede atual de reservas, assim como naqueles que a consideraram. Ecorregiões identificadas por "2" são aquelas consideradas relativamente bem protegidas, neste estudo.

Obs.: os nomes originais das ecorregiões, conforme definido por Olson *et al.* (2001) foram preservados, porque estão escritos em inglês.



ARTIGO | ARTICLE

Impacto da hidrodinâmica e da sedimentação sobre a microfauna de foraminíferos bentônicos de áreas recifais do sul da Bahia, Brasil

Impact of hydrodynamics and sedimentation on the microfauna of the benthic foraminifera in coral reef areas in the South of Bahia, Brazil

Helisângela Acris Borges de Araújo¹

Regina Lucia Machado Bruno²

Altair de Jesus Machado¹

RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o impacto da hidrodinâmica e da sedimentação sobre a composição da microfauna de foraminíferos e sobre o estado de preservação de suas testas, nas áreas do Recife de Fora e Recifes de Abrolhos, estado da Bahia. Para tanto, foram coletadas 10 amostras de sedimento superficial na área do Recife de Fora e 15 amostras de sedimento na área recifal de Abrolhos. As amostras foram processadas através de metodologia padrão para estudo de foraminíferos e, em seguida, foram triadas as 300 primeiras testas desses micro-organismos. Posteriormente foi realizada a identificação das espécies e avaliação da coloração e estado de preservação das testas. A partir dos dados absolutos do número de espécies e espécimes por amostras, foram calculadas a Abundância Relativa e a Frequência de Ocorrência dos taxa, além dos índices de Riqueza, Diversidade e Equitatividade. No Recife de Fora foram identificadas 41 espécies, sendo 10 constantes e 6 principais (*Amphistegina lessonii*, *Discorbis mira*, *Sorites marginalis*, *Quinqueloculina angulata*, *Triloculina planiana* e *Peneroplis pertusus*). Nos Recifes de Abrolhos foram identificadas 115 espécies, sendo 29 constantes e 3 principais (*Archaias angulatus*, *Quinqueloculina lamarckiana* e *Quinqueloculina disparilis curta*). A análise

¹ Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geologia, Grupo de Estudos de Foraminíferos. R. Caetano Moura, 123, Federação, 40210-340, Salvador, Bahia, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: A.J. MACHADO. E-mail: <altair@ufba.br>.

² Doutoranda em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, Instituto de Geociências. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

tafonômica revelou predomínio de testas brancas e íntegras nos Recifes de Abrolhos, e testas mosqueadas e com sinais de desgaste no Recife de Fora. Com base nesses resultados, concluiu-se que a hidrodinâmica e sedimentação ofereceram maior impacto sobre a microfauna de foraminíferos do Recife de Fora, quando comparada à dos Recifes de Abrolhos.

Palavras-chave: Diversidade específica. Recifes de Abrolhos. Recife de Fora. Tafonomia.

ABSTRACT

*This work aims to evaluate the impacts of hydrodynamic processes and sedimentation on the composition and the state of preservation of the foraminifera microfauna in reef areas along the southern coast of the state of Bahia. Sediment samples were collected from around two areas of reefs - the Recife de Fora and Abrolhos, in the state of Bahia. The samples were processed applying the methodology commonly used for foraminifera studies and the first 300 specimens from each sample were screened in order to identify the foraminifera species and to evaluate the coloration and state of preservation of their tests. Relative abundance, frequency of occurrence, richness, diversity and evenness were determined for each taxon. Forty species were identified in the Recife de Fora, ten of them being considered as constant and six as principal (*Amphistegina lessonii*, *Discorbis mira*, *Sorites marginalis*, *Quinqueloculina angulata*, *Triloculina planciana*, and *Peneroplis pertusus*). In the Abrolhos reefs, 112 species were identified, 29 being considered constant and three principal (*Archaias angulatus*, *Quinqueloculina lamarckiana* and *Quinqueloculina disparilis curta*). The taphonomic analysis shows the predominance of well-preserved, white tests in the Abrolhos reefs, whereas mottled tests with signs of abrasion predominate in the Recife de Fora. Based on these results, we conclude that the hydrodynamics and sedimentation posed the greatest impact on the microfauna of foraminifera of Recife de Fora, when compared to the Abrolhos Reef.*

Keywords: *Species diversity. Abrolhos Reefs. Recife de Fora. Taphonomia.*

INTRODUÇÃO

No Brasil, os recifes de coral se distribuem por cerca de 3 mil/km ao longo da costa nordestina, desde o sul da Bahia até o Maranhão (Maida & Ferreira, 1997), correspondendo a aproximadamente 0,6% do ecossistema recifal do planeta (Spalding et al., 2001). A reconhecida importância ecológica, econômica e social desses ecossistemas, associada ao crescente processo de degradação, tem elevado, no Brasil, o número de ações e programas direcionados para a defesa dos recifes, sobretudo através da formação de unidade de conservação (Prates, 2003).

Em função da sua localização e, conseqüentemente, das diferentes condições do meio a

que estão expostas, as formações recifais brasileiras apresentam características singulares e biodiversidade própria, formada por organismos construtores e associados. Dentre os organismos recifais, os foraminíferos bentônicos configuram-se como importantes fornecedores de calcário, além de participarem como construtores secundários e apresentarem-se como importantes constituintes do sedimento (Villaça, 2002).

Em diferentes estudos realizados em formações recifais do estado da Bahia, a análise da microfauna de foraminíferos tem sido utilizada como ferramenta ambiental, paleoambiental, climática e oceanográfica (Moraes, 2001; Moraes & Machado, 2003; Nascimento, 2003; Batista et al., 2007; Bruno et al., 2007; Araújo & Machado, 2008; Araújo,

2009). A aplicação dos foraminíferos em estudos de diferentes naturezas tem como pressupostos a abundância relativa, a diversidade e a sensibilidade do grupo às condições ambientais. Alterações no ambiente podem ser refletidas pelos foraminíferos através de mudanças em suas associações ou a partir da análise morfológica de suas testas.

O estudo das testas dos foraminíferos, com vistas às alterações tafonômicas, tem sido realizado com o objetivo de identificar diferentes condições do meio, relacionadas à hidrodinâmica, dinâmica sedimentar, formas de transporte, atividades de microorganismos, dentre outros fatores (Martin, 1999; Yordanova & Hohenegger, 2002; Lançone *et al.*, 2005; Távora & Coelho, 2006). Essa análise, associada à avaliação de diversidade e distribuição das espécies de foraminíferos, tem permitido identificar diferentes padrões de hidrodinâmica na região costeira, na plataforma e no talude do estado da Bahia (Moraes, 2001; Moraes & Machado, 2003; Araújo, 2004; Bruno *et al.*, 2007, Araújo & Machado, 2008; Araújo, 2009).

Considerando que nos diferentes trechos da plataforma continental brasileira a hidrodinâmica varia significativamente em intensidade (Manso *et al.*, 2004), é possível admitir que seus agentes, representados essencialmente por ondas e correntes, promovem diferentes níveis de mobilização do sedimento de fundo. Em plataformas continentais que possuem recifes de coral devem ser consideradas, ainda, as interferências promovidas por essas formações sobre a hidrodinâmica e os padrões de dispersão de sedimento. Segundo Martin *et al.* (1999), os recifes perturbam a ação das ondas nos trechos costeiros em frente a eles, provocando desvios na direção das frentes de onda. Essa interferência ajuda a definir a biodiversidade desses ecossistemas.

Nessa perspectiva, o presente trabalho visa avaliar o impacto da hidrodinâmica e da sedimentação sobre a composição da microfauna de foraminíferos bentônicos e sobre o estado de preservação de suas testas, nas áreas do Recife de Fora e Recifes de Abrolhos.

Recife de Fora

O Recife de Fora está situado a 7,20km de Porto Seguro, estado da Bahia, entre as latitudes 16° 23' 30" S e 16° 25' 06" S, e as longitudes 38° 58' 30" W e 38° 59' 18" W (Figura 1), distando cerca de 3,20km da costa. A sua área é de aproximadamente 17,5km² e a profundidade no entorno do recife pode chegar a 20 metros. Na região sul e central do recife encontra-se uma grande piscina natural, conhecida como poço Taquaruçu, além de várias outras piscinas de menor porte, distribuídas ao longo do recife. Algas coralíneas e foliáceas são abundantes, formando agregados em alguns pontos do recife. A fauna é composta por diversos tipos de animais, tanto do nécton (peixes) quanto do bentos (poríferos, cnidários, poliquetos, moluscos, crustáceos, equinodermos, dentre outros) (Cerqueira, 2002).

A precipitação média anual medida é cerca de 1 400mm/ano, variando desde níveis próximos a 1 000mm em sua porção mais ocidental, até níveis superiores a 1 600mm próximo à cidade de Porto Seguro (*Ocean Weather*, 2008).

As menores temperaturas observadas em Porto Seguro concentram-se nos meses de julho a setembro, com valor médio de 20,2°C, enquanto as temperaturas mais elevadas acontecem em fevereiro, com média de 25,1°C (*Ocean Weather*, 2008).

Recifes de Abrolhos

O complexo recifal de Abrolhos está localizado no extremo sul do estado da Bahia, a cerca de 700km da cidade de Salvador, entre a latitude 17°20'S e 18°00' S, e a longitude 38°40' W e 39°16' W. As formações recifais desse trecho da costa brasileira estão distribuídas em dois arcos: (i) arco interno (costeiro), constituído por bancos recifais afastados da costa e algumas áreas com chapeirões; e (ii) arco externo, que bordeja o lado leste das ilhas do arquipélago dos Abrolhos, formado por chapeirões isolados (Figura 2).

Excepcionalmente nesse trecho, a plataforma continental leste brasileira apresenta um alargamento de aproximadamente 200km. Melo *et al.* (1975) foram os primeiros a realizar uma descrição detalhada desse trecho da plataforma, destacando sua característica plana e rasa, em sua maior parte com menos de 60m de profundidade. Ao redor das estruturas recifais, entretanto, a plataforma exibe profundidades ainda menores, em torno de 30 metros. A profundidade entre os recifes costeiros (arco interno) e a linha de costa, por sua vez, não ultrapassa 15 metros. No canal de Caravelas, que separa os recifes costeiros da linha de costa, a profundidade varia entre 10m e 20m, enquanto no canal de Abrolhos, que separa os recifes costeiros das ilhas do Arquipélago de Abrolhos - recifes externos (arco externo), a profundidade apresenta-se em torno de 20-30m (Leão, 1982).

O clima nessa parte do litoral baiano é do tipo tropical úmido, com média de temperatura do ar entre 24°C no inverno e 28°C no verão. A temperatura no mês mais frio atinge, em média, 22°C (*Ocean Weather*, 2008). A precipitação na área varia entre 1 500mm/ano e 3 000mm/ano, sendo a média anual, na região costeira em frente à área de Abrolhos, de 1 750mm (*Ocean Weather*, 2008).

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foram coletadas 10 amostras de sedimento superficial na área do Recife de Fora, com profundidades até 20 metros. Na área recifal de Abrolhos foram coletadas 15 amostras de sedimento superficial (sendo 9 dos



Figura 1. Estações de coleta localizadas no Recife de Fora (BA).

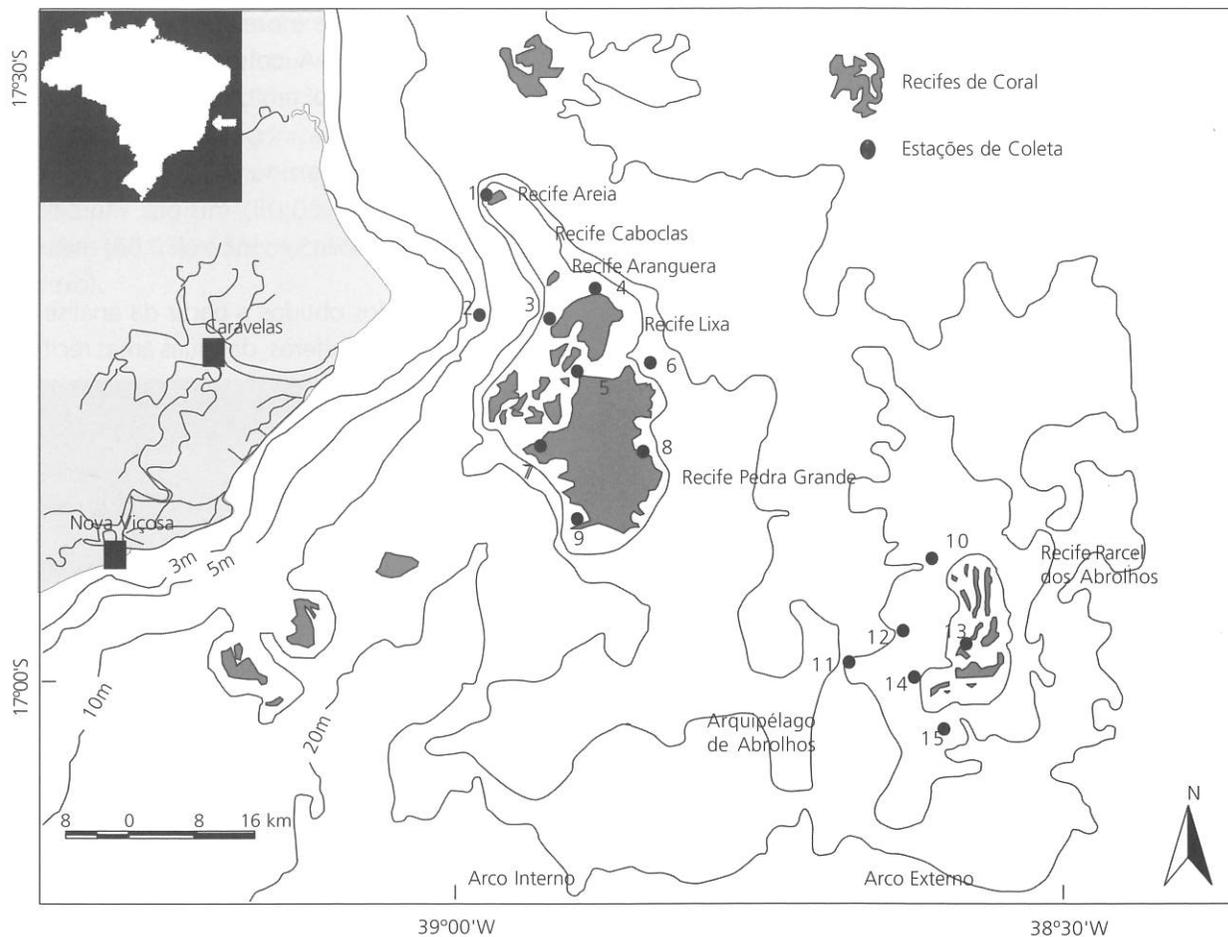


Figura 2. Estações de coleta localizadas no Recife de Abrolhos (BA).

recifes do arco interno e 6 do arco externo), próximo da base dos recifes, em profundidades de 1,8m a 29 metros. As amostras coletadas foram de aproximadamente 150g, utilizando o método dos quadrados (Eleftheriou & McIntyre, 2005).

No laboratório, as amostras foram lavadas para a retirada dos sais, secas em estufa a 50°C e fracionadas. Em cada amostra foram triadas as 300 primeiras testas de foraminíferos. Em função do reduzido número de espécimes apresentado, a amostra #1, do Recife de Fora, teve apenas 75 testas retiradas.

Para a classificação e identificação dos foraminíferos, foi utilizado como referência geral o trabalho de Loeblich & Tappan (1988), além de referências especializadas para a identificação em

nível de espécie. A partir dos dados absolutos, foram calculados os valores de Abundância Relativa, Frequência de Ocorrência, Riqueza (Margalef, 1958), Diversidade (Shannon, 1948) e Equitatividade (Pielou, 1984).

A Abundância Relativa (AR) representa a razão entre o número de indivíduos de uma determinada espécie (n) e o número total de indivíduos da amostra (T), sendo calculada pela fórmula $AR = n \times 100/T$. Para a interpretação dos resultados, foi adotado o critério de classificação proposto por Dajoz (1983), que define as espécies como: Principais (aquelas com valores de AR superior a 5%); Acessórias (valores de AR entre 4,9% e 1%) e Traços (valores de AR inferiores a 1%).

A Frequência de Ocorrência (FO) é a relação entre o número de amostras em que a espécie ocorreu (p) e o número total de amostras analisadas (P), calculada através da equação $FO = p \times 100 / P$. De acordo com os valores de Frequência de Ocorrência, as espécies foram agrupadas nas seguintes categorias, de acordo com Dajoz (1983): Constantes (presentes em mais de 50% das amostras); Acessórias (presentes entre 25% e 50% das amostras) e Acidentais (presentes em menos de 25% das amostras).

A Riqueza, segundo Margalef (1958), está associada ao número total de espécies (S) presentes em cada amostra e o número total de indivíduos (N) por amostra (Clark & Warwick, 1994). De acordo com Margalef (1958), esse índice visa avaliar a riqueza das espécies, independentemente do tamanho da amostra, sendo calculado através da fórmula $R = (S - 1) / \log N$.

A partir dos valores absolutos das espécies, em cada amostra, foi calculado, ainda, o índice de Diversidade (H'), de Shannon-Wiener (1948), de acordo com a fórmula:

$$H' = \sum_{i=1}^s (p_i \cdot \log p_i) \text{ onde } p_i = n_i / N$$

Onde (s) é o número total de espécies, (p_i) é a proporção de indivíduos da espécie i (n_i) sobre o número total de indivíduos (N).

O índice de Equitatividade (Pielou, 1984), também avaliado, permite determinar o equilíbrio, isto é, a uniformidade das espécies distribuídas nas amostras (Clark & Warwick, 1994).

Embora não existam dados sistemáticos acerca da hidrodinâmica das duas áreas recifais, a análise tafonômica das testas de foraminíferos fornecerá subsídios que permitirão compreender as diferenças desses processos nos recifes em estudo, sobretudo em intensidade.

Para a análise tafonômica foram utilizados os critérios de coloração e desgastes apresentados em Moraes (2001), os quais consideram diferentes padrões para cor (branca, amarela, marrom, preta e

mosqueada) e desgaste (normal, abrasão, quebra, dissolução e mista). A coloração mosqueada representa a associação, em um mesmo exemplar, de duas ou mais cores.

RESULTADOS

Os resultados obtidos a partir da análise da microfauna de foraminíferos, das duas áreas recifais, estão descritos a seguir.

Recife de Fora

Foram obtidos 2 775 espécimes, pertencentes a 18 gêneros bentônicos, sendo identificadas 41 espécies, com predomínio das formas pertencentes à subordem Miliolina (73,1%), seguida pelas subordens Rotaliina (21,9%) e Textulariina (4,8%) (Anexo).

De acordo com a classificação taxonômica e o cálculo do índice de Abundância Relativa proposto por Dajoz (1983), as espécies principais do Recife de Fora são: *Amphistegina lessonii* (17,3%), *Quinqueloculina angulata* (13,4%), *Discorbis mira* (7,2%), *Triloculina planciana* (6,6%), *Sorites marginalis* (5,8%) e *Peneroplis pertusus* (5,7%) (Anexo; Figura 3).

Dentre as espécies, foram classificadas como acessórias: *Pyrgo patagonica* (4,8%), *Borelis pulchra* (4,7%), *Miliolinella suborbicularis* (3,4%), *Elphidium sagrum* (3,1%), *Quinqueloculina lamarckiana* (2,6%), *Quinqueloculina pricei* (2,6%), *Spiroloculina antillarum* (2,6%), *Miliolinella subrotunda* (2,5%), *Poroeponides lateralis* (2,1%), *Quinqueloculina polygona* (1,8%), *Peneroplis proteus* (1,8%), *Heterostegina suborbicularis* (1,7%), *Amphistegina radiata* (1,6%), *Peneroplis carinatus* (1,2%) e *Elphidium advenum depressulum* (1,0%) (Anexo). As demais foram classificadas como espécies traços, por apresentarem valores inferiores a 1,0% (Anexo).

Considerando-se os dados obtidos a partir do cálculo de Frequência de Ocorrência, foi possível

classificar 10 espécies constantes: *Discorbis mira* (100,0%), *Quinqueloculina angulata* (90,0%), *Peneroplis pertusus* (80,0%), *Triloculina planciana* (80,0%), *Pyrgo patagonica* (70,0%), *Sorites marginalis* (70,0%), *Amphistegina lessonii* (60,0%), *Elphidium sagrum* (60,0%), *Miliolinella suborbicularis* (60,0%) e *Spiroloculina antillarum* (60,0%) (Anexo).

As espécies acessórias estão presentes nas seguintes porcentagens: *Amphistegina radiata* (50,0%), *Heterostegina suborbicularis* (50,0%), *Borelis pulchra* (40,0%), *Miliolinella subrotunda* (40,0%), *Peneroplis proteus* (40,0%), *Poroeponides lateralis* (40,0%), *Quinqueloculina lamarckiana* (40,0%), *Archaias angulatus* (30,0%), *Peneroplis carinatus* (30,0%) e *Quinqueloculina pricei* (30,0%) (Anexo).

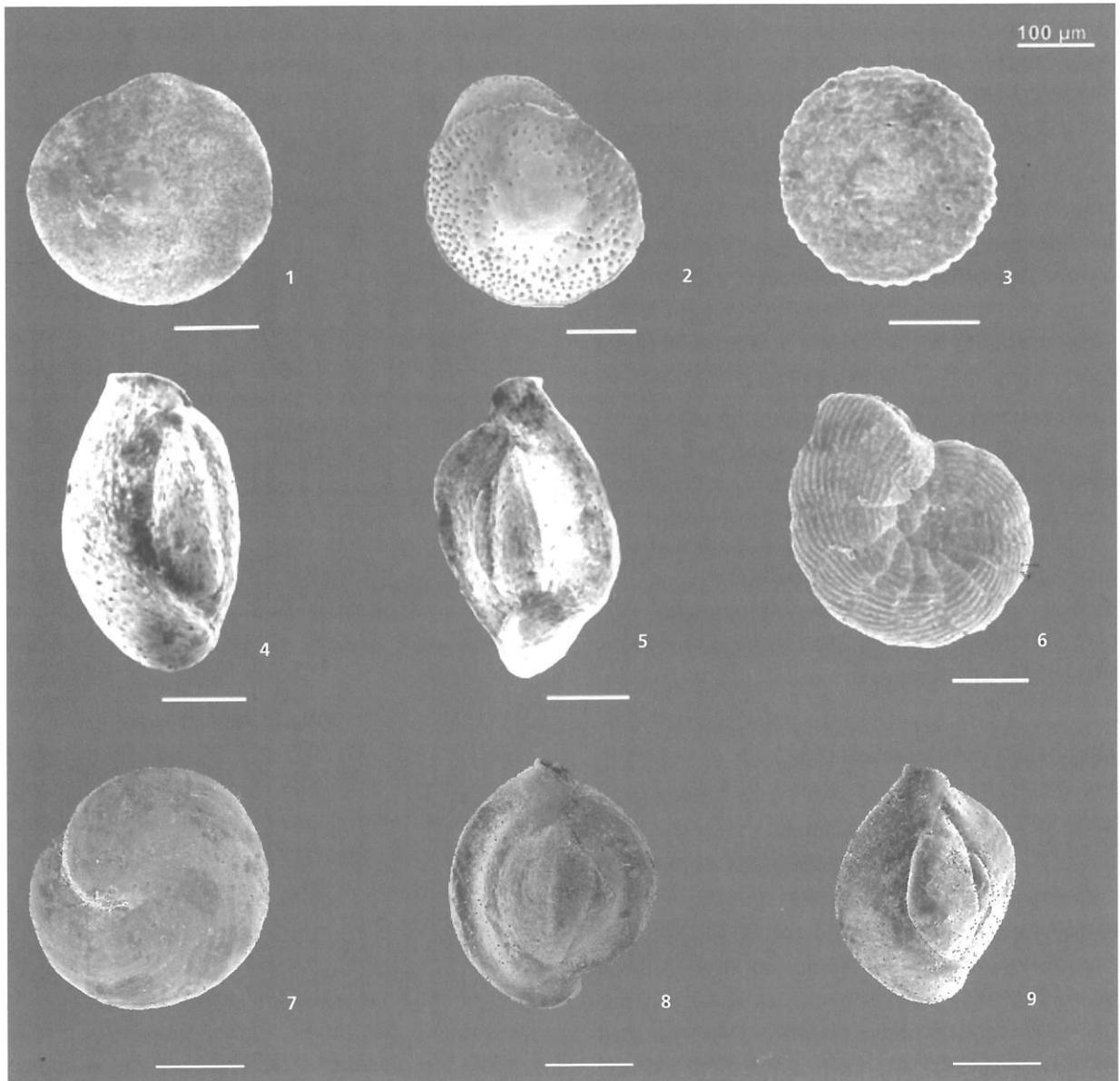


Figura 3. Principais espécies de foraminíferos bentônicos presentes no Recife de Fora (1 a 6) e Abrolhos (7 a 9), Bahia: 1) *Amphistegina lessonii*, 2) *Discorbis mira*, 3) *Sorites marginalis*, 4) *Triloculina planciana*, 5) *Quinqueloculina angulata*, 6) *Peneroplis pertusus*, 7) *Archaias angulatus*, 8) *Q. disparillius curta* e 9) *Q. lamarckiana*.

Do total de 41 espécies, 21 são classificadas como acidentais, por estarem presentes em menos de 25,0% das amostras (Anexo).

A análise das amostras revelou, também, que o índice de Riqueza manteve-se relativamente baixo, quando comparado aos valores encontrados em Abrolhos, oscilantes entre 1,753 (amostras 2 e 9) e 2,980 (amostra 3), e também quando comparado aos valores observados em outros ambientes. O índice de Diversidade apresentou valores entre 1,443 bits/ind (amostra 9) e 2,448 bits/ind (amostra 4), enquanto a Equitatividade mostrou valores que oscilaram entre 0,599 (amostra 10) e 0,953 (amostra 2).

Analisando tafonomicamente as assembleias do Recife de Fora, a maioria das testas apresentou grau de coloração mosqueada (branco e amarelo), seguida de amarelo, marrom e preto. Com relação à avaliação do estado de preservação, a maioria das testas apresentou condição normal, seguida por testas com sinais de quebra, sinais de abrasão, condição mista e sinais de dissolução (Figura 4).

Recifes de Abrolhos

Nessa área foram identificados 4 383 espécimes, classificados em 32 gêneros e 112 espécies, distribuídas entre as subordens Miliolina (68,7% das espécies), Rotaliina (25,0%) e Textulariina (6,2%) (Anexo).

A análise das espécies a partir dos dados de Abundância Relativa revela que 2,6% das espécies são principais, 17,0% são acessórias e 80,4% são acidentais (Anexo).

Dentre essas espécies, são principais: *Archaias angulatus* (19,9%), *Quinqueloculina lamarckiana* (9,44%) e *Quinqueloculina disparilis curta* (5,5%) (Figura 3). As espécies acessórias são: *Amphistegina lessonii* (3,71%), *Elphidium poeyanum* (3,2%), *Quinqueloculina candeiana* (3,1%), *Purgo subsphaerica* (3,1%), *Quinqueloculina parkeri* (2,9%), *Peneroplis carinatus* (2,8%), *Quinqueloculina polygona* (2,4%), *Pyrgo elengata* (2,2%), *Ammonia beccarii* (1,8%), *Borelis pulchra* (1,8%), *Pyrgo*

bulloides (1,7%), *Quinqueloculina angulata* (1,6%), *Elphidium discoideale* (1,6%), *Homotrema rubrum* (1,6%), *Amphistegina gibbosa* (1,5%), *Quinqueloculina bicostata* (1,4%), *Sorites marginalis* (1,3%), *Eponides repandus* (1,2%) e *Triloculina trigonula* (1,1%). As demais espécies são consideradas traços, por apresentarem Abundância Relativa inferior a 1,0% (Anexo).

O resultado do cálculo de Frequência de Ocorrência das espécies permite classificar 25,9% dos taxa como constantes, 25,9% como acessórias e 48,2% como acidentais (Tabela 1). Dentre as

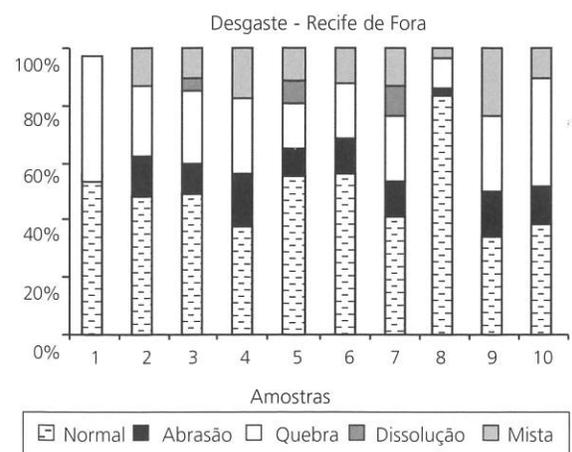
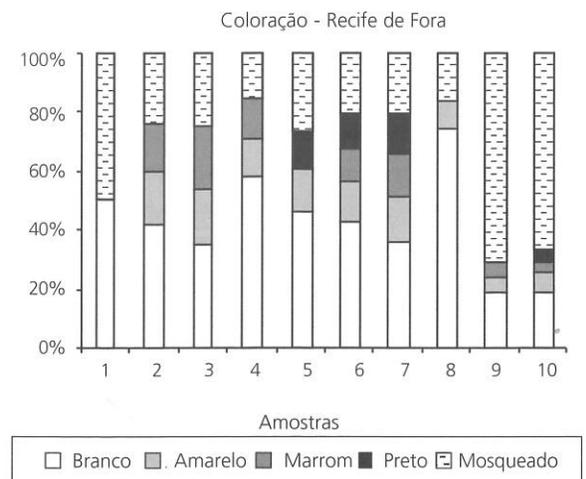


Figura 4. Coloração e desgaste das testas coletadas no Recife de Fora.

espécies constantes, destacam-se por estarem presentes em mais de 80,0% das amostras: *Quinqueloculina lamarckiana* (100,0%), *Quinqueloculina candeiana* (93,3%), *Amphistegina lessonii* (86,7%), *Pyrgo subsphaerica* (86,7%), *Archais angulatus* (80,0%), *Pyrgo bulloides* (80,0%) e *Quinqueloculina parkeri* (80,0%) (Anexo).

A análise dos dados revela, ainda, oscilações significativas dos valores de Diversidade e Riqueza entre as amostras. Nesse sentido, a Diversidade variou entre 0,924 bits/ind (amostra 7) e 3,455 bits/ind (amostra 9). O mesmo pôde ser observado com relação aos dados de Riqueza, que oscilou entre 2,980 (amostra 7) e 8,797 (amostra 9). Esses dados indicam, também, que as maiores variações foram observadas entre as amostras coletadas nos recifes do arco interno. De forma contrária, as amostras coletadas nos recifes do arco externo evidenciaram maior equilíbrio entre os valores de Diversidade e Riqueza, com exceção da amostra 10, coletada na base de uma estrutura recifal isolada, e não em um banco recifal. A menor oscilação entre os valores de Equitatividade entre as amostras do arco externo permite confirmar essa condição.

A análise de coloração permitiu identificar a presença de testas brancas, amarelas, marrons, pretas e mosqueadas nas amostras coletadas nos recifes do arco interno. Nas amostras do arco externo, entretanto, não foram identificadas testas pretas (Figura 5).

Em todas as amostras do arco interno houve predomínio de testas brancas, seguidas de testas amarelas. Testas marrons não foram identificadas nas amostras 2 e 6, ao passo que testas pretas e mosqueadas só estiveram presentes em menos da metade das amostras: testas pretas nas amostras 2, 7, 8 e 9, e testas mosqueadas nas amostras 3 e 4 (Figura 5).

Nas amostras do arco externo, predominaram as testas brancas, seguidas pelas testas amarelas, presentes em todas as amostras dessa área. Testas marrons só foram identificadas nas amostras 13 e 14, enquanto testas mosqueadas foram encontradas nas amostras 12, 14 e 15 (Figura 5).

A análise tafonômica com base no estado de preservação revelou a presença de testas normais e com sinais de abrasão, quebramento, dissolução e mistas nas amostras coletadas nos recifes do arco interno. Nas amostras do arco externo, os mesmos padrões foram identificados, com exceção de testas com sinais de abrasão (Figura 5).

Nas amostras do arco interno, as testas normais predominaram em todas as amostras, seguidas por testas quebradas, dissolvidas e mistas. Apenas as testas com sinais de abrasão não foram identificadas em todas as amostras dessa área, uma vez que não foram registrados nas amostras 1, 2, 4 e 5. Na amostra 7 verificou-se o maior registro de testas quebradas dentre as amostras dessa área (Figura 5).

Nas amostras do arco externo, houve predomínio de testas normais, seguidas por testas quebradas, dissolvidas e mistas. Dentre as amostras dessa área, o número de testas com sinais de quebramento foi superior na amostra 10, quando comparadas às demais (Figura 5).

Comparando-se a fauna das duas áreas recifais, é possível verificar a presença de 34 espécies comuns (Anexo I). Sete espécies foram registradas exclusivamente no Recife de Fora (*Cibicides disparis*, *Elphidium advenum depressulum*, *Heterostegina suborbicularis*, *Quinqueloculina gregariana*, *Quinqueloculina pricei*, *Triloculina gualteriana* e *Triloculina planciana*), enquanto 78 taxa foram identificados apenas nos Recifes de Abrolhos.

A comparação entre os taxa principais mostra que não há semelhança entre as espécies classificadas nessa categoria em cada uma das áreas. No Recife de Fora, as espécies principais foram *Amphistegina lessonii*, *Quinqueloculina angulata*, *Discorbis mira*, *Triloculina planciana*, *Sorites marginalis* e *Peneroplis pertusus*, enquanto nos Recifes de Abrolhos foram classificadas nessa categoria os taxa *Archais angulatus*, *Quinqueloculina lamarckiana* e *Quinqueloculina disparilis curta*. Esses dados revelam que as formas constantes em um recife são classificadas como acessórias no outro. Entretanto, as formas principais encontradas nas duas áreas são características de ambientes recifais, em especial os

macroforaminíferos, comumente associados a ambientes de águas quentes.

A análise dos dados de Frequência de Ocorrência revela proporções semelhantes entre as formas constantes, acessórias e acidentais, nos dois recifes em estudo. Nessas áreas, as duas primeiras categorias representam, em média, 25% da fauna, ao passo que as espécies acidentais representam aproximadamente 50% desta. Considerando os taxa classificados como constantes nos dois recifes,

percebem-se 6 espécies comuns: *Discorbis mira*, *Quinqueloculina angulata*, *Sorites marginalis*, *Amphis-tegina lessonii*, *Elphidium sagrum* e *Spiroloculina antillarum*.

No Recife de Fora, sinais de quebra e de abrasão predominaram, seguidos de abrasão. Em contrapartida, nos Recifes de Abrolhos, testas normais foram predominantes em 88,9% das amostras dos recifes do arco interno e em 100,0% das amostras do arco externo.

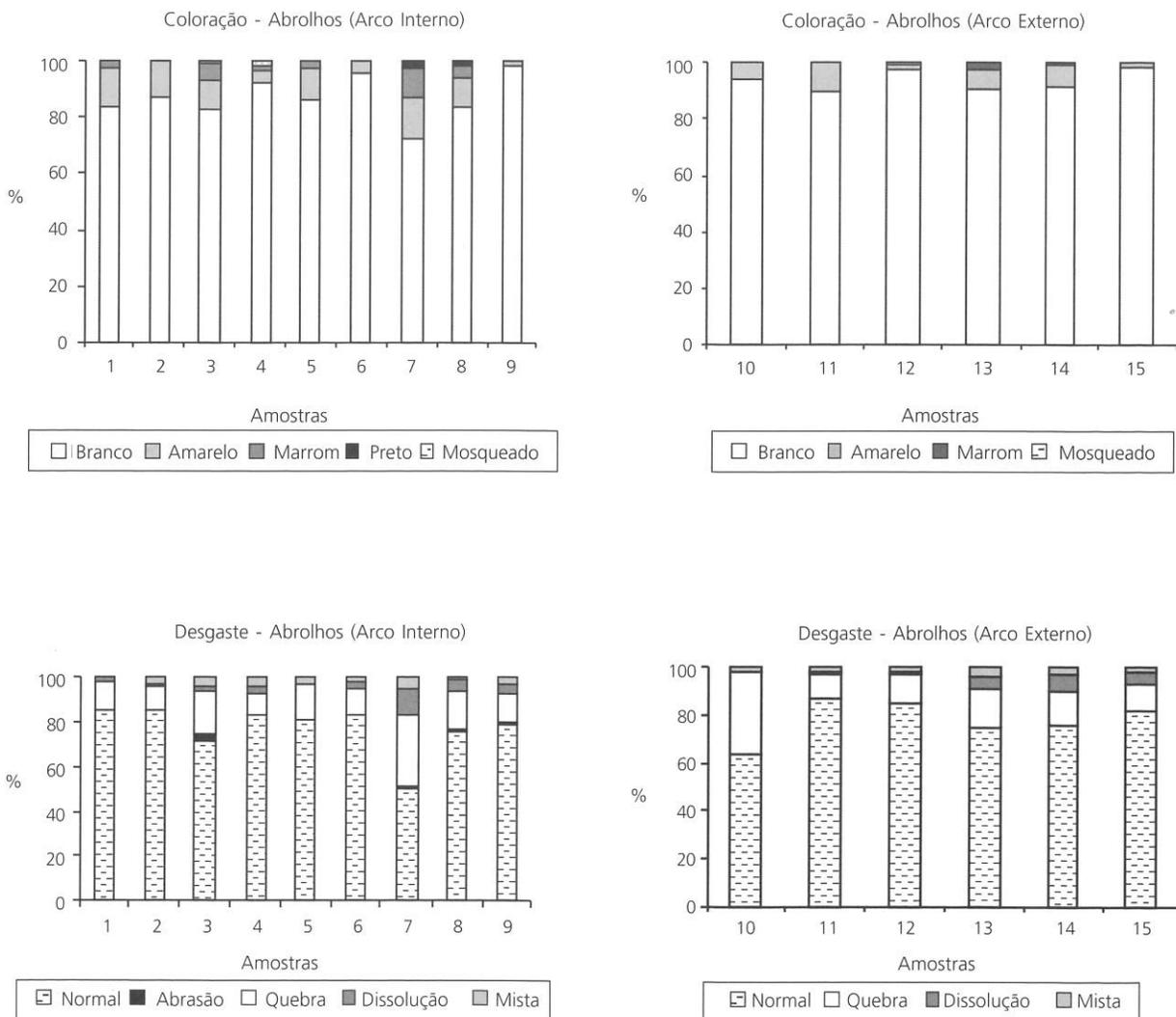


Figura 5. Coloração e desgaste das testas de foraminíferos dos Recifes de Abrolhos (arcos interno e externo).

DISCUSSÃO

As áreas recifais estudadas apresentam alta complexidade ambiental, sob influência de ondas e correntes marinhas que mudam de direção no contato com os recifes, influenciando diretamente a biodiversidade desses ecossistemas. A análise taxonômica da microfauna de foraminíferos identificada nas áreas do Recife de Fora e Recifes de Abrolhos evidencia um maior número de espécies na área recifal de Abrolhos (112 *taxa*), quando comparada à área do Recife de Fora (41 *taxa*). Embora exista uma grande diferença entre o número de espécies dessas áreas, deve-se considerar a diferença no número de amostras analisadas em cada recife, sendo 10 no Recife de Fora e 15 na área recifal de Abrolhos.

Em outras áreas recifais do estado da Bahia foram identificados números de espécies próximos aos identificados nas áreas em estudo. Moraes & Machado (2003) registraram, na área recifal da Praia do Forte, em amostragens realizadas nos períodos de inverno e verão, 55 e 52 *taxa*, respectivamente. As autoras identificaram, ainda, nesses mesmos períodos, 71 e 65 espécies em Itacimirim. Em estudos anteriores, realizados no Arquipélago de Abrolhos, Brady *et al.* (1988) e Sanches *et al.* (2005) descreveram a ocorrência de 124 e 91 espécies, respectivamente. Esses valores mostram-se compatíveis com o número de espécies identificadas, por este trabalho, para a área recifal de Abrolhos.

A não identificação de formas planctônicas nas áreas recifais estudadas nesta pesquisa justifica-se pela distribuição preferencial desse grupo por águas mais profundas, limpas, com salinidade normal e sem partículas em suspensão (Boltovskoy *et al.*, 1996).

Comparando-se a fauna das duas áreas, é possível verificar que nos dois recifes as espécies estão distribuídas entre as subordens Miliolina, Rotaliina e Textulariina. Entretanto, no Recife de Fora a subordem predominante foi a Rotaliina, enquanto nos Recifes de Abrolhos houve o domínio da subordem Miliolina. Os rotaliídeos também foram citados por Braga *et al.* (2008) como mais abundantes em

amostras coletadas na borda do Recife de Itacimirim. Segundo Murray (1991), o domínio de rotaliídeos em uma área reflete o melhor desenvolvimento de suas espécies sobre plantas marinhas, substrato duro ou em sedimentos lamosos. Dessa forma, a possível prevalência de sedimentos finos, além de substrato duro, no Recife de Fora, pode justificar o domínio da subordem Rotaliina sobre as demais. Entretanto, a ausência de dados sedimentológicos não permite justificar com segurança essa ocorrência.

Na área recifal de Abrolhos, o domínio de miliolídeos reflete a presença acentuada, no meio, de teores de íons cálcio e carbonato (Greiner, 1974). Tal fato se confirma na região de Abrolhos, onde Leão (1982) relata teores de carbonato de cálcio superiores a 50% nas zonas mais próximas aos recifes, chegando a 100% nas proximidades dos recifes de coral do arco externo de Abrolhos.

A não similaridade entre as espécies principais dos dois recifes reflete diferenças ambientais entre essas áreas. Entretanto, nos dois recifes, os macroforaminíferos - representados no Recife de Fora pelas espécies *Amphistegina lessonii*, *Sorites marginalis* e *Peneroplis pertusus*, e no Recife de Abrolhos pela espécie *Archaias angulatus* - estão entre as espécies principais, o que corrobora os dados obtidos por outros autores em ambientes recifais de outras partes do mundo (Hallock *et al.*, 1995; Cockey *et al.*, 1996).

A significativa representatividade dos macroforaminíferos em ambientes recifais representa uma resposta à presença de algas recifais, utilizadas por esse grupo como substrato, e às condições adequadas de luminosidade que permitem a realização de fotossíntese por seus simbiontes. Condição semelhante foi relatada por Braga *et al.* (2008) para a área recifal de Itacimirim (Bahia), onde os macroforaminíferos também foram citados como espécies principais.

Na área recifal dos Parrachos de Maracajaú, no Rio Grande do Norte, Batista *et al.* (2007) identificaram como espécies dominantes os foraminíferos bentônicos *Amphistegina lessoni*, *Sorites marginalis*, *Quinqueloculina lamarckiana*, *Q.*

agglutinans, *Peneroplis carinatus* e *Archaias angulatus*. A dominância de testas médias e a ocorrência de várias testas grandes, bem como a presença de menor representatividade de testas pequenas no ambiente Recifal dos Parrachos de Maracajaú foram explicadas pelos autores como resultado da elevada energia hidrodinâmica na área, condição que se assemelha com as áreas recifais em estudo. Segundo Martin (1986), foraminíferos que possuem testas robustas são mais resistentes à destruição, o que justifica amplamente a distribuição e a abundância dos macroforaminíferos em sedimentos carbonáticos depositados em ambientes de alta energia.

Considerados os dados de Riqueza e Diversidade, observam-se valores mais equilibrados entre as amostras do Recife de Fora, enquanto nos Recifes de Abrolhos foi registrada grande oscilação de Riqueza entre as amostras. Esse resultado representa a maior heterogeneidade entre os locais de coleta em Abrolhos, com amostras provenientes de recifes localizados em duas áreas distintas (arcos interno e externo). Diferenças significativas nos índices de Riqueza e Diversidade da microfauna de foraminíferos, em uma mesma área, têm sido frequentemente associadas a diferenças na textura do sedimento entre os locais amostrados. Essa condição pôde ser observada na área recifal de Abrolhos, onde parte das amostras foi coletada em canais interrecifais, favoráveis ao aprisionamento de sedimento fino em zonas de alta energia hidrodinâmica. Em estudo realizado litoral norte do estado da Bahia, Andrade (1997) verificou estações com número de espécies variando entre 35 e 86 (índices de Diversidade de Shannon-Wiener 3,59 e 5,86, respectivamente), os valores mais altos de índices de Diversidade, relacionando-os às áreas de sedimentos finos. Essa condição é explicada por Ferreira (1977), que sugere a existência de uma estreita relação entre a granulometria e a expressão quantitativa e qualitativa dos foraminíferos, ressaltando a existência de uma fauna empobrecida nas amostras de granulometria mais grossa, uma vez que esse tipo de sedimento, diferentemente do mais fino, retém muito menos matéria orgânica.

Uma análise comparativa entre os valores de Riqueza e Diversidade nos arcos interno e externo

de Abrolhos revela maiores oscilações nos recifes do arco interno, bem como maior equilíbrio nas amostras do arco externo, o que pôde ser confirmado através valores de Equitatividade, maiores e menos oscilantes nestas últimas.

Assim, elevados índices de Equitatividade obtidos nas amostras do arco externo indicaram equilibrada distribuição de espécies, sugerindo a ausência de espécies dominantes nessa área. O maior equilíbrio entre as amostras do arco externo reflete a condição do meio em que as amostras foram coletadas, em ambiente mais protegido da hidrodinâmica local, pela proximidade com as ilhas do Arquipélago de Abrolhos.

Considerando que, ao se depositarem no sedimento, as testas de foraminíferos passam a representar parcela dos grãos carbonáticos (que são naturalmente brancos), as alterações na sua coloração podem refletir diferentes condições do meio, favoráveis ao preenchimento dos grãos por matéria orgânica (Carboni *et al.*, 1982) ou à deposição de ferro e manganês (Leão & Machado, 1989). Dessa forma, a análise da proporção dos diferentes padrões de coloração observados pode ajudar a compreender a taxa de deposição, erosão e retrabalhamento do sedimento (Leão & Machado, 1989).

Nesse sentido, a análise tafonômica das testas dos foraminíferos nas duas áreas em estudo, com base na coloração, deixou evidente o predomínio absoluto de testas brancas nos Recifes de Abrolhos. Nas três amostras que complementaram o estudo do Recife de Fora, houve o predomínio de testas mosqueadas no padrão branco e amarelo. Diante de tais dados, é possível classificar os Recifes de Abrolhos como um local onde o sedimento está em deposição constante, ou uma área na qual os grãos escuros permanecem na superfície por tempo suficiente para que sejam totalmente oxidados, ou um local onde não há suprimento de ferro para o ambiente. Por outro lado, essas possíveis condições não predominam em toda a extensão do Recife de Fora, onde as testas de foraminíferos evidenciam padrões distintos de coloração. Segundo Leão & Machado (1989) e Bruno (2005), o mosqueamento

(branco e amarelo) indica possivelmente exposição intermediária a oxidação. A coloração amarela sinaliza tempo médio de permanência sedimentar entre intermediário e médio, e/ou exposição dos grãos marrons à oxidação.

A análise tafonômica das testas, com base no estado de preservação, também permite diagnosticar a existência de assinaturas tafonômicas indicativas das consequências dos processos geológicos e oceanográficos atuantes em determinado ambiente. Segundo Wetmore (1987), alterações na integridade das testas podem indicar diferentes condições químicas da água do mar, padrões de circulação, sedimentação e ações bioerosivas. Portanto, a análise das testas de foraminíferos triadas nas duas áreas em estudo evidencia maiores sinais de desgaste nas amostras do Recife de Fora, quando comparadas com as testas triadas a partir das amostras dos Recifes de Abrolhos.

Esses registros tafonômicos reafirmam a condição de maior energia hidrodinâmica na área do Recife de Fora, quando comparada aos Recifes de Abrolhos. Segundo Távora & Coelho (2006), o grau de fragmentação moderado das testas de foraminíferos reflete a alta energia ambiental durante o processo de soterramento, pois apenas um meio altamente energético pode quebrar bioclastos de tamanho tão reduzido.

A análise do grau e tipo de desgaste das testas entre as espécies do Recife de Fora revelou que as menores formas apresentaram-se mais bem preservadas, ao passo que as formas maiores, a exemplo da espécie *Amphistegina lessonii*, mostraram-se significativamente quebradas, abrasadas e perfuradas, refletindo um ambiente de alta energia. Segundo Távora & Coelho (2006), testas lenticulares e densas, representantes dos gêneros *Archaias* e *Amphistegina*, são facilmente removidas do substrato, porém redepositam-se mais rapidamente que as demais testas, o que amplia o desgaste.

CONCLUSÃO

A representatividade dos macroforaminíferos, como espécies principais nos dois recifes, permite

caracterizá-los como locais propícios em termos de substrato e luminosidade, condições necessárias para o estabelecimento dessas espécies.

No Recife de Fora, foram observados valores mais equilibrados de Riqueza e Diversidade entre as amostras, quando comparado aos Recifes de Abrolhos, em função da distinção entre os locais de coleta. No Recife de Fora, as coletas foram realizadas no topo recifal, enquanto no Recife de Abrolhos elas ocorreram na base dos recifes e em canais interrecifais.

Em geral, o padrão de desgaste das assembleias do Recife de Fora foram mais acentuadas que as encontradas no Recife de Abrolhos, provavelmente em razão de maior energia hidrodinâmica local.

Embora o Recife de Fora seja classificado como uma região de média a alta energia, a maior parte das testas dos foraminíferos apresentou coloração mosqueada (branco e amarelo), devido possivelmente à exposição intermediária à oxidação e/ou ao efeito da matéria orgânica recifal.

REFERÊNCIAS

- Andrade, E.J. (1997). *Distribuição dos Foraminíferos Recentes na Transição Carbonatos/Siliciclásticos na região de Praia do Forte, Litoral Norte do Estado da Bahia*. Dissertação, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia.
- Araújo, H.C.B. (2009). *Assembleias de foraminíferos indicadoras de mudanças ambientais no complexo recifal de Abrolhos, Bahia*. Tese, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia.
- Araújo, H.C.B. & Machado, A.J. (2008). Benthic foraminifera associated with the South hia coral reefs, Brazil. *Journal of Foraminiferal Research*, 38(1):23-38.
- Batista, D.S.; Vilela, C.G. & Koutsoukos, E.A.M. (2007). Influência dos Fatores Ambientais na Preservação da Microfauna de Foraminíferos Bentônicos no Ambiente Recifal dos Parrachos de Maracajaú, RN, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*, 30(2):92-103.
- Brady, H.B., Parker, W.K. & Jones, T.R., (1988). On some the foraminifera from the Abrolhos Bank. *Transactions of the Zoological Society of London*, 12:211-39.

- Braga, Y.S.; Machado, A.J. & Moraes, S.S. (2008). A fauna de Rotallida (Foraminiferida) da borda do recife de Itacimirim, Bahia, Brasil: um estudo comparativo do sedimento e das algas como substrato. *Revista de Geologia*, 21(2):147-57.
- Bruno, R.L.M. (2008). Avaliação das Assembléias de Foraminíferos na Plataforma de Transição Carbonato - Siliciclasto, Região de Ilhéus, Bahia. Dissertação, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia.
- Bruno, R.L.M.; Araújo, H.A.B. & Machado, A.J. (2007). Impacto da Energia Hidrodinâmica nas Testas de Foraminíferos Presentes no Sedimento Superficial do Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia. *Anais XII Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar - COLACMAR*, 2007, Florianópolis.
- Carboni M.G.; Mandarino G.; & Matteucci R. (1982). Foraminiferids of Todos os Santos Bay (Bahia, Brazil). *Geologica Roma*, 20:133-24.
- Cerqueira, W.R.P. (2002). Associação de Equinodermata no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia, Brasil e suas Relações com o Sedimento. Dissertação, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia.
- Clark, K.R. & Warwick, R.M. (1994). *Change in Marine Communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory.
- Cockey, E.; Hallock, P. & Lidz, B.H. 1996. Decadalscale changes in benthic foraminiferal assemblages off Key Largo, Florida. *Coral Reefs*, 15:237-48.
- Dajoz R. (1983). *Ecologia geral*. 4ª ed. Petrópolis: Vozes.
- Eleftheriou, A. & McIntyre, A. (2005). *Methods for the Study of Marine Benthos*. 3rd ed. Oxford, UK: Blackwell Science.
- Ferreira, M.T.G.M. (1977). Foraminíferos da zona de intermarés de Itapuã - Salvador, Bahia. Dissertação, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia.
- Greiner, G.O.G. (1974). Environmental factors controlling the distribution of benthonic foraminifera. *Breviora*, 40:1-35.
- Hallock, P.; Talge, H.K.; Cockey, E.M. & Muller, R.G. (1995). A new disease in reef-dwelling foraminifera: implications for coastal sedimentation. *Journal of the Foraminiferal Research*, 25:280-6.
- Lançone, R.B.; Duleba, W. & Mahiques, M.M. (2005). Dinâmica de fundo da Enseada do Flamengo, Ubatuba, Brasil, inferida a partir da distribuição espacial, morfometria e tafonomia de foraminíferos. *Revista Brasileira de Paleontologia* 8(3):181-92.
- Leão, Z.M.A.N. (1982). *Morphology, geology and developmental history of the southernmost coral reefs of Western Atlantic, Abrolhos Bank, Brazil*. Dissertation, Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami, Florida, USA.
- Leão, Z.M.A.N. & Machado, A.J. (1989). Variação da cor dos grãos carbonáticos de sedimentos marinhos atuais. *Revista Brasileira Geociências*, 1:87-91.
- Loeblich, A.R. & Tappan, H. (1988). *Treatise on invertebrate paleontology, Part C, Protista 2-Sacordina*. New York: University of Kansas Press.
- Maida, M. & Ferreira, B.P. (1997). Coral Reefs of Brazil: an overview. 8th *Proceedings International Coral Reef Symposium*, Panamá. 1: 263-74.
- Manso, V.A.V.M.; Valenca, L.M.M.; Coutinho; P.N. & Guerra, N.C. (2004). Sedimentologia da plataforma continental de Pernambuco. In: Leca, E.E.; Leitao, S.N. & Costa, M.F. (2004). *Oceanografia um cenário tropical*. Recife: Ed. Bagaço, 2004.
- Margalef, R. (1958). *Perspectivas de la teoria ecológica*. Barcelona: Blume.
- Martin, R.E. (1986). Habitat and distribution of the foraminifer *Archaias angulatus* (Fichtel and Moll) (Miliolina, Soritidae), Northern Florida Keys. *Journal of Foraminiferal Research*, 16(3):201-6.
- Martin, R.E. (1999). Taphonomy and temporal resolution of foraminiferal assemblages. In: Sen Gupta, B.K. (Ed.) *Modern foraminifera*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Press. p.281-98.
- Martin, L.; Bittencourt, A.C.S.P. & Vilas Boas, G.S. (1980). *Mapa Geológico do Quaternário Costeiro do Estado da Bahia, escala 1:250.000.*, 60p. Salvador: Secretaria de Minas do Estado da Bahia. (Texto explicativo e mapa).
- Martin L.; Bittencourt A.C.S.P. & Dominguez J.M.L. (1999). Physical setting of the Discovery Coast: Porto Seguro region, Bahia. *Ciência e Cultura*, 51:245-61.
- Melo, U.; Summerhayes, C.P. & Ellis, J.P. (1975). Continental margin sedimentation of Brazil. Part IV, Salvador to Vitoria, Southeastern Brazil. *Contributions to Sedimentology*, 4:78-116.
- Moraes, S.S. (2001). *Interpretações da hidrocinâmica e tipos de transporte a partir do estudo de Foraminíferos recentes dos Recifes Costeiros de Praia do Forte e Itacimirim, litoral Norte do Estado da Bahia*. Dissertação, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia.
- Moraes, S.S. & Machado, A.J. (2003). Avaliação das Condições hidrocinâmicas de dois Recifes Costeiros do Litoral Norte do Estado da Bahia. *Revista Brasileira de Geociências*, 33(2):201-10.
- Murray, J.W. (1991). *Ecology and Palaeoecology of Benthic Foraminifera*. New York: Longman Scientific & Technical.
- Nascimento, H.A. (2003). *Análise da fauna de Foraminíferos associada aos recifes do extremo sul do Estado*

da Bahia (Corumbau a Nova Viçosa). Dissertação, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia.

Ocean Wheater. (2008). *Brazil offshore meteorological and oceanography study*. NOAA - Sattelite and Information Service.

Prates, A.P. (2003) *Recifes de Coral e Unidades de Conservação Costeiras e Marinhas no Brasil: uma análise da representatividade e eficiência na conservação da biodiversidade*. Tese, Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília.

Pielou, E.C. (1984). *The interpretation of ecological data: a primer on classification and ordination*. New York: Wiley.

Sanches, T.M; Kikuchi, R.K.P & Eichler, B.B. (1995). *Ocorrência de foraminíferos recentes em Abrolhos, Bahia*. Publicação Especial do Instituto Oceanográfico de São Paulo, 11:37-47.

Shannon, C.E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bolletim Systematical Technologycal Journal*, 27:379-23.

Spalding, M. D.; Green, E. P. & Corinna, R. (2001). *World atlas of coral reefs*. Berkeley: University of California Press.

Távora, V.A. & Coelho, J.A. (2006). Tafonomia de foraminíferos da formação Pirabas (Mioceno Inferior), Estado do Pará. *Geociências*, 25(2):197-204.

Villaça, R. (2002). Recifes biológicos. In: Pereira, R.C. & Soares-Gomes, A. (Org.). *Biologia marinha*. Rio de Janeiro: Interciência, p 229-48.

Wetmore, K.L. (1987). Correlations between test strenght, morphology and habitat in some benthic foraminifera from the coast of Washington. *Journal of Foraminiferal Research*, 17(1):1-13.

Yordanova, E.K. & Hohenegger, J. (2002). Taphonomy of larger foraminifera: relationships between living and empty tests on flat reef slopes (Sesoko Island, Japan). *Facies*, 46:169-204.

Recebido em: 11/11/2010

Versão final reapresentada em: 10/6/2011

Aprovado em: 28/9/2011

ANEXO

DADOS DE ABUNDÂNCIA ABSOLUTA (AB), ABUNDÂNCIA RELATIVA (AR), NÚMERO DE AMOSTRAS EM QUE CADA ESPÉCIE OCORREU (N) E FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA (FO) PARA AS ÁREAS DO RECIFE DE FORA E RECIFES DE ABROLHOS

Espécies	Recife de Fora				Recifes de Abrolhos			
	AB	AR	N	FO	AB	AR	N	FO
<i>Ammonia beccarii</i>	2	0,07	1	10,0	84	1,87	8	53,3
<i>Amphistegina gibbosa</i>	x	x	x	x	67	1,49	10	66,7
<i>Amphistegina lessonii</i>	440	17,37	6	60,0	167	3,71	13	86,7
<i>Amphistegina radiata</i>	50	1,67	5	50,0	6	0,13	4	26,7
<i>Archaias angulatus</i>	11	0,57	3	30,0	897	19,93	12	80,0
<i>Articulina antillarum</i>	x	x	x	x	11	0,24	3	20,0
<i>Articulina mucronata</i>	x	x	x	x	1	0,02	1	6,7
<i>Articulina multilocularis</i>	x	x	x	x	9	0,20	2	13,3
<i>Articulina pacifica</i>	x	x	x	x	5	0,11	2	13,3
<i>Bigenerina nodosaria</i>	x	x	x	x	2	0,04	2	13,3
<i>Bigenerina sp.</i>	x	x	x	x	35	0,78	6	40,0
<i>Bolivina sp.</i>	x	x	x	x	1	0,02	1	6,7
<i>Borelis pulcha</i>	142	4,73	4	40,0	84	1,87	6	40,0
<i>Cibicides akmerianus</i>	x	x	x	x	11	0,24	2	13,3
<i>Cibicides dispars</i>	3	0,10	1	10,0	x	x	x	x
<i>Cibicides pseudogenerianus</i>	x	x	x	x	4	0,09	3	20,0
<i>Cibicides refulgens</i>	x	x	x	x	22	0,49	3	20,0
<i>Cibicides repandus</i>	x	x	x	x	16	0,36	6	40,0
<i>Cibicides sp.</i>	x	x	x	x	1	0,02	1	6,7
<i>Clavulina tricarinata</i>	4	0,13	2	20,0	11	0,24	4	26,7
<i>Cornuspira planorbis</i>	x	x	x	x	6	0,13	2	13,3
<i>Dentostomina enoplastoma</i>	x	x	x	x	19	0,42	7	46,7
<i>Discorbis floridana</i>	x	x	x	x	30	0,67	10	66,7
<i>Discorbis mira</i>	189	7,20	10	100,0	29	0,64	8	53,3
<i>Discorbis williamsoni</i>	x	x	x	x	8	0,18	1	6,7
<i>Elphidium advenum depressulum</i>	30	1,00	2	20,0	x	x	x	x
<i>Elphidium discoidale</i>	x	x	x	x	74	1,64	9	60,0
<i>Elphidium galvestonense</i>	x	x	x	x	7	0,16	1	6,7
<i>Elphidium morenoi</i>	x	x	x	x	23	0,51	1	6,7
<i>Elphidium poeyanum</i>	x	x	x	x	144	3,20	10	66,7
<i>Elphidium sagrum</i>	81	3,10	6	60,0	20	0,44	9	60,0
<i>Eponides antillarum</i>	x	x	x	x	4	0,09	3	20,0
<i>Eponides repandus</i>	x	x	x	x	56	1,24	11	73,3
<i>Gypsina vesicularis</i>	x	x	x	x	4	0,09	3	20,0
<i>Heterostegina depressa</i>	x	x	x	x	39	0,87	9	60,0
<i>Heterostegina suborbicularis</i>	48	1,70	5	50,0	x	x	x	x
<i>Homotrema rubrum</i>	x	x	x	x	72	1,60	7	46,7
<i>Massilina asperula</i>	x	x	x	x	1	0,02	1	6,7
<i>Massilina pernambucensis</i>	x	x	x	x	1	0,02	1	6,7
<i>Miliolinella labiosa</i>	4	0,23	2	20,0	4	0,09	3	20,0
<i>Miliolinella suborbicularis</i>	100	3,43	6	60,0	4	0,09	3	20,0
<i>Miliolinella subrotunda</i>	76	2,53	4	40,0	17	0,38	6	40,0
<i>Nonion grateloupi</i>	x	x	x	x	27	0,60	5	33,3
<i>Nonion sp.</i>	x	x	x	x	3	0,07	2	13,3
<i>Nonionella atlantica</i>	x	x	x	x	3	0,07	2	13,3
<i>Peneroplis bradyi</i>	x	x	x	x	41	0,91	9	60,0

ANEXO

DADOS DE ABUNDÂNCIA ABSOLUTA (AB), ABUNDÂNCIA RELATIVA (AR), NÚMERO DE AMOSTRAS EM QUE CADA ESPÉCIE OCORREU (N) E FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA (FO) PARA AS ÁREAS DO RECIFE DE FORA E RECIFES DE ABROLHOS

Espécies	Recife de Fora				Recifes de Abrolhos			
	AB	AR	N	FO	AB	AR	N	FO
<i>Peneroplis carinatus</i>	37	1,23	3	30,0	128	2,84	11	73,3
<i>Peneroplis pertusus</i>	144	5,70	8	80,0	12	0,27	4	26,7
<i>Peneroplis pertusus var. discoideus</i>	x	x	x	x	12	0,27	6	40,0
<i>Peneroplis proteus</i>	44	1,87	4	40,0	22	0,49	8	53,3
<i>Poroeponides lateralis</i>	63	2,10	4	40,0	13	0,29	3	20,0
<i>Pyrgo bulloides</i>	x	x	x	x	80	1,78	12	80,0
<i>Pyrgo comata</i>	x	x	x	x	17	0,38	2	13,3
<i>Pyrgo denticulata</i>	x	x	x	x	18	0,40	6	40,0
<i>Pyrgo elongata</i>	x	x	x	x	100	2,22	11	73,3
<i>Pyrgo patagonica</i>	130	4,83	7	70,0	17	0,38	6	40,0
<i>Pyrgo subsphaerica</i>	x	x	x	x	139	3,09	13	86,7
<i>Pyrgo tainanensis</i>	5	0,17	1	10,0	13	0,29	4	26,7
<i>Quinqueloculina agglutinans</i>	x	x	x	x	5	0,11	3	20,0
<i>Quinqueloculina angulata</i>	404	13,47	9	90,0	75	1,67	10	66,7
<i>Quinqueloculina bicarinata</i>	10	0,33	1	10,0	9	0,20	5	33,3
<i>Quinqueloculina bicornis</i>	22	0,73	1	10,0	33	0,73	11	73,3
<i>Quinqueloculina bicostata</i>	x	x	x	x	64	1,42	9	60,0
<i>Quinqueloculina candeiana</i>	17	0,57	1	10,0	140	3,11	14	93,3
<i>Quinqueloculina collumnosa</i>	x	x	x	x	1	0,02	1	6,7
<i>Quinqueloculina costata</i>	x	x	x	x	1	0,02	1	6,7
<i>Quinqueloculina cuveriana</i>	x	x	x	x	16	0,36	6	40,0
<i>Quinqueloculina disparilis curta</i>	7	0,23	1	10,0	251	5,58	13	86,7
<i>Quinqueloculina elongata</i>	x	x	x	x	5	0,11	3	20,0
<i>Quinqueloculina funafutiensis</i>	x	x	x	x	1	0,02	1	6,7
<i>Quinqueloculina granulocostata</i>	x	x	x	x	1	0,02	1	6,7
<i>Quinqueloculina gregariana</i>	17	0,57	1	10,0	x	x	x	x
<i>Quinqueloculina horrida</i>	22	0,73	1	10,0	4	0,09	2	13,3
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	59	2,67	4	40,0	425	9,44	15	100,0
<i>Quinqueloculina magoi</i>	x	x	x	x	19	0,42	3	20,0
<i>Quinqueloculina parkeri</i>	x	x	x	x	131	2,91	12	80,0
<i>Quinqueloculina philipensis</i>	x	x	x	x	3	0,07	2	13,3
<i>Quinqueloculina poeyana</i>	x	x	x	x	13	0,29	6	40,0
<i>Quinqueloculina polygona</i>	14	1,87	1	10,0	111	2,47	13	86,7
<i>Quinqueloculina pricei</i>	80	2,67	3	30,0	x	x	x	x
<i>Quinqueloculina reticulata</i>	x	x	x	x	9	0,20	2	13,3
<i>Quinqueloculina seminulum</i>	x	x	x	x	2	0,04	2	13,3
<i>Quinqueloculina sulcata</i>	x	x	x	x	15	0,33	5	33,3
<i>Quinqueloculina sp.1</i>	x	x	x	x	7	0,16	3	20,0
<i>Quinqueloculina sp.2</i>	x	x	x	x	12	0,27	4	26,7
<i>Quinqueloculina sp.3</i>	x	x	x	x	4	0,09	3	20,0
<i>Schlumbergerina alveoliniformis</i>	x	x	x	x	13	0,29	4	26,7
<i>Sigmoilopsis sp.</i>	x	x	x	x	5	0,11	1	6,7
<i>Siphonina pulchra</i>	x	x	x	x	8	0,18	4	26,7
<i>Sorites marginalis</i>	174	5,80	7	70,0	59	1,31	11	73,3
<i>Spiroloculina antillarum</i>	78	2,60	6	60,0	28	0,62	11	73,3
<i>Spiroloculina caduca</i>	12	0,40	1	10,0	14	0,31	5	33,3

ANEXO

DADOS DE ABUNDÂNCIA ABSOLUTA (AB), ABUNDÂNCIA RELATIVA (AR), NÚMERO DE AMOSTRAS EM QUE CADA ESPÉCIE OCORREU (N) E FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA (FO) PARA AS ÁREAS DO RECIFE DE FORA E RECIFES DE ABROLHOS

Conclusão

Espécies	Recife de Fora				Recifes de Abrolhos			
	AB	AR	N	FO	AB	AR	N	FO
<i>Spiroloculina communis</i>	x	x	x	x	1	0,02	1	6,7
<i>Spiroloculina estebani</i>	11	0,37	1	10,0	11	0,24	7	46,7
<i>Spiroloculina profunda</i>	x	x	x	x	3	0,07	3	20,0
<i>Textularia agglutinans</i>	1	0,13	1	10,0	23	0,51	8	53,3
<i>Textularia candeiana</i>	x	x	x	x	21	0,47	4	26,7
<i>Textularia gramen</i>	x	x	x	x	3	0,07	3	20,0
<i>Textularia kerimbaensis</i>	x	x	x	x	6	0,13	3	20,0
<i>Triloculina affinis</i>	x	x	x	x	1	0,02	1	6,7
<i>Triloculina baldai</i>	9	0,30	1	10,0	17	0,38	4	26,7
<i>Triloculina bertheliniana</i>	x	x	x	x	1	0,02	1	6,7
<i>Triloculina candeiana</i>	x	x	x	x	1	0,02	1	6,7
<i>Triloculina consobrina</i>	x	x	x	x	18	0,40	6	40,0
<i>Triloculina elongata</i>	x	x	x	x	3	0,07	3	20,0
<i>Triloculina gracilis</i>	x	x	x	x	6	0,13	1	6,7
<i>Triloculina gualteriana</i>	4	0,13	1	10,0	x	x	x	x
<i>Triloculina laevigata</i>	x	x	x	x	4	0,09	2	13,3
<i>Triloculina linneiana</i>	x	x	x	x	2	0,04	2	13,3
<i>Triloculina oblonga</i>	26	0,87	1	10,0	27	0,60	4	26,7
<i>Triloculina planciana</i>	199	6,63	8	80,0	x	x	x	x
<i>Triloculina quadrata</i>	x	x	x	x	4	0,09	2	13,3
<i>Triloculina quadrilateralis</i>	x	x	x	x	11	0,24	2	13,3
<i>Triloculina reticulata</i>	x	x	x	x	7	0,16	2	13,3
<i>Triloculina rotunda</i>	x	x	x	x	1	0,02	1	6,7
<i>Triloculina rupertiana</i>	4	0,13	1	10,0	4	0,09	3	20,0
<i>Triloculina sommerii</i>	x	x	x	x	19	0,42	6	40,0
<i>Triloculina tricarinata</i>	x	x	x	x	15	0,33	7	46,7
<i>Triloculina trigonula</i>	2	0,87	1	10,0	49	1,09	10	66,7



ARTIGO | ARTICLE

Micota no ar da unidade de terapia intensiva e centro cirúrgico de um hospital universitário

Airborne fungi in an intensive care units and a surgical center of a university hospital

Eusébio de Sales¹

Edilaine Maria Lecy de Sales¹

Leonardo Frederico Dias¹

Francisco Eduardo de Carvalho Costa¹

Ana Beatriz Alkmim Teixeira Loyola¹

RESUMO

Esporos de fungos filamentosos disseminados no ambiente podem colonizar o trato respiratório, causando doenças em pacientes imunocomprometidos. Em hospitais e clínicas de saúde, é necessário determinar a concentração de micro-organismos anemófilos nas áreas internas e externas, no intuito de identificar fontes de contaminação e disseminação de agentes etiológicos. O valor máximo permitido deve ser $<750\text{UFC}/\text{m}^3$ de fungos para a relação ambiente interno/externo I/E $<1,5$, sendo inaceitável a presença de fungos patogênicos. O objetivo deste estudo foi reconhecer a diversidade taxonômica de fungos anemófilos em ambientes externos e internos de um hospital universitário, com ênfase nos isolados potencialmente patogênicos. As coletas foram realizadas quinzenalmente, durante o inverno de 2008 e o verão de 2009, antes da limpeza dos aparelhos de ar condicionado. A avaliação da micota nas unidades de terapia intensiva e centro cirúrgico foi realizada pela técnica de sedimentação passiva. Os fungos isolados foram submetidos ao teste de crescimento a 37°C , e identificados por meio de características macroscópicas e micromorfológicas. As coletas realizadas no inverno apresentaram o resultado de 93 isolados no interior do hospital e 356 em seu exterior (I/E=0,2), sendo que 3 cepas do interior (*A. clavatus*, *A. fumigatus*, *Penicillium* sp.) e 2 do exterior (*Paecilomyces* sp. e

¹ Universidade do Vale do Sapucaí, Unidade Central. Av. Coronel Alfredo Custódio de Paula, 320, 37550-000, Pouso Alegre, MG, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: A.B.A.T. LOYOLA. E-mails: <analkmim@hotmail.com>; <anabeatrizalkmim@univas.edu.br>.

Penicillium sp.) obtiveram crescimento a 37°C (I/E=1,5). Já na coleta realizada no verão, foram encontrados 116 isolados no interior do hospital e 142 em seu exterior (I/E= 0,8), sendo que 11 cepas do interior (*Aspergillus* sp., *A. fumigatus*, *Fusarium* sp.) e 17 do exterior (*Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., *A. versicolor*, *A. niger*, *A. fumigatus*) obtiveram crescimento a 37°C (I/E=0,64).

Palavras-chave: Estações do ano. Fungos do ar. Hospital. Prevalência.

ABSTRACT

*Mould spores are widespread in the environment and can colonize the host's respiratory tract. In hospitals and health clinics, it is necessary to determine the concentration of anemophilous microorganisms from indoor and/or external areas, with the purpose of identifying possible sources of contamination and potential diffusion of these pathogens. The maximum recommended value should be <750 CFU/m³ of fungi for the I/E environment ratio of <1.5, the presence of pathogenic fungi being unacceptable. The aim was to monitor and characterize airborne fungi in a General Hospital, to evaluate the pathogenic potential of isolated strains and to compare internal and external mycoflora. Samples were collected during the winter of 2008 and the summer of 2009, prior to the cleaning of the air-conditioning system. The evaluation of mycota in intensive care units and the surgical center was performed using the passive sedimentation technique. The strains of isolated filamentous fungi were subjected to a growth test at a temperature of 37°C. The colonies were identified using macroscopic and micromorphological features. During winter, 93 strains were isolated from inside the hospital and 356 outside the hospital (I/E = 0.2). Three strains (*A. clavatus*, *A. fumigatus*, *Penicillium* sp.) from inside the hospital and 2 strains (*Paecilomyces* sp. and *Penicillium* sp.) from outside the hospital grew at 37°C (I/E = 1.5). During the summer, 116 strains from inside and 142 from outside the hospital were isolated (I/E = 0.8). Eleven strains (*Aspergillus* sp., *A. fumigatus*, *Fusarium* sp.) from inside and 17 (*Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., *A. versicolor*, *A. niger*, *A. fumigatus*) from outside the hospital grew at 37°C (I/E = 0.64).*

Key words: Seasons. Airborne fungi. Hospital. Prevalence.

INTRODUÇÃO

O aumento progressivo das infecções fúngicas de origem hospitalar nos últimos anos é de suma importância, devido à piora no quadro de saúde de pacientes e ao surgimento de doenças respiratórias em profissionais da saúde (Cox-Ganser et al., 2009; Qudiesat et al., 2009).

O ar atmosférico é o meio de dispersão mais utilizado pelos fungos. Com isso, esporos e fragmentos de micélio vegetativo tornam-se porções viáveis desses organismos durante o processo de disseminação aérea (Eames et al., 2009). Os fungos patogênicos apresentam dispersão eficiente pelo ar por meio de micélios e esporos, principalmente na

fase assexuada (Mudarri & Fisk, 2007; Cox-Ganser et al., 2009).

Em ambientes altamente disseminados com fungos filamentosos, estes podem ser encontrados colonizando o trato respiratório do hospedeiro. Uma vez inalados, os conídios podem causar processos alérgicos, infecções sistêmicas ou disseminadas, dependendo do *status* de imunidade do paciente hospitalizado (Wang et al., 2011). A aspergilose invasiva é uma das enfermidades mais graves para pacientes imunossuprimidos, sendo uma das causas de mortalidade (Panackal et al., 2006).

O potencial patogênico de um fungo oportunista pode ser sugerido por sua habilidade em crescer em temperaturas maiores ou iguais a 37°C

(Debeauvais et al., 1997). A identificação pode ser realizada pela técnica de microcultivo e visualização dos corpos de esporulação, ou por técnicas de biologia molecular (Lacaz et al., 1998).

Em hospitais e clínicas de saúde, é necessário determinar a concentração de micro-organismos anemófilos nas áreas internas e/ou externas, identificando fontes de contaminação e disseminação de agentes etiológicos. O valor máximo permitido deve ser $<750\text{UFC}/\text{m}^3$ de fungos (relação I/E $<1,5$), sendo inaceitável a presença de fungos patogênicos (Brasil, 2000).

Dentre os métodos de referência para a coleta de esporos fúngicos, a literatura destaca a sedimentação ao ar ambiental e a impactação ou filtração em meio sólido (Qudiesat et al., 2009). A sedimentação em placa de Petri consiste na exposição de um meio de cultura ao ar ambiental, durante um período de tempo arbitrariamente escolhido, a fim de que os esporos aeroportáveis se depositem por simples sedimentação, germinem e cresçam, formando colônias que podem ser isoladas e identificadas. Essa técnica permite verificar variações sazonais de incidência, bem como a prevalência das espécies nessa via de dispersão (Lobato et al., 2009; Nzeako et al., 2011). Já na técnica de impactação ou filtração em meio sólido, as partículas presentes no ar aspirado são diretamente impactadas a um meio de cultura conhecido. Com esse equipamento, determina-se o volume de ar aspirado, e os resultados são expressos em unidades formadoras de colônias (UFC) por metro cúbico.

Apesar de o ar interno proceder do ar exterior, alguns estudos realizados, tanto em nível internacional quanto nacional, revelaram a existência de contaminantes em proporções bem maiores no ambiente interno, o que tem sido atribuído ao fato de os sistemas de ar condicionado "operarem com baixa troca de ar" (Shelton et al., 2002).

Considerando tais fatos, o Ministério da Saúde propôs, através da Portaria nº 3.523/GM, de 28 de agosto de 1998, que sejam determinados padrões de qualidade do ar em ambientes climatizados artificialmente, bem como o seu

monitoramento (Gava, 2002). A determinação da composição e concentração de micro-organismos em áreas supostamente críticas poderá fornecer subsídios para o controle da incidência de infecções nosocomiais.

Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi reconhecer a diversidade taxonômica de fungos anemófilos em ambientes externos e internos de um hospital universitário, com ênfase nos isolados potencialmente patogênicos.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Microbiologia da Unidade Central da Universidade do Vale do Sapucaí, na cidade de Pouso Alegre (MG), tendo sido as coletas realizadas no Hospital das Clínicas Samuel Libânio, pertencente à instituição.

As coletas foram realizadas no período de junho de 2008 a março de 2009, quinzenalmente, antes da limpeza dos equipamentos de ar condicionado.

Utilizou-se a técnica de sedimentação passiva (Lacaz et al., 1998), em placas contendo meio de Ágar Sabouraud Dextrose (SDA) com cloranfenicol. As placas foram abertas conforme a localização dos equipamentos de ar condicionado, a 1m de altura do chão e distantes da parede, por 15 minutos (Lacaz et al., 1998). As placas foram dispostas no interior do hospital e em sua parte externa: 4 pontos no centro cirúrgico, 2 na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) neonatal, 3 na UTI geral e 4 pontos externos.

Nos dias de coleta foram anotados dados da temperatura ambiente.

As placas foram mantidas à temperatura ambiente por 5-10 dias (Lacaz et al., 1998).

Os isolados de fungos filamentosos foram submetidos ao teste de crescimento, à temperatura de 37°C. Para a execução do teste, cada isolado foi semeado em tubos inclinados de Ágar Sabouraud Dextrose, e incubado por até 7 dias, para avaliação de crescimento.

A identificação dos fungos isolados foi realizada apenas com os que cresceram a 37°C, conforme análise macroscópica de acordo com o gênero e, quando possível, com a espécie, com base nas características morfológicas da colônia, como forma e cor, e em características microscópicas da cultura primária e do microcultivo, mediante exame direto (Zaitz et al., 1998).

A concentração de micro-organismos anemófilos, nas áreas internas e externas do hospital, foi determinada pela diferença da quantidade de fungos no ambiente interno em relação ao ambiente externo ($I/E < 1,5$) (Brasil, 2000).

A análise dos dados de isolamento de fungos filamentosos foi conduzida usando o *software* SAS

(Copyright® 1989-1996 do SAS Institute, Cary, NC, USA), com a análise das variâncias ($p < 0,05$). Os dados foram avaliados separadamente, mas sempre entre dois grupos distintos. As variáveis foram submetidas a análise descritiva, expressa através da média e do desvio padrão. Após a análise descritiva, foi realizado o teste *t* Student de comparação de médias com populações independentes, confrontando-se as diversas amostras (Steel & Torrie, 1980).

RESULTADOS

Foram obtidos 707 isolados de fungos filamentosos provenientes do ambiente interno e externo do hospital universitário (Tabela 1).

Tabela 1. Comparação da distribuição de fungos anemófilos (frequência absoluta de isolamento) em diferentes ambientes de um hospital universitário, pelo período de 1 ano. 2008 - 2009.

Data de coleta (dia/mês)		Pontos de coleta								Total	
		Externo		UTI Neonatal		UTI Geral		Centro Cirúrgico			
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
12/6	NI	44	77,2	8	14	2	3,5	3	5,3	57	100
	T°C	10,1 - 21,1		25		25		26			
26/6	NI	33	78,6	3	7,14	3	7,14	3	7,14	42	100
	T°C	8,7 - 18,8		25		25		26			
10/7	NI	24	77,42	5	16,14	1	3,22	1	3,22	31	100
	T°C	7,9 - 20,3		25		25		26			
24/7	NI	27	62,8	7	6,28	9	20,93	0	0	43	100
	T°C	12,3 - 21,0		25		25		26			
7/8	NI	87	68,5	23	18,11	8	6,3	9	7,09	127	100
	T°C	15,0 - 25,0		25		25		26			
21/8	NI	91	84,26	0	0	12	11,11	5	4,63	108	100
	T°C	17,0 - 26,8		25		25		26			
4/9	NI	50	78,12	10	15,63	1	1,56	3	4,69	64	100
	T°C	16,0 - 24,0		25		25		26			
24/12	NI	37	53,62	7	10,14	9	13,04	16	23,2	69	100
	T°C	16,3 - 31,0		25		25		26			
8/1	NI	9	69,2	0	0	2	15,4	2	15,4	13	100
	T°C	20,0 - 29,0		25		25		26			
20/1	NI	24	60	8	20	6	15	2	5	40	100
	T°C	18,0 - 29,8		25		25		26			
5/2	NI	14	38,9	7	19,44	11	30,55	4	11,11	36	100
	T°C	21,7 - 30,0		25		25		26			
19/2	NI	16	88,9	1	5,55	1	5,55	0	0	18	100
	T°C	14,9 - 26,4		25		25		26			
5/3	NI	15(%)	66	1	4	3	13	4	17	23	100
	T°C	13,1 - 25,8		25		25		26			
19/3	NI	27	55,10	3	6,13	4	8,17	15	30,6	49	100
	T°C	11,0 - 21,0		25		25		26			

UTI: unidade de terapia intensiva.

No período de execução deste trabalho, a média da temperatura ambiental oscilou, no inverno, entre 12,40°C e 22,40°C, e, no verão, entre 16,40°C e 27,60°C.

Durante o período de inverno, foram obtidos 449 isolados, sendo 93 do ambiente interior e 356 do ambiente exterior do hospital ($I/E=0,2$) (Figura 1). Somente 3 isolados ($I/E=1,5$) do interior do hospital cresceram a 37°C, apresentando potencial patogênico (*Aspergillus clavatus*, *Aspergillus fumigatus*, *Penicillium* sp.), assim como 2 isolados de seu exterior (*Paecilomyces* sp. e *Penicillium* sp.).

O total de crescimento de fungos anemófilos, em todos os ambientes avaliados (externo, centro cirúrgico, UTI neonatal, UTI geral), foi bem maior no inverno, com o mês de agosto totalizando 235 crescimentos. Já nos meses de junho e julho esses números foram de 99 e 74 crescimentos, respectivamente, e, em setembro, 64. Na UTI neonatal, durante o período de inverno, houve aumento no número de fungos anemófilos, comparado ao verão ($p<0,05$).

Durante o período de verão, foram obtidos 258 isolados, sendo 116 do ambiente interior e 142 do ambiente exterior ao hospital ($I/E=0,8$). No entanto, 11 isolados ($I/E=0,64$) do interior do hospital cresceram a 37°C, apresentando potencial patogênico (*Aspergillus* sp., *A. fumigatus*, *Fusarium* sp.), assim como 17 isolados do exterior do hospital (*Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., *A. versicolor*, *A. niger*, *A. fumigatus*).

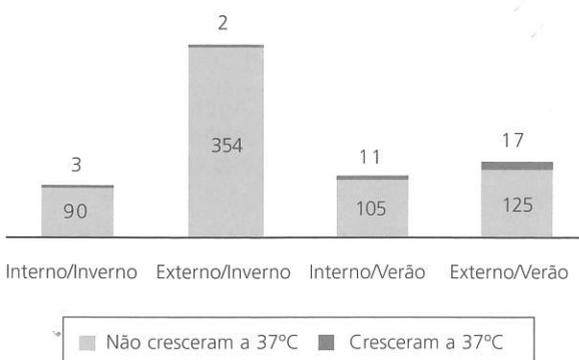


Figura 1. Potencial patogênico de fungos anemófilos no interior e no exterior de um hospital universitário, no inverno e no verão. 2008 - 2009.

O total de crescimento de fungos anemófilos, em todos os ambientes avaliados (externo, centro cirúrgico, UTI Neonatal, UTI geral) no período do verão, foi bem maior nos meses de março e dezembro, totalizando respectivamente 72 e 69 ocorrências. Já os meses de janeiro e fevereiro equipararam-se, com 53 crescimentos de fungos anemófilos cada um. Porém, não houve diferença no crescimento de fungos anemófilos na UTI neonatal, na UTI geral e no centro cirúrgico durante o período de verão ($p<0,05$).

DISCUSSÃO

Neste estudo, *Aspergillus* sp. foi a espécie mais presente, seguida por *Fusarium* sp., com crescimento a 37°C e maior prevalência no verão. Esse padrão de prevalência fúngica no ar de ambientes internos é comumente relatado na literatura (Shelton et al., 2002; Kim & Kim, 2007). Assim como no estudo de Teixeira et al. (2005), foi estatisticamente significativa a presença de fungos hialinos durante a primavera e verão.

Por outro lado, cepas de *Aspergillus* sp. isoladas do ambiente apresentaram poder patogênico. Leenders et al. (1999) classificaram como patogênicas as cepas que crescem a 37°C ou mais, enquanto Teixeira et al. (2005) demonstraram que cepas isoladas de pacientes são potencialmente mais patogênicas do que as isoladas do ambiente.

Durante o período de inverno, a concentração de micro-organismos anemófilos nas áreas internas e externas foi $I/E=0,2$. Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil, 2000), quando $I/E\leq 1,5$, o ar externo captado apresenta nível de contaminação maior que o ar interno, ou seja, o ar que chega ao interior está sendo "limpo" ao passar pelo sistema de climatização.

Neste estudo, a ocorrência de *Penicillium* sp. durante o período de inverno deu-se tanto no ambiente interno como no externo, assim como observado com frequência em ambientes internos de edifícios de uso público na Coreia (Kim & Kim, 2007).

A relação dos micro-organismos que cresceram a 37°C durante o período de inverno foi I/E=1,5, o que indica que a contaminação microbiológica do ar externo é superior à do ar interno (Brasil, 2000). Porém, muito embora a quantidade de isolados obtidos no interior do hospital tenha sido inferior à microbiota fúngica externa, a presença de fungos com poder patogênico foi maior aí do que no exterior.

Já durante o período do verão, esta pesquisa constatou que a concentração de micro-organismos anemófilos foi de I/E=0,8, enquanto as cepas crescidas a 37°C obtiveram I/E=0,64. Ressalte-se que, no estudo de Mobin & Salmito (2006), *Aspergillus niger* foi a espécie mais encontrada em condicionadores de ar de Unidade de Terapia Intensiva, podendo ser estes a fonte de contaminação do ambiente.

Portanto, tanto no inverno como no verão o ambiente interno apresentou menor concentração de micro-organismos do que o externo, ressaltando-se, porém, ser inaceitável a presença de fungos patogênicos. A concentração de fungos anemófilos no período do verão, ainda que dentro do limite permissível, apresentou valores superiores aos observados em outros estabelecimentos (Quadros et al., 2009), o que pode ser explicado pelo aumento da umidade atmosférica (Schenck et al., 2010) em razão das chuvas do período. O maior crescimento de fungos anemófilos no verão foi observado no mês de dezembro; no inverno, em agosto. Já nos estudos de Soares et al. (1997), fungos anemófilos foram isolados no verão em maior quantidade principalmente nos meses de janeiro e fevereiro e, durante o período de inverno, em julho.

Assim, não obstante a presença de fungos patogênicos, o menor número de micro-organismos anemófilos no centro cirúrgico e na UTI do que na área externa do hospital, constatado neste estudo, permite concluir que o uso de condicionadores de ar com filtragem, nos ambientes estudados, apresentou um potencial controle da micota, tanto por eliminar a umidade, quanto por reter contaminantes orgânicos e evitar a entrada contínua de ar externo (Portnoy et al., 2005).

CONCLUSÃO

Houve maior crescimento de fungos anemófilos durante o período de inverno do que no verão.

As cepas potencialmente patogênicas estavam igualmente presentes no ar externo e interno no período do inverno, e em maior quantidade no ar externo no período do verão. Ou seja, o ar que chegava ao ambiente onde estavam os pacientes fora "limpo" ao passar pelo sistema de climatização. Houve menor quantidade de unidades formadoras de colônias no ambiente interno, demonstrando a eficiência da limpeza do sistema de climatização, para a redução da contaminação ambiental. A quantidade de cepas isoladas do interior do hospital foi menor que a microbiota fúngica externa, tanto no inverno quanto no verão.

Mesmo que a concentração de micro-organismos anemófilos da área interna e externa esteja dentro dos padrões exigidos pelo órgão fiscalizador, deve-se atentar ao poder desses microorganismos de crescerem a temperatura superior a 37°C, o que pode causar infecção fúngica, principalmente em pacientes imunocomprometidos.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Incentivo à Pesquisa (Pibic) da Universidade do Vale do Sapucaí (Univás).

REFERÊNCIAS

- Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2000). Resolução n.176, de 24 de outubro de 2000. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 25 outubro.
- Cox-Ganser, J.M.; Rao, C.Y.; Park, J.H.; Schumpert, J.C. & Kreiss, K. (2009). Asthma and respiratory symptoms in hospital workers related to dampness and biological contaminants. *Indoor Air*, 19(4):280-90.
- Debeauvais, J.P.; Sarfati, J.; Chazalet, V. & Latgé, J.P. (1997). Genetic diversity among clinical and environmental isolates of *Aspergillus fumigatus*. *Infection and Immunity*, 65(8):3080-5.

- Eames, I.; Shoaib, D.; Klettner, C.A. & Taban, V. (2009). Movement of airborne contaminants in a hospital isolation room. *Journal of the Royal Society Interface*, 6:757-66.
- Gava, M.A. (2002). *Desempenho nos diferentes meios de cultura utilizados na avaliação de fungos presentes em ambientes de produção de alimentos*. Dissertação mestrado em Ciências: Microbiologia Agrícola - Universidade de São Paulo.
- Kim, K.Y. & Kim, C.N. (2007). Airborne microbiological characteristics in public buildings of Korea. *Building and Environment*, 5(42):8.
- Lacaz, C.S.; Porto, E.; Heins-Vaccari, E.M. & Melo N.T. (1998). *Guia para identificação: fungos, actinomicetos, algas de interesse médico*. São Paulo: Sarvier.
- Leenders, A.C.A.P.; van Belkum, A.; Behrendt, M.; Luijendijk, A. & Verbruch, H.A. (1999). Densit and molecular epidemiology of *Aspergillus* in air and relationship to outbreaks of *aspergillus* infection. *Journal of Clinical Microbiology*, 37(6):1752-7.
- Lobato, R.C.; Vargas, V.S. & Silveira, É.S. (2009). Sazonalidade e prevalência de fungos anemófilos em ambiente hospitalar no sul do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba*, 11(2):21-8.
- Mobin, M. & Salmito, A. (2006). Microbiota fungica dos condicionadores de ar nas unidades de terapia intensiva de Teresina, PI. *Revista da Sociedade de Medicina Tropical*, 39(6):556-9.
- Mudarri, D. & Fisk, W.J. (2007). Public health and economic impact of dampness and mold. *Indoor Air*, 17(3):226-35.
- Nzeako, B.C.; Al-Lawati, H.; Elsafie, A.; Al-Jabri, M. & Al-Balkhair, A. (2011). Correlation Between Sedimentation Plate and Surface Swab in the Isolation of Fungi from the Hospital Wards. *International Journal of Microbiological Research*, 2(2):129-34.
- Panackal, A.; Lmhof, A.; Hanley, E. & Marr, K. (2006). *Aspergillus ustus* infections among transplant recipients. *Emerging Infectious Diseases*, 12:403-8.
- Portnoy, J.M.; Kwak, K.; Dowling, P.; Van-Osdol, T. & Barnes, C. (2005). Health effects of indoor fungi. *Annals Allergy Asthma Immunology*, 94:313-20.
- Quadros, M.E.; Lisboa, H.M.; Oliveira, V.L. & Schirmer, W.N. (2009). Qualidade do ar em ambientes internos hospitalares: estudo de caso e análise crítica dos padrões atuais. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, 14(3):431-8.
- Qudiesat, K.; Abu-Elteen, K.; Elkarmi, A.; Hamad, M. & Abussaud, M. (2009). Assessment of airborne pathogens in healthcare settings. *African Journal of Microbiology Research*, 3(2):66-76.
- Schenck, P.; Ahmed, A.K.; Bracker, A., & DeBernardo, R. (2010). *Climate change, indoor air quality and health*. Mansfield: University of Connecticut Health Center.
- Shelton, B.G.; Kimberly, H.; Kirkland, W.; Flanders, D. & Morris, G.K. (2002). Profiles of airborne fungi in buildings and outdoor environments in the United States. *Applied Environmental Microbiology*, 68:1743-53.
- Soares, M.M.S.R.; Ribeiro, M.C.; Amaral, M.E.C.; Teixeira, A.B.A.; Antonelli, L.R.V. & Castro, L.C.M. (1997). Micota do ar na cidade de Campinas. *Bioikos*, 11(1/2):33-9.
- Steel, G.D. & Torrie, J.H. (1980). *Principles and procedures of statistics: a biometrical approach*. 2nd ed. New York: McGraw-Hill.
- Storey, E.; Dangman, K.D.; Schenck, P.; DeBernardo, R.L.; Yang, C.S.; Bracker, A., et al. *Guidance for clinicians on the recognition and management of health effects related to mold exposure and moisture indoors*. Mansfield: University of Connecticut Health Center, 2004. Available from: <<http://www.oehc.uconn.edu/CIEH.asp>>. cited: 20 Feb. 2011.
- Teixeira, A.B.A.; Silva, M.; Lyra, L.; Luz, E.A.; Uno, J. & Miyaji, M. (2005). Antifungal susceptibility and pathogenic potential of environmental isolated filamentous fungi compared with colonizing agents in immunocompromised recipients. *Mycopathologia*, 160:129-35.
- Wang, Y.T.; Chiu, J.C.; Hsu, Y.C.; Wu, T.N.; Shen, Y.H. & Wen, S.B. (2011). Investigation on indoor air quality of public sites in Tainan area. *Advanced Materials Research*, 255:1413-7.
- Zaitz, C.; Campbel, I.; Marques, S.A.; Ruiz L.R. & Sousa, V.M. (1998). *Compêndio de micologia médica*. Rio de Janeiro: Medisi.

Recebido em: 23/5/2011

Versão final reapresentada em: 26/10/2011

Aprovado em: 27/10/2011



ARTIGO | ARTICLE

Distribuição espacial da ictiofauna demersal no Saco dos Limões (Baía Sul, Florianópolis, SC)

*Spatial distribution of demersal fish in the district of Saco dos Limões (Baía Sul,
Florianópolis, state of Santa Catarina, Brazil)*

Beatriz Fernanda Chinchilla Cartagena¹

Maurício Hostim-Silva²

Henry Louis Spach³

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo principal avaliar a distribuição espacial dos peixes demersais do Saco dos Limões, enseada localizada na Baía Sul, Florianópolis, estado de Santa Catarina, Brasil. Para tanto, foram realizados arrastos bimestrais com redes de porta em seis pontos amostrais, entre fevereiro de 2001 e dezembro de 2002; simultaneamente aos arrastos foram coletados dados ambientais (temperatura, salinidade superficial e de fundo da água, profundidade) em cada ponto amostral. Diferenças significativas no número de espécies e no número de peixes entre os pontos de coleta foram detectadas por meio da análise de variância fatorial. No entanto, não foram detectadas diferenças significativas nem na diversidade nem na equitabilidade. As análises de ordenação e de similaridade apontaram pequenas dissimilaridades espaciais na distribuição das espécies. As espécies mais capturadas em número foram também as que mais contribuíram para as diferenças encontradas entre os pontos de coleta.

Palavras-chave: Assembleia de peixes. Estrutura. Estuário.

¹ Prefeitura Municipal de Indaial, Departamento de Meio Ambiente. R. Leoberto Leal, 191, fundos, Tapajós, 89130-000, Indaial, SC, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: B.F.C. CARTAGENA. E-mail: <bfccartagena@gmail.com>.

² Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Ciências da Saúde, Biológicas e Agrárias. São Mateus, ES, Brasil.

³ Universidade Federal do Paraná, Centro de Estudos do Mar. Pontal do Sul, PR, Brasil.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the spatial distribution of demersal fish fauna in the district of Saco dos Limões, a cove located in the Baía Sul, Florianópolis, in the Brazilian state of Santa Catarina. In order to evaluate the spatial distribution of demersal fish in the Baía Sul, bimonthly bottom trawling surveys were carried out in six sample areas between February 2001 and December 2002; at the same time, environmental data (temperature, salinity at the surface and at the seabed, and depth) were collected in each sample area. Significant differences in the number of species and the number of fish per sample area were detected by means of the factorial analysis of variance. However, no significant difference was found in terms of diversity or equitability. The nMDS and similarity analysis pointed to small dissimilarities in the spatial distribution of species. The more abundant species contributed to most of the dissimilarities found between sampling points.

Key words: Fish assemblages. Structure. Estuary.

INTRODUÇÃO

De acordo com Martino & Able (2003), os peixes constituem a componente dominante da macrofauna estuarina, e têm sua distribuição influenciada por muitos mecanismos. A esse respeito, Ricklefs (2003) relata que as espécies distribuem-se em manchas de *habitats* adequados, com o número de indivíduos variando em função tanto do suprimento de alimentos quanto da predação.

Estudos recentes têm sido realizados sobre distribuição e composição da ictiofauna (Menezes et al., 2006; Wilhelmsson et al., 2006; Fraser et al., 2008; Paiva et al., 2008), em diferentes ambientes e com diversas metodologias. Os fatores considerados responsáveis pela distribuição das populações são principalmente abióticos, como temperatura, salinidade, profundidade da água, além do substrato, ventos e circulação de correntes. Dentre os fatores bióticos, citam-se a capacidade adaptativa das espécies e as relações presa/predador.

No caso dos estuários, que são reconhecidos como áreas amplamente utilizadas para reprodução, berçário e desenvolvimento de muitas espécies (Berlinski et al., 2006) e nos quais os peixes são considerados a componente dominante da macrofauna, a distribuição é influenciada por muitos mecanismos (Martino & Able, 2003). Para Pickler (2005), a distribuição espacial obedece princi-

palmente a fatores ambientais, os quais têm variação sazonal. A autora afirma que, em estuários, descontinuidades ambientais podem definir padrões de distribuição diferenciados para as comunidades ícticas, como reflexo das interações entre as exigências ecológicas dos diferentes estágios de desenvolvimento e o ambiente.

Estudos como os de Babler (2000) reportam a salinidade como fator limitante à presença de espécies que podem ocupar os estuários, e a temperatura da água como elemento que restringe a abundância individual dessas espécies, além de outros fatores abióticos, como substrato, profundidade e turbidez, também importantes para a distribuição de peixes jovens nessas áreas. De forma semelhante, Nordlie (2003) relata que os ciclos sazonais de abundância dos peixes em ambientes estuarinos estão relacionados com a salinidade, fator que pode indiretamente influenciar a distribuição de espécies estuarinas, ao restringir a distribuição espacial de suas presas (Drake et al., 2007). Andrade-Turbino et al. (2008) consideram ainda o tipo de fundo para os peixes demersais, visto que cada *habitat* possui uma comunidade íctica característica.

No presente estudo, procurou-se avaliar a influência de fatores abióticos sobre a distribuição e composição da assembleia de peixes na área amostral, bem como as semelhanças e diferenças

na distribuição e composição dos peixes na área amostrada.

MATERIAL E MÉTODOS

Segundo Mollerer (2006), a intensidade dos ventos e a variação da maré são os principais agentes responsáveis pela renovação das águas da Baía Sul, que ocorre através dos dois canais existentes nas extremidades norte e sul. A baía apresenta uma variedade de *habitats* - a Ilha das Vinhas ao norte, o Manguezal do rio Tavares ao sul, o Morro do Tavares a leste e o canal da Baía Sul a oeste (Conceição, 2004) -, constituindo áreas abrigadas e propícias para o desenvolvimento de juvenis de várias espécies de peixes de importância comercial (Aguilar, 2003).

O Saco dos Limões, local do presente estudo, é uma enseada localizada no lado interno da Ilha de Santa Catarina, na margem leste da Baía Sul, apresentando-se bastante rasa, com profundidades inferiores a 1 metro na sua porção sul, e um pouco mais profunda na porção norte. Afastando-se da enseada em direção ao centro da baía, a oeste, ocorre um talude com profundidade superior a 3 metros. Ao norte, na região do estreito entre as baías Norte e Sul, a profundidade é superior a 10 metros. Apresenta sedimentos de fundo bastante distintos, com predomínio da fração fina na região mais interior da enseada, enquanto a fração arenosa é encontrada nos baixios próximos ao Manguezal do Rio Tavares (Schettini *et al.*, 2002).

Os peixes foram coletados de dia e de noite, a cada dois meses, entre fevereiro de 2001 e

dezembro de 2002, em seis pontos amostrais (P1 a P6) (Figura 1). O ponto P1 (-27°36'48"S -48°33'48"E), ao norte da Baía, é o mais externo, sofre maior interferência marinha (maior salinidade) e possui maior profundidade média. O ponto P2 (-27°37'18"S -48°32'44"E) está entre a parte interna do Saco dos Limões e a porção externa da Baía Sul, apresentando maior exposição às intempéries e salinidade média maior, devido à influência das águas marinhas circulantes na Baía. P3 (-27°37'00"S -48°32'07"E) é o que possui águas mais protegidas dos ventos e apresenta influência do aporte continental de córregos e galerias que deságuam na costa. Os pontos P4 (-27°37'30"S -48°32'04"E) e P5 (-27°38'05"S -48°32'06"E) estão respectivamente nas áreas internas sul e central do Saco dos Limões; em P4 a influência do Rio Tavares é mais discreta comparada a P5, tendo por isso salinidade pouco maior, ainda que também tenha influências de pequenos córregos e galerias. Esses pontos diferenciam-se pela presença de manguezais encontrados nas margens e entorno do Rio Tavares, o que implica maior turbidez e concentração de nutrientes em P5. Finalmente, P6 (-27°38'13"S -48°32'40"E) localiza-se na área externa, ao norte do Saco dos Limões. Apresenta maior salinidade, pela circulação das águas na Baía, e também maior profundidade, visto que foi dragada para a construção da Via Expressa SC/Sul (Conceição, 2004).

Utilizando-se um barco tipo baleeira, equipado com tangones, em cada ponto de coleta foram realizados, a cada mês, dois arrastos simultâneos de 10min, com redes de portas usadas na pesca do camarão sete-barbas, com comprimento de 4,5m,

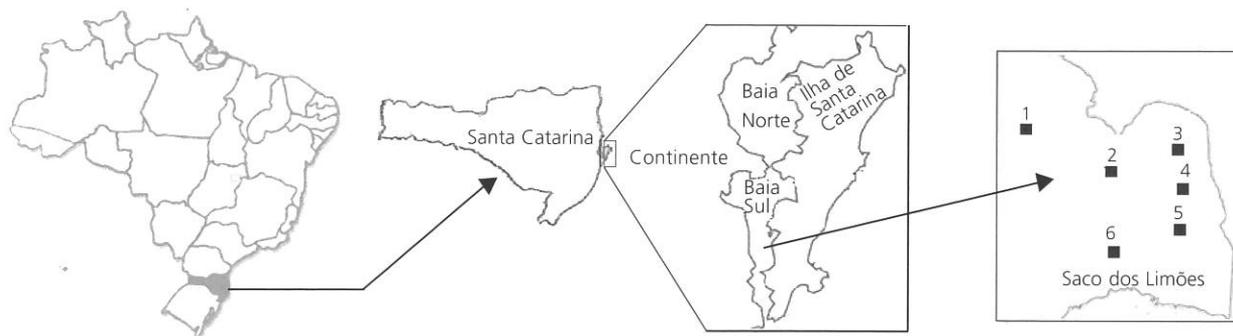


Figura 1. Pontos amostrais no Saco dos Limões – Baía Sul (Florianópolis/SC); coletas realizadas entre fevereiro de 2001 e dezembro de 2002.

tralha superior de 7,5m e inferior de 9m, e malhas de 12mm a 14mm entre nós opostos. A bordo, os peixes foram acondicionados em sacos plásticos etiquetados. No laboratório, após a identificação, obtiveram-se de cada exemplar os dados de Comprimento Total (CT) e Peso (P). Um exemplar de cada taxa permaneceu na coleção do Laboratório de Ictiologia da Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI). Simultaneamente às coletas, em cada ponto, a cada mês foram coletados dados de profundidade, temperatura e salinidade da água (superfície e fundo).

As variações espaciais nos parâmetros ambientais foram estudadas através da análise de variância fatorial, aplicada aos dados transformados pelo $\log_{10}(X+1)$ de temperatura, salinidade e profundidade, com as diferenças estatísticas ($p < 0,05$) testadas pelo teste *a posteriori* de Tukey HSD (Sokal & Rolf, 1995). Além disso, aplicou-se aos dados salinidade e profundidade a análise de Cluster (modo normal), através da distância euclidiana e com o fusonamento dos grupos pela média simples dos seus valores de similaridade (UPGMA) (Johnson & Wichern, 1992) e pela análise de similaridade ANOSIM (Clarke & Warwick, 1994).

Possíveis diferenças espaciais no número de espécies, número de exemplares, diversidade de Shannon-Wiener e equitabilidade de Pielou, foram examinadas através da ANOVA fatorial, com somente os dados do número de espécies e exemplares transformados pelo $\log_{10}(X+1)$, todos testados quanto à homogeneidade de variância (teste de Bartlett) e quanto à normalidade da distribuição (prova de Kolmogorov-Smirnov). Quando observadas diferenças estatísticas ($p < 0,05$), aplicou-se o teste *a posteriori* de Tukey HSD (Sokal & Rolf, 1995).

A comparação espacial entre os pontos de coleta quanto à composição das espécies foi realizada pela técnica de ordenação não métrica (nMDS) sobre dados transformados pelo $\log_{10}(X+1)$ de todas as espécies capturadas, e pelo coeficiente de similaridade de Bray-Curtis (Johnson & Wichern, 1992). Para avaliação da significância das diferenças foi utilizada a Análise de Similaridade (ANOSIM),

enquanto para identificar as espécies que apresentaram maior dissimilaridade entre os pontos de coleta utilizou-se a análise de Similaridade de Percentagens (SIMPER) (Clarke & Warwick, 1994).

RESULTADOS

Parâmetros ambientais

Nenhuma variação estatística foi observada na temperatura da água entre os pontos de coleta ($F=0,677$; $p > 0,05$), nem tampouco na interação entre anos e pontos de coleta ($F=0,035$; $p > 0,05$) (Figura 2A). Em média, a salinidade diferenciou significativamente entre os pontos amostrais em ambos os anos ($F=2,652$; $p < 0,05$), com valores médios menores em P5 em relação a P1 e P2, e similares entre os demais pontos (Figura 2B). A profundidade das áreas de coleta foi significativamente maior em P1 e P6 nos dois anos de coleta ($F=65,21$; $p < 0,01$), não existindo diferença estatística em relação à profundidade média dos demais pontos (Figura 2C).

A análise de agrupamento cluster, com base nos dados de salinidade e profundidade por ponto de coleta, identificou dois grupos de pontos, diferentes significativamente na análise de similaridade (ANOSIM, $R=0,894$; $p < 0,01$). O grupo I, formado por P2, P3, P4 e P5, apresentou, no conjunto, profundidade e salinidade menores que as observadas em P1 e P6.

Fauna de peixes

Foram coletados 26 667 peixes, de 67 espécies, pertencentes a 28 famílias. As famílias com maior número de exemplares capturados foram Ariidae e Gerreidae, seguidas por Engraulidae, Paralichthyidae e Carangidae (Anexo). Predominaram na área as espécies *Genidens genidens*, *Eucinostomus gula*, *Eucinostomus argenteus*, *Citharichthys spilopterus*, *Diapterus rhombeus*, *Micropogonias furnieri*, *Chloroscombrus chrysurus*, *Archosargus rhomboidalis*, *Genidens barbatus*, *Sphoeroides testudineus* e *Prionotus punctatus*, que,

juntas, corresponderam a 90,62% do total capturado.

Com exceção dos pontos P3 e P6, nos demais o número de exemplares capturados foi maior em 2001, sendo a maior diferença encontrada no ponto P5 (3.637 em 2001 vs 2.649 em 2002), e a maior

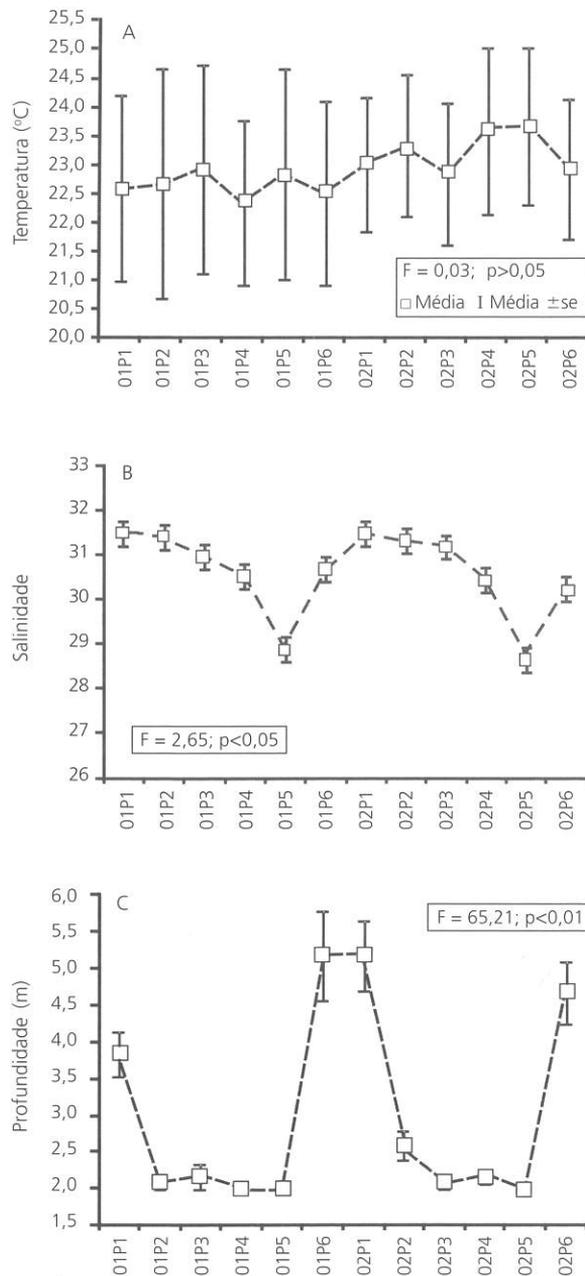


Figura 2. ^ATemperatura da água, por ano e ponto amostral, no Saco dos Limões-Baía Sul (Florianópolis/SC), ^BSalinidade; ^C Profundidade, entre fevereiro de 2001 e dezembro de 2002. (01=2001; 02=2002).

semelhança no ponto P3 (688 em 2001 e 693 em 2002). Em 2001, poucas e em número reduzido foram as espécies coletadas em um único ponto: P1, *Scorpaena isthmensis* (3 exemplares); P3; *Epinephelus marginatus* (1) e *Menticirrhus littoralis* (1); P4, *Sphoeroides pachygaster* (1) e *Trachinotus carolinus* (1); e P6, *Stellifer rastrifer* (1). Em 2002, 15 foram as espécies capturadas num único ponto, sendo: 6 no ponto P6 (*Centropomus parallelus*, n=6; *Porichthys porosissimus*, n=2; *Stellifer* sp., n=2; *Stellifer brasiliensis*, n=1; *S. rastrifer*, n=1; e *Scorpaena plumieri*, n=1); 3 nos pontos P4 (*Micropogonias bonaci*, n=2; *T. carolinus*, n=1; e *Lutjanus synagris*, n=1) e P5 (*Oligoplites saliens*, n=7; *Bairdiella ronchus*, n=4; e *Elops saurus*, n=1); e 1 nos pontos P1 (*Cynoscion microlepidotus*, n=1), P2 (*Paralichthys orbignyanus*, n=1) e P3 (*M. littoralis*, n=2) (Anexo).

Em 2001, *G. genidens* foi a espécie com a maior captura geral e nos pontos P1, P2, P3, P5 e P6, seguida por *E. gula* (maior captura em P4) e pelas espécies *C. spilopterus*, *M. furnieri*, *E. argenteus*, *C. chrysurus*, *D. rhombeus*, *A. rhomboidalis*, *O. saliens*, *G. barbatus*, *P. punctatus*, *S. testudineus* e *Selene vomer*, sem distinção entre os pontos. Essas espécies representaram mais de 1% da captura total, embora nem sempre em todos os pontos. Por outro lado, as espécies *D. radiale* (P1, P2 e P3); *Etropus crossotus*, *Sphoeroides spengleri* e *Catathyridium garmani* (P1); *Trichiurus lepturus* (P3), *Orthopristis ruber*, *Mugil curema* e *Chaetodipterus faber* (P5) e *O. ruber* (P6), embora não figurem entre aquelas com captura total $\geq 1\%$ no ano, foram predominantes nos pontos citados (entre parênteses), com frequência relativa $\geq 1\%$ da captura total nesses pontos (Anexo).

Em 2002, as espécies dominantes foram praticamente as mesmas, excluindo apenas *O. saliens* e *S. vomer*, e acrescentando-se *A. rhomboidalis* e *Synodus foetens*. Mais uma vez, *G. genidens* foi a espécie com maior captura total, em todos os pontos, com exceção de P4, onde predominou *E. gula*. As demais espécies com maior captura nos pontos, em ordem decrescente foram: *E. gula*; *E. argenteus*; *D. rhombeus*; *C. spilopterus*; *C. chrysurus*; *G. barbatus*; *S. testudineus*; *M. furnieri*; *A. rhomboidalis*; *P. punctatus* e *S. foetens*. Assim como em 2001,

algumas espécies não dominantes tiveram captura $\geq 1\%$ em algum dos pontos: *E. crossotus* (P2, P3 e P5), *Diplectrum radiale* (P1 e P2), *Symphurus tessellatus* (P3 e P6), *C. faber* e *Lagocephalus laevigatus* (P1) e *Isopisthus parvipinnis*, *Sphoeroides greeleyi* e *Selene setapinnis* (P6) (Anexo).

A análise de variância fatorial indicou diferenças significativas entre os pontos no número de espécies capturadas com maiores médias em P4, P5 e P6 em relação a P1 (Figura 3A). Entre pontos, os valores médios do número de exemplares capturados também diferiram estatisticamente, com valores médios maiores em P4 e P5 em relação a P1, P2 e P3, e em P3, P4, P5 e P6 comparados a P1 (Figura 3B). A diversidade, calculada através do índice de Shannon-Wiener (H') (Figura 3C) e a equitabilidade, estimada através do índice de Pielou

(J) (Figura 3D), não foram significativamente diferentes entre os pontos amostrais.

Com relação aos pontos, a análise de ordenamento multidimensional (MDS) apontou, em ambos os anos, um grupo razoavelmente separado à esquerda do gráfico, formado pelos pontos P4 e P5. As amostras dos demais pontos de coleta apresentaram-se bastante dispersas à direita do gráfico, com exceção das amostras de P6, agrupadas nos dois anos na parte mediana inferior do gráfico (Figura 4).

A análise de similaridade (ANOSIM) aplicada aos pontos amostrais mostrou um R global de 0,299 para 0,1% de significância, indicando portanto pequenas dissimilaridades na distribuição espacial das espécies. Em termos ictiofaunísticos, P1 e P2 foram diferentes em relação a P4, P5 e P6, sendo menor

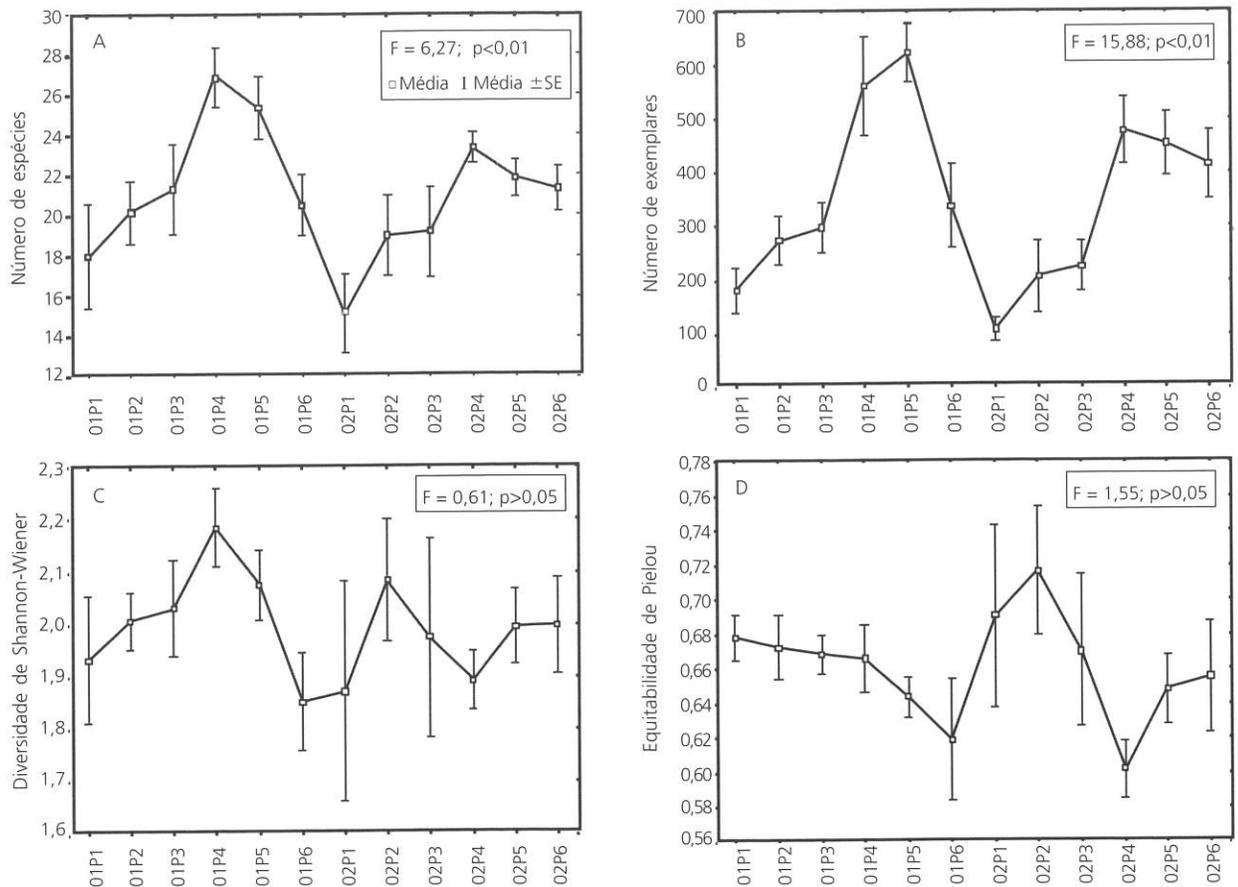


Figura 3. Média e erro-padrão (SE), por ano e ponto de coleta: ^A do número de espécies; ^B número de exemplares; ^C diversidade de Shannon-Wiener (H'); ^D da equitabilidade de Pielou (J) no Saco dos Limões-Baía Sul (Florianópolis/SC), entre fevereiro de 2001 e dezembro de 2002 (01=2001; 02=2002).

essa diferença em relação ao último ponto (Figura 4). A fauna de peixes também diferenciou P4 e P5 de P3, assim como a estes de P6. A análise especulativa SIMPER apontou que a maior contribuição percentual para tais dissimilaridades deveu-se em parte a uma maior abundância média das espécies *E. argenteus*, *E. gula*, *D. rhombeus*, *G. barbuis*, *A. rhomboidalis*, *C. faber*, *S. testudineus* em P4 e P5 e de *E. argenteus*, *D. rhombeus*, *G. barbuis*, *P. punctatus* e *M. furnieri* em P6. Também contribuiu para a diferença uma menor ocorrência de *C. chrysurus* nos pontos P4 e P5.

DISCUSSÃO

A fauna de peixes na região do Saco dos Limões foi semelhante àquela encontrada em outros estudos realizados, com predominância de espécies marinho-estuarinas, ainda que entre este e os demais estudos houvesse diversidade nas técnicas de captura e análises, em função do local de amostragem e dos objetivos almejados. De acordo com Elliot *et al.* (2007), a combinação de matrizes espécies/área/abundância é um meio satisfatório para estudos locais, mas dificulta estudos de comunidades mais abrangentes e a comparação entre os diferentes ecossistemas. Para o estudo em regiões estuarinas,

os autores propõem então, a utilização de três guildas (funcional, alimentação e reprodução), as quais permitiriam compreender a estrutura das comunidades de peixes, mesmo sendo diferentes os taxa presentes. Se aplicada a este estudo, essa técnica poderia permitir uma melhor compreensão das diferenças encontradas nos pontos amostrados, principalmente porque elas foram muito mais de caráter quantitativo de espécies e indivíduos do que de composição espacial, verificada por meio da técnica de similaridade de Bray-Curtis, a mesma utilizada por Reum & Essington (2008) para verificar diferenças entre presas consumidas por estação.

Para ilustrar graficamente a distribuição espacial das espécies, foi aplicado o MDS (estresse=0,13) - metodologia amplamente utilizada nas análises de variação espacial e temporal da fauna (Hourston *et al.*, 2004; Platell & Potter, 2006) - através do qual constatou-se a formação de um grupo composto pelos pontos P4 e P5, e os demais dispersos (com exceção de P6). Esses pontos apresentaram 26,68% e 27,6% da captura total, respectivamente, e revelaram as mesmas espécies entre as dominantes (exceto *O. saliens*, dominante apenas em P4), sendo que 8 delas foram comuns também aos demais grupos. Tais resultados condizem com as dissimilaridades encontradas e podem ter ocorrido em função das características físicas e da localização

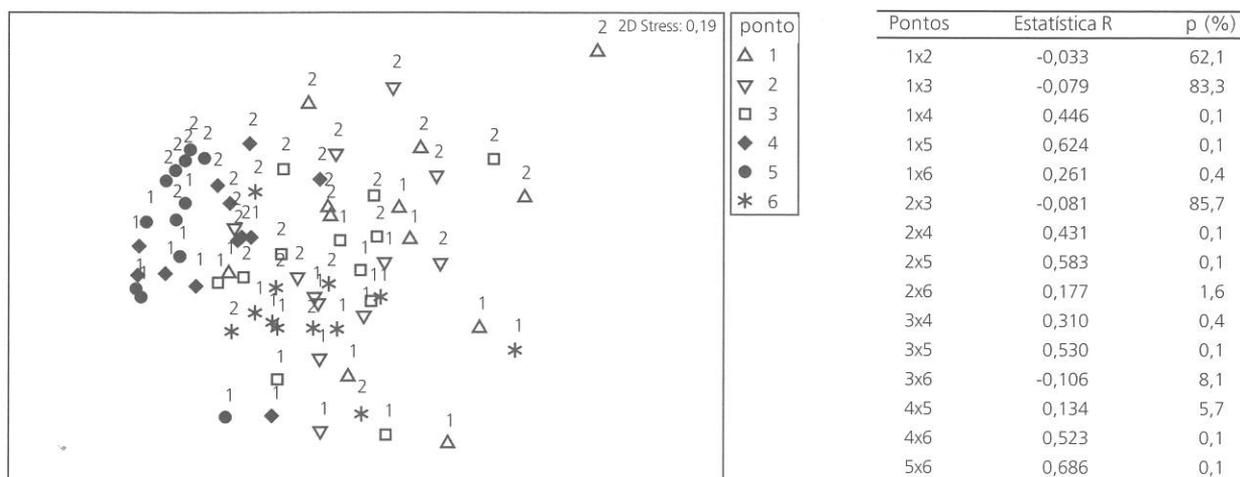


Figura 4. Ordenação pelo método MDS, com base nos dados de captura de todas as espécies (à esquerda) e análise de similaridade (ANOSIM) entre os pontos de coleta (à direita), no Saco dos Limões-Baía Sul (Florianópolis/SC), entre fevereiro de 2001 e dezembro de 2002 (1=2001; 2=2002).

dos pontos no Saco dos Limões. Os pontos P4 e P5, situados na região mais interna, são mais semelhantes entre si quanto à salinidade, muito embora o último sofra grande influência do rio Tavares (Conceição, 2004) e apresente, portanto, menor salinidade. Já P1 e P2 são os grupos com maior semelhança quanto às condições físicas, diferenciando-se daquele conjunto pela maior influência marinha (principalmente em P1). Por sua vez, P6 diferencia-se de P4 e P5, por ter sido local de dragagem, e apresenta maior profundidade, o que pode ser um dos motivos por que a espécie *A. rhomboidalis* não foi dominante nesse ponto, já que é grandemente adaptada a águas mais rasas (Houd & Potthoff, 1976). Além dos possíveis fatores responsáveis pelas diferenças de composição e distribuição dos peixes na Baía Sul, elencados acima, cabe ressaltar que todos os estudos aqui mencionados foram realizados em baías e/ou estuários voltados para o mar aberto, e que a Baía Sul é voltada para o continente.

As diferenças significativas encontradas na salinidade dos seis pontos amostrais podem ser atribuídas às diferentes descargas de água doce em cada ponto, o que é evidenciado pela menor média de salinidade medida em P5, ponto mais próximo aos rios dos Defuntos e Tavares. A profundidade também apresentou diferenças significativas, com P1 e P6 se diferenciando dos demais, o que pode ser explicado pelo fato de esse ponto localizar-se na parte mais externa do Saco dos Limões, enquanto aquele sofrera dragagem quando da construção da Via Expressa SC Sul (Conceição, 2004). A análise conjunta da salinidade e da profundidade reforçou os dados obtidos quando esses parâmetros foram analisados em separado, mediante a formação de dois grupos: de um lado, os pontos P2, P3 e P5, com características de salinidade e profundidade mais próximas entre si; e, de outro, os pontos P1 e P6, também mais semelhantes entre si. Observa-se a ausência de P4 nestes grupos, talvez por ser o que apresentou salinidade e profundidade intermediárias entre aquelas dos dois grupos acima citados.

Tem-se, portanto, que as diferenças encontradas nos fatores abióticos podem ser uma das variáveis responsáveis pela distribuição dos peixes

nos pontos amostrais. Os resultados obtidos pelo método de SIMPER são úteis para se determinarem quais espécies mais contribuem para as dissimilaridades encontradas entre os pontos amostrais. Através desta análise, foi verificado que P1 e P2 se diferenciaram de P4 e P6, assim como P4 e P5 diferenciaram-se de P3 e P6. Dado que são basicamente as mesmas as espécies dominantes em número total, acredita-se que a dissimilaridade observada nos pontos P4 e P5 se deva à ocorrência de *S. testudineus*, uma espécie estuarina abundante nesses pontos, exatamente aqueles com maior influência fluvial. De outro lado, a associação positiva da espécie *M. furnieri* com a salinidade relatada por Schwarz (2005) explicaria a ocorrência de relação profundidade/abundância em P6, visto que a espécie foi uma das que contribuíram para a dissimilaridade entre esse ponto e P4-P5. O maior número de peixes capturados em P4 e P5, comparado a P1, P2 e P3, pode também estar relacionado ao fato de aqueles dois pontos constituírem os pontos amostrais mais internos do Saco dos Limões, próximos a manguezais, o que oferece proteção e abrigo aos peixes. A abundância nesses dois pontos pode ainda estar relacionada ao fato de eles receberem descargas fluviais, elevando a concentração de nutrientes.

Apesar de não terem sido efetuados estudos sobre a ecologia das espécies capturadas e da dificuldade em se encontrarem tais dados na literatura, pode-se inferir que a maior captura de *E. gula* em P4 e P5, quando comparada a P1, P2 e P3, é compatível com a observação de Ramirez-Villaroel (1994) de que a espécie tem preferência por *habitats* mais internos. O mesmo vale para *R. randalli*, espécie com preferência por ambientes hiposalinos e áreas costeiras protegidas (Guimarães, 1999), a qual também teve maior captura, em número, em P4 e P5.

Apesar das diferenças aqui discutidas, a fauna de peixes do Saco dos Limões foi dominada por poucas espécies (12 das 67 corresponderam a 90,62% do número de peixes capturados), e um número reduzido de espécies foi coletada num único ponto, sendo essas principalmente espécies com captura inferior a 1% do total. Isso significa que a

ocorrência espacial das espécies não seguiu um padrão fixo.

Embora as coletas tenham sido feitas com rede de arrasto de fundo usada na pesca de camarão sete-barbas - a qual é eficiente para o estudo de peixes demersais e bentônicos, pois fornece dados quantitativos confiáveis (Hemingway & Elliot, 2002)-, não ocorreu a maior captura de espécies demersais esperada. No entanto, foram amplamente capturadas espécies pelágicas pertencentes às famílias Engraulidae e Carangidae, a exemplo do que ocorreu com Schwartz (2005), possivelmente em razão da baixa profundidade da área de estudo, ou pelo fato de essas espécies encontrarem-se na coluna d'água no momento da captura, como afirma o autor. Esse fato ilustra a dificuldade de se determinar a abundância relativa e a distribuição das espécies de peixes em *habitats* complexos (aqueles que apresentam heterogeneidades, variação no padrão do comportamento e abundância de peixes) elencadas por Harvey *et al.* (2007).

CONCLUSÃO

A partir dos dados coletados e das análises posteriores, ficou evidenciado que a ictiofauna presente na área do Saco dos Limões não apresentou diferenças significativas de composição nos diferentes pontos amostrados, mas apenas diferença numérica, tanto de espécies quanto de peixes. O número de espécies e de peixes capturados em cada ponto apresentou diversas variações, não possibilitando um padrão evidente de distribuição, nem a identificação dos fatores que propiciaram essa diferenciação, embora as diferenças na salinidade e profundidade entre os pontos estudados possam ter interferido em tal distribuição. Assim, estudos com uma maior série temporal, abordagem de outros parâmetros abióticos e melhor conhecimento da biologia das espécies permitiriam maior suporte para o entendimento dos padrões de distribuição e composição da ictiofauna na área estudada.

Uma observação que deve ressaltada é a diferenciação entre os pontos P4 e P5 em relação

aos demais, evidenciada por diversas análises. Isso porque esses pontos foram os que receberam aterro para a construção da Via Expressa Sul, e provavelmente tiveram suas características alteradas. Ainda que não existam dados anteriores à obra na área, estudos complementares são interessantes para se esclarecer essa questão.

AGRADECIMENTOS

Ao Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade do Vale do Itajaí pela disponibilização dos dados que permitiram o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- Aguiar, J.B.S. (2003). *Influência da cadeia trófica marinha na ocorrência e abundância de peixes de importância comercial*. Dissertação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina.
- Andrade-Turbino, M.F.; Ribeiro, A.L.R. & Vianna, M. (2008). Organização espaço-temporal das ictiocenoses demersais nos ecossistemas estuarinos brasileiros: uma síntese. *Oecologia Australis*, 12(4):640-61.
- Babler, S.J.M. (2000). *Tropical estuarine fishes*. Oxford: Blackwell Science.
- Berlinski, N.; Bogatova, Y. & Garkavaya, G. (2006). Estuary of Danube. *The Handbook of Environmental Chemistry*, 5:233-64.
- Clarke, K.R. & Warwick, R.W. (1994). *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory.
- Conceição, J.M.S. (2004). *Estrutura populacional e distribuição espaço-temporal da manjuba-boca-torta (Centegraulis edentulus Cuvier, 1828) no Saco dos Limões, Baía Sul, Florianópolis/SC*. Dissertação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade do Vale do Itajaí.
- Drake, P.; Borlán, A.; Gonzáles-Oregón, E.; Baldó, F.; Vilas, C. & Fernández-Delgado, C. (2007). Spatio-temporal distribution of early life stages of the European anchovy *Engraulis encrasicolus* L. within a European temperate estuary with regulated freshwater inflow: effects of environmental variables. *Journal of Fish Biology*, 70(6):1689-709.
- Elliott, M.; Whitfield, A.K.; Potter, I.C.; Blaber, S.J.M.; Cyrus, D.P. & Nordlie, F.G. (2007). The guild approach to categorizing estuarine fish assemblages: a global review. *Fish and Fisheries*, 8(3):241-68.

- Fraser, H.M.; Greenstreet, S.P.R.; Fryer, R.J. & Piet, G.J. (2008). Mapping spatial variation in demersal fish species diversity and composition in the North Sea: accounting for species- and size-related catchability in survey trawls. *ICES Journal of Marine Science*, 65(4):531-8.
- Guimarães, R.Z.P. (1999). Revision, phylogeny and comments on biogeography of soapfishes of the genus *Rypticus* (Teleostei: Serranidae). *Bulletin of Marine Science*, 65(2):337-9.
- Harvey, E.S.; Cappo, M.; Butler, J.J.; Hall, N. & Kendrick, G. A. (2007). Bait attraction affects the performance of remote underwater video stations in assessment of demersal fish community structure. *Marine Ecology Progress Series*, 350:245-54.
- Hemingway, K.L. & Elliot, M. (2002). Field methods. In: Elliot, M. & Hemingway, K. (Ed.). *Fishes in estuaries*. Oxford: Blackwell Science.
- Houde, E.D. & Potthoff, T. (1976). Egg and larval development of the sea bream *Archosargus rhomboidalis* (Linnaeus): Pisces, Sparidae. *Bulletin of Marine Science*, 26(4):506-29.
- Hourston, M.; Plattel, M.E.; Valesini, F.J. & Potter, I.C. (2004). Factors influencing the diets of four morphologically divergent fish species in nearshore marine waters. *Journal of Marine Biology Association of the United King*, 84(4):805-17.
- Johnson, R.A. & Wichern, D.W. (1992). *Applied multivariate statistical analysis*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall International.
- Martino, E.J. & Able, K.W. (2003). Fish assemblages across the marine to low salinity transition zone of a temperate estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 56(5-6):969-87.
- Menezes, G.M.; Singler, M.F.; Silva, H.M. & Pinho, M.R. (2006). Structure and zonation of demersal fish assemblages off the Azores Archipelago (mid-Atlantic). *Marine Ecology Progress Series*, 324:241-60.
- Moller, G.F.S. (2006). Técnicas de geoprocessamento aplicadas na análise morfo-sedimentar da Baía Sul/SC. *Revista Discente Expressões Geográficas*, 2:175.
- Nordlie, F.G. (2003). Fish communities of estuarine salt marshes of eastern North & America, and comparisons with temperate estuaries of other continents. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 13(3):281-325.
- Paiva, A.C.G.; Chaves, P.T.C. & Araújo, M.E. (2008). Estrutura e organização trófica da ictiofauna de águas rasas em um estuário tropical. *Revista Brasileira de Zoologia*, 25(4):647-61.
- Pichler, H.A. (2005). *A ictiofauna em planícies de maré da Baía dos Pinheiros, Paraná*. Dissertação em Zoologia, Universidade Federal do Paraná.
- Plattel, M.E.; Orr, P. & Potter, I.C. (2006). Inter- and intra-specific partitioning of food resources six large and abundant fish species in a seasonally open estuary. *Journal of Fish Biology*, 69(1):243-62.
- Ramírez-Villarreal, P. (1994). Estructura de las comunidades de peces de la laguna de Raya, Isla de Margarita, Venezuela. *Ciencias Marinas*, 20(1):1-16.
- Reum, J.C.P. & Essington, T.E. (2008). Seasonal Variation in Guild Structure of the Puget Sound Demersal Fish Community. *Estuaries and Coasts*, 31(4):790-801.
- Ricklefs, R.E. (2003). *A economia da natureza*. Rio de Janeiro: Guanabara.
- Schettini, C.A.F.; Santos, M.I.F. & Abreu, J.G.N. (2002). Observação dos sedimentos de fundo de uma plataforma abrigada sob influência de atividade de dragagem: Saco dos Limões, Florianópolis, SC. *Notas Técnicas FACIMAR*, 6:165-75.
- Schwarz Jr., R. (2005). *A ictiofauna demersal da Baía dos Pinheiros, Paraná*. Dissertação em Zoologia, Universidade Federal do Paraná.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. (1995). *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. San Francisco: W. H. Freeman.
- Wilhelmsson, D.; Malm, T. & Ohman, M.C. (2006). The influence of offshore windpower on demersal fish. *ICES Journal of Marine Science*, 63(5):775-84.

ANEXO
 NÚMERO DE INDIVÍDUOS POR FAMÍLIA E ESPÉCIE (EM ORDEM ALFABÉTICA), CAPTURADOS A CADA ANO
 E EM CADA PONTO AMOSTRAL (P1 A P6), NO SACO DOS LIMÕES-BAÍA SUL (FLORIANÓPOLIS/SC), ENTRE FEVEREIRO DE 2001 E
 DEZEMBRO DE 2002. ORDEM SEGUNDO NELSON (2006)

Família / Espécie	2001						2002					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6
ACHIRIDAE	14	9	6	3	3	0	3	4	2	1	7	5
<i>Catathyridium garmani</i>	14	9	6	3	3	0	3	4	2	1	7	5
ARIIDAE	330	427	213	529	1.086	1.100	239	435	246	761	667	1.052
<i>Genidens genidens</i>	302	415	182	462	1.033	100	212	412	204	658	598	940
<i>Genidens barbatus</i>	28	12	31	67	53	100	27	23	42	103	69	112
BATRACHOIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Porichthys porosissimus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
CARANGIDAE	105	146	90	391	361	65	74	80	56	157	43	76
<i>Caranx latus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	86	123	68	83	231	49	67	73	47	133	18	39
<i>Oligoplistes saurus</i>	1	1	1	22	28	2	1	1	0	7	11	1
<i>Oligoplistes saliens</i>	1	1	1	235	75	4	0	0	0	0	7	0
<i>Selene setapinnis</i>	0	4	3	2	0	0	4	2	5	7	0	29
<i>Trachinotus carolinus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Selene</i>	17	17	17	48	27	10	2	4	4	9	6	6
CENTROPOMIDAE	0	2	0	4	1	2	0	0	0	0	0	6
<i>Centropomus parallelus</i>	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6
<i>Centropomus undecimalis</i>	0	0	0	4	1	1	0	0	0	0	0	0
CYNOGLOSSIDAE	8	14	6	3	6	7	5	12	10	1	3	47
<i>Symphurus tessellatus</i>	8	14	6	3	6	7	5	12	10	1	3	47
ELOPIDAE	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	1	0
<i>Aelops saurus</i>	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	1	0
EPHIPPIDAE	1	2	5	24	38	4	19	2	5	14	22	0
<i>Chaetodipterus faber</i>	1	2	5	24	38	4	19	2	5	14	22	0
GERREIDAE	171	189	96	1.516	1.076	239	153	352	163	1480	1458	613
<i>Diapterus rhombeus</i>	42	4	38	244	231	26	13	83	16	229	570	72
<i>Eucinostomus argenteus</i>	63	95	13	455	332	108	43	118	31	552	478	371
GOBIIDAE	0	2	0	1	1	0	1	0	0	12	5	0
<i>Eucinostomus gula</i>	65	90	45	806	500	103	95	143	115	697	392	166
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	1	0	0	11	13	2	2	8	1	2	18	4
GOBIIDAE	0	2	0	1	1	0	1	0	0	12	5	0
<i>Gobionellus oceanicus</i>	0	2	0	1	1	0	1	0	0	12	5	0
HAEMULIDAE	0	4	0	0	0	20	1	2	1	3	17	14
<i>Orthopristis ruber</i>	0	3	0	0	0	20	1	2	1	3	17	14
<i>Pomadasy corvinaeformis</i>	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LUTJANIDAE	0	0	0	8	5	0	0	0	0	1	0	0
<i>Lutjanus synagris</i>	0	0	0	8	5	0	0	0	0	1	0	0
MONACANTHIDAE	4	1	0	0	3	7	0	0	0	2	0	7
<i>Stephanolepis hispidus</i>	4	1	0	0	3	7	0	0	0	2	0	7
MUGILIDAE	3	3	0	24	93	3	2	7	6	28	12	1
<i>Mugil curema</i>	2	1	0	18	87	0	1	4	5	22	9	0
<i>Mugil platanus</i>	1	2	0	6	6	3	1	3	1	6	3	2
OPHICHTHIDAE	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	2	0
<i>Ophichthus gomesii</i>	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	2	0
PARALICHTHYIDAE	223	342	128	240	86	179	60	133	81	105	112	225
<i>Citharichthys spilopterus</i>	212	329	122	239	73	163	55	113	74	99	62	240
<i>Etropus crossotus</i>	11	13	6	1	13	16	5	19	7	6	50	15
<i>Paralichthys orbignyanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
POMATOMIDAE	0	0	1	2	3	0	3	1	1	3	10	1

ANEXO
 NÚMERO DE INDIVÍDUOS POR FAMÍLIA E ESPÉCIE (EM ORDEM ALFABÉTICA), CAPTURADOS A CADA ANO
 E EM CADA PONTO AMOSTRAL (P1 A P6), NO SACO DOS LIMÕES-BAÍA SUL (FLORIANÓPOLIS/SC), ENTRE FEVEREIRO DE 2001 E
 DEZEMBRO DE 2002. ORDEM SEGUNDO NELSON (2006)

Conclusão

Família / Espécie	2001						2002						Conclusão
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	
<i>Pomatomus saltatrix</i>	0	0	1	2	3	0	3	1	1	3	10	1	
SCIAENIDAE	110	326	84	210	209	256	22	26	30	49	21	180	
<i>Bairdiella ronchus</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	4	0	
<i>Ctenosciaena gracilicirrhus</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	7	
<i>Cynoscion leiarchus</i>	0	7	1	4	8	12	4	4	1	7	10	6	
<i>Cynoscion microlepidotus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
<i>Isopisthus parvipinnis</i>	3	16	3	9	11	12	0	2	1	2	1	35	
<i>Menticirrhus americanus</i>	3	6	1	1	7	1	0	1	0	2	0	0	
<i>Menticirrhus littoralis</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	
<i>Micropogonias furnieri</i>	103	297	78	192	177	227	14	19	25	38	6	128	
<i>Paralonchurus brasiliensis</i>	1	0	0	3	5	2	0	0	0	0	0	0	
<i>Stellifer brasiliensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Stellifer rastrifer</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
<i>Stellifer sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
SCORPAENIDAE	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Scorpaena isthmensis</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Scorpaena plumieri</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
SERRANIDAE	21	20	13	42	26	17	7	20	5	24	0	16	
<i>Diplectrum radiale</i>	14	20	10	22	6	16	7	16	4	14	4	12	
<i>Epinephelus marginatus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Mycteroperca bonaci</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	
<i>Mycteroperca microlepis</i>	4	0	1	13	15	0	0	0	0	4	1	0	
<i>Mycteroperca sp.</i>	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Rypticus randalli</i>	2	0	0	2	1	0	0	3	0	1	0	0	
SPARIDAE	15	18	1	91	416	6	9	38	48	12	58	4	
<i>Archosargus rhomboidalis</i>	15	18	1	91	416	6	9	38	48	12	58	4	
SPHYRAENIDAE	1	0	0	2	3	0	0	0	1	4	0	0	
<i>Sphyræna guachancho</i>	1	0	0	2	3	0	0	0	1	4	0	0	
STROMATEIDAE	0	3	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Peprilus paru</i>	0	3	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	
SYNODONTIDAE	2	6	0	5	2	0	10	19	5	42	11	17	
<i>Synodus foetens</i>	2	6	0	5	2	0	10	19	5	42	11	17	
TETRAODONTIDAE	8	10	3	14	20	7	7	6	4	13	10	8	
<i>Lagocephalus laevigatus</i>	8	10	3	14	20	7	7	6	4	13	10	8	
<i>Sphoeroides greeleyi</i>	2	10	0	27	12	5	2	5	0	20	9	33	
<i>Sphoeroides pachygaster</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Sphoeroides spengleri</i>	11	3	0	13	15	9	0	4	2	2	16	12	
<i>Sphoeroides testudineus</i>	23	16	4	87	119	4	22	40	13	29	130	21	
TRICHIURIDAE	10	5	11	15	9	2	0	0	0	1	0	7	
<i>Trichiurus lepturus</i>	10	5	11	15	9	2	0	0	0	1	0	7	
TRIGLIDAE	19	77	26	47	40	64	4	26	14	12	26	70	
<i>Prionotus punctatus</i>	19	77	26	47	40	64	4	26	14	12	26	70	
Total peixes	1089	1636	688	3301	3637	2007	643	1213	693	2777	2649	2448	
Total espécies	39	38	33	47	47	39	31	35	32	42	37	39	
Total famílias	19	21	15	21	24	18	22	18	18	22	19	20	



ARTIGO | ARTICLE

Indução da maturação gonadal do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792), em cativeiro: aplicação de diferentes protocolos de indução da maturação e indutores hormonais

Inducing gonadal maturation in the common snook, Centropomus undecimalis, in captivity: application of different protocols of gonadal maturation induction and hormonal inducers

Eduardo de Medeiros Ferraz¹
Vinicius Ronzani Cerqueira²

RESUMO

Com o objetivo de possibilitar a maturação gonadal do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*, em cativeiro, foram desenvolvidos experimentos nos períodos 2007/2008 e 2008/2009, em Florianópolis, estado de Santa Catarina. No primeiro período, 54 reprodutores foram induzidos à maturação, por meio de implantes de Silastic® MDX4-4210, contendo 4mg.kg^{-1} 17α -metiltestosterona (17α -MT) ou 4mg.kg^{-1} (17α -MT) + $50\mu\text{g.kg}^{-1}$ do análogo do hormônio liberador do hormônio luteinizante ou sem hormônio (controle). No período seguinte, 36 machos receberam tratamento crônico, alternando hormônio foliculo estimulante e gonadotrofina coriônica humana, em cinco doses (uma por semana), enquanto duas fêmeas receberam tratamento crônico com gonadotrofina coriônica humana, em seis doses (uma por semana). Em março de 2008, o número de animais espermiando foi significativamente maior que em fevereiro ($p < 0,05$), mas não se verificou diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos. Os hormônios provocaram aumento do volume de sêmen, sendo maior nos machos tratados com 17α -MT + análogo do hormônio liberador do hormônio luteinizante. Em abril de 2008, a produção de sêmen decresceu em todos os animais, exceto no

¹ Instituto de Pesca, Centro de Aquicultura. Av. Francisco Matarazzo, 455, 05001-900, São Paulo, SP, Brasil. Correspondência para/ Correspondence to: E.M. FERRAZ. E-mail: <emferraz@pesca.sp.gov.br>.

² Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Aquicultura. Florianópolis, SC, Brasil.

grupo controle. Os dados permitem concluir que os implantes de 17α -MT e 17α -MT + análogo do hormônio liberador do hormônio luteinizante antecipam o processo de espermiacção. Em março de 2009, o pequeno número de animais espermiando e o baixo volume de sêmen indicaram pequena eficiência dos tratamentos crônicos; por outro lado, nas fêmeas, possibilitou o início da vitelogenese, comprovada pela presença de ovócitos vitelogênicos ($150\mu\text{m}$) após a terceira aplicação de gonadotrofina coriônica humana. As melhorias obtidas sugerem a necessidade de se reavaliarem os atuais protocolos e se implementarem outros procedimentos para o efetivo desenvolvimento gonadal do robalo-flecha em laboratório.

Palavras-chave: Análogo do hormônio liberador do hormônio luteinizante. Hormônio folículo estimulante. Gonadotrofina coriônica humana.

ABSTRACT

With the aim of facilitating gonadal maturation in the common snook, Centropomus undecimalis, in captivity, experiments in the 2007/2008 and 2008/2009 reproductive seasons were performed in Florianópolis, in the state of Santa Catarina. In the first period, 54 brooders were induced to maturation by means of Silastic®MDX4-4210 implants containing $4\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 17α -methyltestosterone (17α -MT) or $4\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (17α -MT) + $50\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ luteinizing hormone-releasing hormone analogue or without hormone (control group). In the following reproductive season, 36 males received chronic treatment, alternating between follicle stimulating hormone and human chorionic gonadotropin (hCG), applying five doses (once a week) while two females received chronic treatment with six doses of hCG (once a week). In March 2008, the number of animals spermatizing was significantly higher than in February ($p < 0.05$), however there was no significant difference ($p > 0.05$) between the treatments. The hormones caused an increase in milt volume, it being higher in males treated with 17α -MT + luteinizing hormone-releasing hormone analogue. In April 2008, the production of milt decreased in all animals except in the control group. The data suggest that the implanting of 17α -MT and 17α -MT + luteinizing hormone-releasing hormone analogue accelerates the spermiation process. In March 2009, the small number of animals spermatizing and the low milt volume indicates low efficiency of chronic treatment; on the other hand, in females, it permitted the start of vitellogenesis, as witnessed by the presence of vitellogenic oocytes ($150\mu\text{m}$) after the third application of hCG. The improvements suggest the need to reevaluate the present protocols and to implement other procedures for the effective gonadal development of common snook in the laboratory.

Key words: Luteinizing hormone-releasing hormone analogue, Follicle stimulating hormone. Human chorionic gonadotropin.

INTRODUÇÃO

O processo de confinamento de reprodutores de peixes ocasiona falhas no processo de maturação e desova de várias espécies cultivadas. Zohar & Mylonas (2001) classificam esses problemas reprodutivos em três categorias: (1) não ocorrência da vitelogenese e espermatogenese; (2) vitelo-

gênese e espermatogênese normais, mas sem maturação final dos ovócitos e com produção de pequeno volume de sêmen; e (3) não ocorrência de desova no final do ciclo reprodutivo. Desse modo, os fatores que limitam o sucesso reprodutivo de peixes em cativeiro estão diretamente relacionados à qualidade dos gametas masculino e feminino produzidos.

Na década de 1980, verificam-se os primeiros trabalhos com sistemas de liberação prolongada do análogo do hormônio liberador do hormônio luteinizante (LHRHa - *Luteinizing Hormone-Releasing Hormone analogue*) para peixes (Crim *et al.*, 1983). Esses sistemas proporcionam a liberação gradual do hormônio na corrente sanguínea do receptor, diminuindo o efeito sobre sua degradação; com isso, níveis elevados de gonadotrofina são obtidos na circulação do animal (Mylonas & Zohar, 2001). Sistemas de liberação prolongada são utilizados também na aplicação de esteróides sexuais, como a Testosterona (T), associados ou não ao uso de hormônio liberador de gonadotrofina (*Gonadotropin-Releasing Hormone* - GnRH), tanto para acelerar a maturação, quanto para aumentar a produção de sêmen nos machos (Henry *et al.*, 1998; Zanuy *et al.*, 1999; Hassin *et al.*, 2000; Holland *et al.*, 2002; Aizen *et al.*, 2005).

Zohar & Mylonas (2001) consideram que, nos casos em que vitelogenese e espermatogenese não ocorrem em peixes em cativeiro, e quando os hormônios como o GnRH e seus análogos não são totalmente eficazes, uma alternativa seria a aplicação de gonadotrofinas exógenas, como o hormônio gonadotrófico coriônico humano (hCG). No entanto, o sucesso do tratamento hormonal pode depender da duração do processo de maturação da espécie, bem como do real estágio em que se encontra a gônada, no início dos protocolos de indução (Mylonas *et al.*, 2010). Ohta *et al.* (1997) comentam o sucesso obtido na maturação em cativeiro da enguia japonesa, *Anguila japonica*, após aplicação de terapias crônicas com hormônio gonadotrófico purificado de salmão em fêmeas, e do hormônio gonadotrófico coriônico humano (Hcg - *Human chorionic gonadotropin*) em machos. Esse tipo de terapia crônica também foi efetiva na obtenção de vitelogenese e espermatogenese em enguia europeia, *Anguila anguila* (Pedersen, 2003).

No Brasil, problemas relacionados à maturação do robalo-flecha em cativeiro são relatados por Soligo *et al.* (2008), que verificaram reduzida produção de sêmen mesmo nos reprodutores submetidos à injeção de LHRHa. Pequeno volume

de sêmen e ausência de vitelogenese também foi verificado por Ferraz & Cerqueira (2010) em reprodutores de robalo-flecha, submetidos a confinamento em diferentes regimes de temperatura. Cerqueira (2009) considera essa dificuldade de maturação de animais em cativeiro como o principal entrave para produção comercial da espécie. Assim, a geração de tecnologia que garanta a produção regular de robalo-flecha em cativeiro, pode proporcionar emprego e aumento de renda aos pescadores e piscicultores, sendo de fundamental importância para políticas de fomento e de desenvolvimento da atividade. Dessa maneira, o objetivo do presente estudo foi desenvolver diferentes protocolos de aplicação hormonal, de maneira a contribuir para a maturação gonadal do robalo-flecha em condições de laboratório.

MATERIAL E MÉTODOS

Os peixes e o sistema de confinamento

Em 1999, exemplares juvenis de robalo-flecha capturados no litoral da Bahia (município de Santo Amaro) e transportados para as instalações do laboratório de Piscicultura Marinha (LAPMAR) da Universidade Federal de Santa Catarina, no município de Florianópolis (SC), foram mantidos em tanques-rede instalados em viveiro com água salobra sob influência de maré e alimentados com ração comercial para peixes carnívoros (40%-50% de proteína).

Em 2003, os animais foram transferidos para tanques de concreto de 8 mil litros, com água marinha (35‰), filtro biológico interno, renovação de água (5%/h) e aeração constante, tanques esses localizados no interior de salas destinadas à manutenção de reprodutores, as quais, em 2006, foram adaptadas para operar com sistema de fotoperíodo natural simulado (FNS), baseando-se nos dados da região (Latitude: 27°36'S, Longitude: 48°37'W, fonte EPAGRI). A intensidade luminosa de 1.000 Lux na superfície da água foi obtida utilizando-se 4 lâmpadas fluorescentes de 32W.

O alimento consistiu de 50% de um produto comercial seco (*fish breed-M INVE*® Alimentos) e

50% de parte úmida (30% sardinha moída e 20% de lula moída), com valor de proteína bruta ao redor de 60%. A taxa de alimentação foi de 1% do peso vivo por dia, fornecida de três a cinco vezes por semana, de acordo com a temperatura.

Os parâmetros de qualidade da água dos tanques de reprodutores foram registrados da seguinte maneira: diariamente, temperatura (°C) (termômetro digital *full gauge*) e salinidade (‰) (refratômetro portátil); duas vezes por semana, amônia total (mg/L) (fotocolorímetro digital Alfakit) e pH (fita indicadora universal de pH, Merck).

Desenho experimental

Foram realizados experimentos em dois períodos reprodutivos: 2007/2008 e 2008/2009. No primeiro, foram utilizados 54 reprodutores com peso médio = 2.818 ± 566 g e comprimento médio = 671 ± 41 mm, identificados através de *microchip* eletrônico (AVID). Estavam distribuídos em seis tanques de 8 mil litros (3.170g/m^3), com renovação de água marinha (1L/10s) e aeração constante.

Peletes foram moldados com elastômero (Silastic® MDX4-4210 *Biomedical Grade Elastomer Dow Corning*), com auxílio de *paillets* de inseminação artificial de 0,5mL. Os hormônios LHRHa e 17α -metiltestosterona foram misturados separadamente ao elastômero e, ainda na forma líquida, aspirados para as *paillets*. Hastes cilíndricas dos hormônios foram moldadas e seccionadas em função do peso de cada reprodutor. Algumas hastes foram moldadas com elastômero sem hormônio.

Os reprodutores foram submetidos a três tratamentos hormonais: 1) implante com 17α -metiltestosterona (4mg.kg^{-1}) + implante sem hormônio; 2) implante com 17α -metiltestosterona (4mg.kg^{-1}) + implante com LHRHa ($50\mu\text{g.kg}^{-1}$); e 3) implante sem hormônio (controle). A dose de 17α -metiltestosterona utilizada foi baseada nos dados do trabalho de Hassin *et al.* (2000) e do LHRHa no de Ferraz *et al.* (2002).

Os implantes de elastômero foram feitos no início de fevereiro de 2008. Para tanto, os animais foram sedados com benzocaína (60mg.L^{-1}) e

submetidos a uma incisão com bisturi na região abdominal, próximo à nadadeira peitoral. Os peletes foram introduzidos na cavidade abdominal com auxílio de pinça de ponta fina e curva. Para definição das dosagens de hormônio utilizou-se o peso dos animais registrado no mês de dezembro de 2007, sendo a haste cilíndrica de cada hormônio seccionada e pesada, de acordo com a quantidade de hormônio necessária.

No segundo período, 36 machos com peso médio = 2.975 ± 408 g e comprimento médio = 685 ± 31 mm foram distribuídos em seis tanques de 8.000L de capacidade (seis peixes por tanque = 2.231g/m^3). Estes foram submetidos a três tratamentos hormonais, iniciados em 15/02/09: 1) doses semanais de hCG (250IU.kg^{-1}) por quatro semanas e uma dose definitiva de hCG (500IU.kg^{-1}) na quinta semana (denominado tratamento hCG); 2) na primeira semana, dose de $1,5\text{mg.kg}^{-1}$, na segunda semana, de $2,5\text{mg.kg}^{-1}$ de FSH (Folltropin-V Bioniche - Canadá) e, nas três semanas seguintes, doses de hCG (250 ; 250 e 500IU.kg^{-1}) (denominado tratamento FSH + hCG); 3) para o denominado tratamento controle, os animais receberam apenas solução salina em todas as semanas, conforme os tratamentos anteriores.

Com duas fêmeas identificadas, uma no período 2006/2007 e outra no período 2007/2008, foi realizado um ensaio para verificar o efeito de tratamento crônico com hCG sobre o desenvolvimento dos ovários. Assim, as fêmeas foram submetidas a doses semanais de hCG (250IU.kg^{-1}) por cinco semanas consecutivas, e uma dose definitiva de 500IU.kg^{-1} na sexta semana.

Para administração do hormônio, os animais foram anestesiados com benzocaína (60mg.L^{-1}), sendo o hormônio injetado na musculatura da região dorsal, acima da linha lateral. Para definição das dosagens utilizou-se o peso registrado no mês de fevereiro.

Análise do desenvolvimento gonadal dos reprodutores

Os indivíduos foram anestesiados com benzocaína (60mg.L^{-1}) e registrados dados de comprimento total (C) em centímetro, e de peso (P)

em grama (0,01g). O fator de condição (K) foi calculado como $(P(g)/C(cm)^3) \times 100$.

Em seguida, para análise do desenvolvimento gonadal dos machos, verificou-se a liberação ou não de sêmen; nas fêmeas, verificou-se a medida de ovócitos coletados por biópsia ovariana.

Para verificar a liberação ou não de sêmen na região da papila genital, os animais anestesiados foram massageados na região ventral, no sentido céfalo-caudal. Seringa hipodérmica de 1mL foi utilizada para coleta e medição do volume espermático. Volumes menores de sêmen foram aferidos com seringa com precisão de μL (Hamilton 10 μL).

Dos reprodutores que não apresentaram sêmen, foram retiradas amostras das gônadas com auxílio de catéter plástico (0,8mm de diâmetro interno), introduzido no gonoduto (Ferraz *et al.*, 2004). O material coletado foi examinado sob estereomicroscópio (Wild M7), acoplado com ocular micrométrica, sendo medidos aproximadamente 50 ovócitos para definição do diâmetro médio.

Análise dos dados

Os resultados dos diferentes tratamentos hormonais foram examinados para o período reprodutivo compreendido entre outubro de 2007 e abril de 2008. Os parâmetros de comprimento médio (mm), peso médio (g) e fator de condição foram comparados pela análise de medidas repetidas (ANOVA). Diferenças entre as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, em nível de significância de $\alpha=0,05$. As médias são apresentadas e o desvio padrão. A porcentagem de machos espermiando observados no plantel foi transformada para valores de arco-seno, para posterior aplicação de análise de medidas repetidas (ANOVA). Diferenças entre as médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de significância de $\alpha=0,05$. Os volumes de sêmen foram avaliados pela análise não paramétrica de Kruskal-Wallis. O aplicativo *Statística*® 7.0 foi utilizado para as análises. Para o período de fevereiro de 2009 a março de 2009, os parâmetros de comprimento médio (mm), peso médio (g) e fator de condição foram tabulados.

RESULTADOS

Os valores dos parâmetros de qualidade da água observados no período de outubro de 2007 a abril de 2008 foram: temperatura 20,5-27,7°C; salinidade 35-36‰; oxigênio dissolvido 4,7-7,2mg L⁻¹; amônia total 0-0,23mg L⁻¹; pH 8,0.

Os dados de desempenho dos animais em comprimento, peso e fator de condição são apresentados na Figura 1. Analisando-se esses dados, não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos ($p>0,05$). No entanto, em relação aos meses, foram verificadas diferenças significativas ($p<0,05$) para comprimento e peso, mas não em relação ao fator de condição.

A sobrevivência dos reprodutores no período foi de 98%, com morte de apenas uma matriz, a qual não foi ocasionada pelo emprego dos tratamentos hormonais, mas por um evento relacionado ao retorno do animal após a anestesia.

O maior número de machos espermiando foi registrado no mês de março (Figura 2), após aplicação hormonal, não se observando diferença significativa em relação aos tratamentos ($p>0,05$). No entanto, diferenças significativas ($p<0,05$) foram observadas entre os meses.

Quanto ao volume de sêmen ao longo do período reprodutivo, constatou-se aumento, com picos em março e abril de 2008 (Figura 3). Os valores médios do volume de sêmen dos exemplares dos seguintes tratamentos foram: A) tratamento (17 α MT) 12,5 \pm 7,7 μL (10 - 30 μL), 29,2 \pm 34,3 μL (10 - 100 μL) e 12,0 \pm 4,5 μL (10 - 20 μL), B) tratamento (17 α MT + LHRH) 11,0 \pm 5,5 μL (5- 20 μL), 50,8 \pm 35,7 μL (10 - 100 μL) e 37,0 \pm 45,0 (10 a 140 μL) e C) tratamento (controle) 13,0 \pm 9,7 μL (5 - 30 μL), 29,1 \pm 30,5 μL (10 - 100 μL) e 52,8 \pm 35,9 (10 a 100 μL), respectivamente nos meses de fevereiro, março e abril. Apesar das diferenças verificadas nos volumes de sêmen em março e abril, sendo maior valor no tratamento (17 α MT + LHRH), e em abril, no tratamento (controle), não foi possível verificar diferença significativa entre os dois tratamentos ($p>0,05$), através de análise não paramétrica de Kruskal-Wallis. No entanto, no mês de abril, o resultado do tratamento controle foi significa-

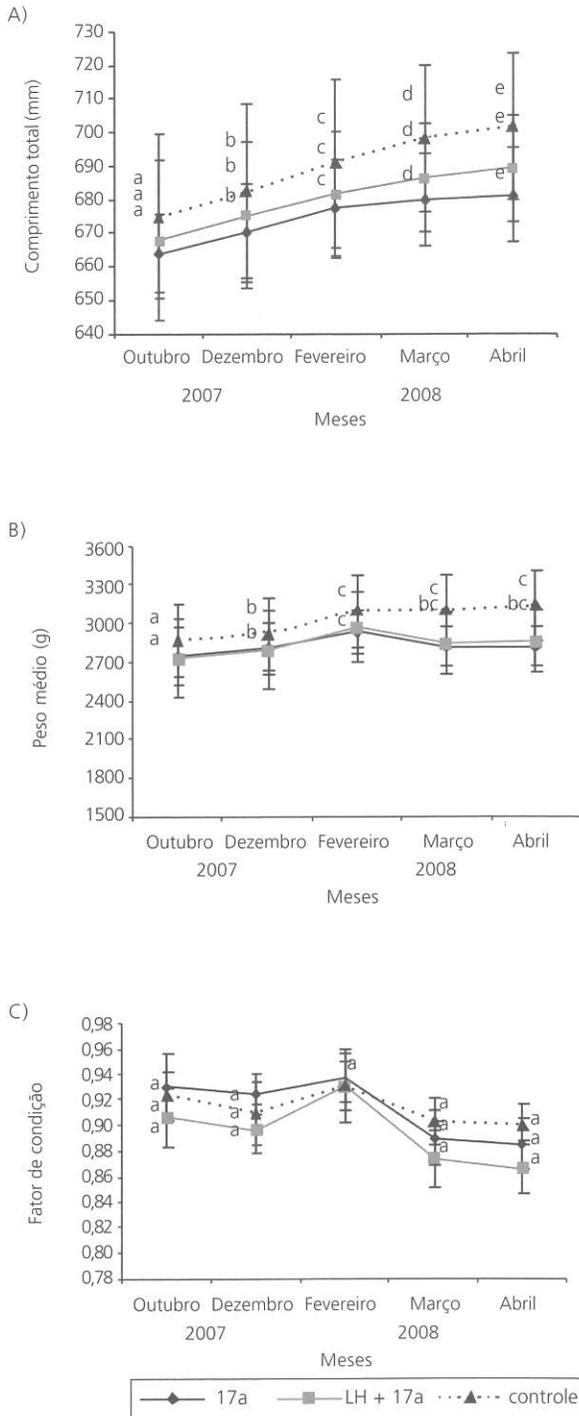


Figura 1. Média e desvio-padrão do comprimento total (mm) (A), peso (g) (B) e fator de condição (C) de robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*, no período reprodutivo (outubro - abril) de 2007/2008, antes e após tratamentos hormonais. Nota: Letras diferentes indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os meses.

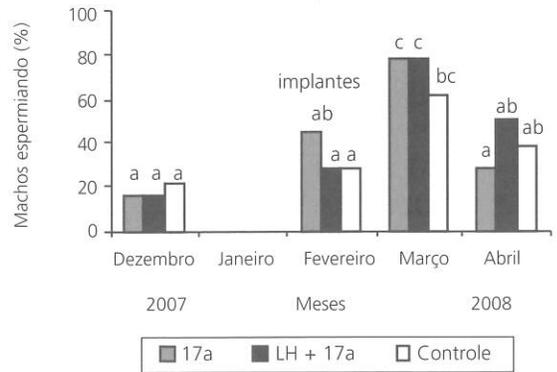


Figura 2. Porcentagem de machos espermiando de robalo-flecha, *C. undecimalis*, no período reprodutivo de 2007/2008. Nota: Letras diferentes indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os meses.

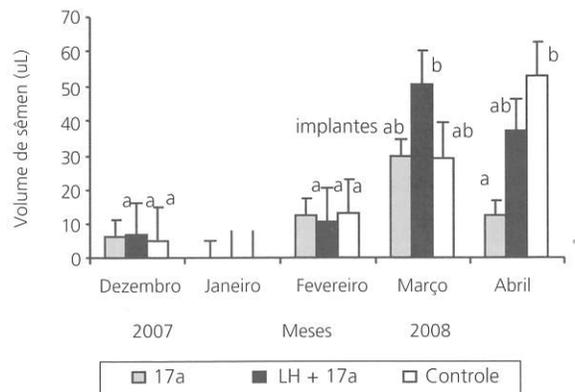


Figura 3. Média e desvio-padrão do volume de sêmen obtido em robalo-flecha, *C. undecimalis*, no período reprodutivo de 2007/2008. Letras diferentes indicam diferenças significativas ($p < 0,05$).

tivamente maior ($p < 0,05$) que o do tratamento (17α MT).

Os valores dos parâmetros de qualidade da água registrados entre fevereiro e março de 2009 foram: temperatura 25,0-25,9°C; salinidade 35-36‰; oxigênio dissolvido 5,2-6,7mg L⁻¹; amônia total 0-0,25mg L⁻¹; pH 8,0.

No caso dos machos do robalo-flecha utilizados no período reprodutivo 2008/2009, em março, após o exaustivo procedimento de indução hormonal, apenas 5 animais dos 36 utilizados produziram aproximadamente 10µL de sêmen. Os

protocolos de indução hormonal utilizados não foram adequados para melhoria da maturação, em razão da baixa produção espermática e do reduzido número de reprodutores espermiando, visto que a maior parte do lote não apresentou nenhum sinal de sêmen.

A Tabela 1 apresenta as médias de peso e comprimento dos machos utilizados no período de fevereiro a março de 2009, nos diferentes tratamentos hormonais. Apesar do grande manejo a que os animais foram submetidos, ocorreu incremento de comprimento e peso, mas o fator de condição dos animais diminuiu nos três grupos.

Além da fêmea identificada no período 2006/2007, mais uma fêmea foi encontrada entre os 54 animais estocados no período 2007/2008. No entanto, o material coletado nesses dois exemplares não indicou a evolução dos ovócitos para um estágio mais avançado de desenvolvimento. O diâmetro médio dos ovócitos amostrados foi de $60\mu\text{m}$ aproximadamente, similar ao observado no período reprodutivo anterior, e o aspecto translúcido do material indicou não estar ocorrendo acúmulo de vitelo, característico de ovócito em desenvolvimento.

As duas fêmeas identificadas nos períodos anteriores foram induzidas à reprodução por seis semanas consecutivas com hCG e tiveram amostras de ovócitos coletadas após cada indução. Na amostra coletada antes da quarta indução de uma das fêmeas, foram observados ovócitos com diâmetro aproximado de $150\mu\text{m}$ (Figura 4), indicando vitelogênese. A outra fêmea apresentou apenas ovócitos com diâmetro ao redor de $60\mu\text{m}$.

DISCUSSÃO

Nos dois experimentos é evidente a grande dificuldade de se conseguir a maturação de robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*, mantido em laboratório. No entanto, os dados obtidos complementam positivamente aqueles registrados no período reprodutivo de 2006/2007 (Ferraz & Cerqueira, 2010), em que foram estabelecidos critérios para controle da temperatura da água de manutenção dos reprodutores e definidas condições adequadas de simulação do fotoperíodo natural (utilizadas no presente experimento).

Os índices zootécnicos de peso e comprimento observados para os reprodutores no período reprodutivo de 2007/2008 foram superiores aos verificados para a espécie, em Cuba, por Reyes

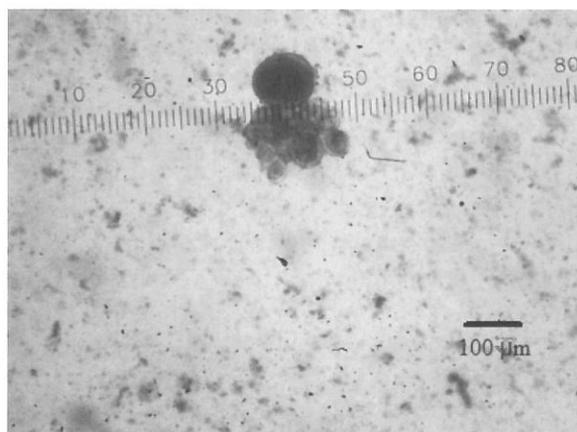


Figura 4. Amostra de ovócitos coletada em uma fêmea de robalo-flecha, *C. undecimalis*, em março de 2009, submetida a tratamento com hCG.

Nota: Barra=100 micrômetros

Tabela 1. Valores dos parâmetros de crescimento dos reprodutores durante o segundo experimento. Fevereiro a março de 2009.

Parâmetro	HCG		FSH + HCG		Controle	
	M	DP	M	DP	M	DP
Peso inicial (g)	2.934,00	156,00	3.104,00	133,00	2.902,00	277,00
Peso final (g)	2.949,00	163,00	3.132,00	108,00	2.932,00	275,00
Comprimento inicial (mm)	680,00	17,00	698,00	20,00	678,00	25,00
Comprimento final (mm)	689,00	17,00	701,00	14,00	686,00	27,00
Fator de condição inicial	0,93	0,05	0,90	0,05	0,93	0,05
Fator de condição final	0,90	0,04	0,90	0,02	0,91	0,03

M: média; DP: desvio-padrão.

et al. (2004) e Fraga et al. (2006), que utilizaram rações úmidas com cerca de 40% de proteína e frequência alimentar similar à utilizada no presente estudo. Já os valores do fator de condição foram menores que os observados para o robalo-flecha por Fraga et al. (2006) que, no entanto, levaram em consideração, para o cálculo, o comprimento furcal e não o comprimento total dos animais. Contudo, estão muito próximos dos observados para a espécie no período reprodutivo de 2006/2007 (Ferraz & Cerqueira, 2010). Essa condição nutricional do plantel de reprodutores é vista como condição importante para a maturação da espécie. Mylonas et al. (2010) consideram que o comportamento reprodutivo natural, acompanhado por desova espontânea, pode ser perdido em condições de aquicultura. Isso, segundo os autores, pode estar relacionado ao tamanho inadequado dos tanques de manutenção, falta de substratos para a preparação do acasalamento e, possivelmente, outros motivos como a própria questão nutricional.

Esperava-se que os implantes com o elastômero MDX4 com o hormônio 17α -metiltestosterona, isolado ou combinado com LHRHa, pudessem acelerar ou até mesmo potencializar a maturação dos reprodutores machos de robalo-flecha. Zanuy et al. (1999) verificaram que machos de sea bass, *Dicentrarchus labrax*, 15 dias após implantação de elastômero com testosterona (T), apresentavam aumento dos níveis plasmáticos de gonadotrofina (GtH) de aproximadamente 10 vezes em relação aos animais do grupo controle. Hernandez-Rauda & Aldegunde (2002) observaram, para machos juvenis de truta arco-íris, *Oncorhynchus mykiss*, níveis elevados de testosterona no plasma, 20 dias após o início do tratamento com elastômero MDX4 com 17α -metiltestosterona.

Roberts et al. (1999) verificaram que machos de robalo-flecha que ainda não tinham iniciado a espermatogênese ou estavam em regressão apresentavam os menores níveis de testosterona e 11 ketotestosterona (11 KT) no plasma sanguíneo. Segundo os autores, os maiores níveis dos dois andrógenos foram aumentando à medida em que os peixes iniciavam o processo de espermatogênese (início da maturação), e os maiores níveis de T e 11

KT foram verificados em peixes com avançada formação de ductos eferentes nos testículos (maturação intermediária até a final). Dessa forma, os tratamentos empregados deveriam agir de maneira a promover e favorecer níveis elevados de T e 11 KT. Henry et al. (1998) verificaram, para salmão, *Salmo salar*, masculinizado, que somente animais tratados com sistemas de liberação prolongada de testosterona + LHRHa tiveram a maturação acelerada.

Holland et al. (2002) verificaram, para o striped bass, *Morone saxatilis*, que tratamentos com sistemas de liberação prolongada, variando combinações de testosterona, hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) e pimozida, não aceleraram o início da maturação para machos, muito embora tenham estimulado a espermatogênese em juvenis. McGuren et al. (2005) relatam o emprego de sistema de liberação prolongada com LHRHa + 17α -metiltestosterona em macho do robalo-asiático, *Lates calcarifer*, com sucesso na liberação de sêmen em trabalhos de indução de desova. Implantes com 17α -metiltestosterona foram eficientes também na indução e melhoria da espermição em machos de tainha, *Mugil cephalus* (Aizen et al., 2005). Por outro lado, no caso do linguado senegales, *Solea senegalensis*, apenas a utilização de LHRHa, através de injeção ou implante, não foi suficiente para estimular maturação de machos mantidos em cativeiro (Agulleiro et al., 2006).

Observou-se, em março de 2008, número de animais espermiando significativamente maior que o observado em fevereiro ($p < 0,05$). Contudo, entre os tratamentos não foi verificada diferença significativa ($p > 0,05$). Após os implantes todos os animais apresentaram volume de sêmen aumentado, e os machos tratados com (17α -MT + LHRH) produziram maior quantidade de sêmen que os animais dos outros tratamentos. Em abril de 2008, todos os animais, exceto o controle, mostraram decréscimo na produção de sêmen. Analisando-se esses resultados, é possível sugerir que os implantes (17α -MT e 17α -MT + LHRH) anteciparam o processo de espermição. Grier & Taylor (1998) verificaram, durante o desenvolvimento dos testículos do robalo-flecha capturado no litoral da Flórida, valores de

peso e comprimento dos testículos bastante variáveis em dois anos consecutivos de coleta, com picos registrados entre os meses de junho e agosto. Trippel (2003) relata variações na produção de sêmen do bacalhau, *Gadus morhua*, com os maiores valores verificados no mês de março. Mylonas *et al.* (2003) relatam variações na produção de sêmen em *red porgy*, *Pagrus pagrus*, sendo os maiores valores observados de fevereiro a abril, com pico no mês de março. Soligo *et al.* (2008) verificaram que machos de robalo-flecha mantidos em laboratório apresentaram volume muito reduzido de sêmen no mês de janeiro.

Neste trabalho, a produção de sêmen dos reprodutores de robalo-flecha no período de 2007/2008 variou bastante a cada coleta, e os volumes de sêmen obtidos individualmente variaram de 0,01mL a 0,2mL, principalmente no mês de março, no qual foram observados os maiores valores individuais. Esses valores são bastante similares aos encontrados no período reprodutivo anterior, em que o maior valor individual foi de 0,4mL (Ferraz & Cerqueira, 2010). Trippel (2003) relata que em bacalhau *Gadus morhua*, capturado no ambiente natural, a produção de sêmen pode variar de 54mL a 125mL e que no linguado, *Scophthalmus maximus*, em condição de cultivo esta variação pode ser de 0,2mL a 2,2mL por coleta. Rainis *et al.* (2003) relatam grande variação do volume de sêmen coletado (0,05mL até 8,67mL) em diferentes matrizes do robalo europeu, *Dicentrarchus labrax*. Na maioria das vezes, essas variações são decorrentes de características de cada espécie, mas é evidente que a condição de cativeiro pode influir sobremaneira nos volumes obtidos em cada espécie, em função da quebra de gatilhos ambientais específicos (Bromage *et al.*, 2001). De qualquer modo, considera-se que os valores observados em robalo-flecha no presente trabalho são baixos, não estando, provavelmente, de acordo com o esperado para animais em plena maturação. Tiba *et al.* (2009) relatam volumes de sêmen de 0,8mL a 2,4mL, por coleta, no robalo-peva, *Centropomus parallelus*. Valores como esses poderiam ser esperados para o robalo-flecha nas condições examinadas. Problemas

relacionados ao pequeno volume de sêmen produzido ocorrem também no linguado senegalês, *Solea senegalensis*, que, em condições de cativeiro, produz entre 0,005mL e 0,02mL, e, quando capturado no ambiente natural, apresenta produção maior, entre 0,01mL e 0,08mL (Cabrita *et al.*, 2006).

No caso das fêmeas avaliadas no período reprodutivo de 2007/2008, os ovócitos coletados tinham diâmetro médio ao redor de 60µm, similar ao observado no período reprodutivo anterior para espécie (Ferraz & Cerqueira, 2010). Também para robalo-flecha, Grier (2000) considera que esse valor corresponderia ao de um ovócito em crescimento primário. Do ponto vista hormonal, Yaron & Levavi-Sivan (2006) resumizam que o GnRH produzido no hipotálamo estimula a produção do hormônio folículo estimulante (FSH), que promove a secreção de estradiol 17β no folículo ovariano, o qual induz a produção de vitelogenina e coriongenina pelo fígado. Dessa forma, pode-se imaginar que essa sequência não está ocorrendo de maneira efetiva nas fêmeas do robalo-flecha nas condições examinadas. Apesar da identificação de mais uma fêmea no plantel no período reprodutivo de 2007/2008, foi evidente a limitação do processo de vitelogênese, verificado através do reduzido tamanho e do aspecto translúcido do material coletado. Para o robalo-flecha, Neiding *et al.* (2000) relatam que o tamanho de ovócitos com vitelogênese completa é de aproximadamente 450µm e que os reprodutores respondem positivamente ao tratamento hormonal para maturação final e ovulação.

No segundo experimento, realizado no período reprodutivo de 2008/2009, em nova tentativa para maturação do robalo-flecha em cativeiro, o resultado observado nas fêmeas, após três aplicações de hCG, foi bastante promissor, visto que pela primeira vez foram encontrados ovócitos vitelogênicos (Figura 4). Estudos realizados por Wallace *et al.* (1993) sobre o crescimento *in vivo* do folículo ovariano do robalo-flecha indicam que a aplicação de hCG conduz a estágios mais avançados de desenvolvimento ovocitário. Zohar & Mylonas (2001) comentam que as fases iniciais da gonadogênese são mais bem estimuladas por preparações de gonadotrofina (GtH)

que pelo uso do hormônio liberador de gonadotrofina GnRH. Ohta *et al.* (1997) obtiveram maturação da enguia japonesa, *Anguilla japonica*, em cativeiro, através de protocolo de múltiplas doses de hormônio gonadotrófico, após aplicações semanais (9-12 semanas) de extrato de hipófise de salmão em fêmeas, e hCG em machos. A importância desse resultado relaciona-se ao fato de a espécie não apresentar nenhum sinal de desenvolvimento gonadal em condições de cativeiro. Pedersen (2003) descreve protocolo de até 24 semanas de injeções de extrato de hipófise de salmão para obtenção da maturação de enguia europeia, *Anguilla anguilla*.

Esse tipo de protocolo, baseado em múltiplas doses hormonais, pode não ser o mais adequado para peixes do porte do robalo-flecha. A cada semana, os animais foram submetidos a manejos de troca de água dos tanques, além de constantes anestésias para aplicação de hormônio. Nas fêmeas, ainda se realizou coleta de ovócitos antes de cada aplicação. Isso parece estar em acordo com o proposto por Mylonas *et al.* (2010), que consideram o estágio de desenvolvimento das gônadas no momento em que a terapia hormonal é aplicada, o tipo de terapia hormonal utilizado e o possível estresse provocado pela manipulação necessária para administração do hormônio, como os principais fatores que podem ter consequências significativas sobre a produção de gametas.

Para os machos do plantel, nesse novo ciclo reprodutivo, utilizou-se um protocolo que associou doses de uma variante do hormônio folículo estimulante FSH (Folltropin-V), a doses de hCG. Schulz & Miura (2002) comentam que o FSH é o hormônio mais importante na regulação de espermatogênese de peixes, e seu aumento na circulação pode ser suficiente para sinalizar o início do processo de espermatogênese e também para ativar as funções da célula de Sertoli e a produção de 11- ketotestosterona. Kamei *et al.* (2003) confirmam que o papel principal do FSH se encontra nas fases iniciais da espermatogênese e que em fases mais adiantadas ele não seria importante. De outro lado, Gen *et al.* (2003) sugerem que no macho do *red seabream*, *Pagrus major*, FSH e LH podem regular espermatogênese e espermição devido a elevações

na abundância para transcrição de unidades de FSH β e LH β durante a época de desova. Schulz *et al.* (2010) comentam que a função principal do FSH durante o início da proliferação das espermatogônias é estimular a produção de esteroides indutores da espermatogênese, como a 11 ketotestosterona, o principal andrógeno de peixes teleosteos.

Os resultados verificados para os machos do robalo-flecha no período reprodutivo de 2008/2009 não permitiram identificar nenhuma melhoria na maturação dos animais para as condições examinadas. A utilização de múltiplas doses de FSH + hCG ou apenas hCG não foram efetivas para a melhoria da produção de sêmen no período. Suquet *et al.* (1992) comentam que o efeito do estresse provocado pelo constante manejo e por coletas frequentes reduzem a quantidade e a qualidade do material coletado. Por outro lado, Tripell (2003) observa que uma determinação correta de avanço real dos estágios de maturação dos testículos só seria possível por meio de exames histológicos, o que não se pôde realizar com o lote de reprodutores utilizados no presente trabalho. Bobe & Labbé (2010) e Mylonas *et al.* (2010) relatam que no geral o manejo para animais em cativeiro pode ter efeito direto sobre a qualidade dos gametas na aquicultura e que a identificação de estimadores preventivos ou marcadores da qualidade dos gametas pode ser de grande auxílio no processo produtivo. No presente trabalho, o fato de os machos não ter respondido positivamente ao protocolo pode ser decorrente, pelo menos em parte, de todo o manejo realizado. Mesmo assim, a Tabela 1 mostra que o crescimento dos animais em peso e comprimento teve continuidade. O fator de condição bastante baixo pode indicar queda da condição nutricional desses animais e também um limitado desenvolvimento gonadal.

Outra questão importante diz respeito às doses utilizadas de FSH, as quais foram muito baixas quando comparadas às sugeridas para ovulação em bovinos (receituário Tecnopec). Neste ensaio, as doses utilizadas foram aproximadamente 10 vezes menores.

Pela análise dos dados do primeiro experimento, é possível concluir que o processo de espermição pode ser antecipado utilizando-se os implantes de 17 α -MT e 17 α -MT + LHRH, pois a

combinação do sistema de liberação prolongada com o tipo de hormônio incrementou a produção de sêmen um mês antes ao observado nos animais do controle. Entretanto, essa prática não pode ser considerada como solução definitiva para a maturação de machos de robalo-flecha.

No segundo experimento, os tratamentos crônicos de machos com FSH + hCG ou somente hCG não produziram efeito sobre a maturação. Já o tratamento crônico das fêmeas com hCG possibilitou o início da vitelogenese, porém não suficiente para levar a estágios mais avançados do processo.

Os resultados do presente trabalho representam informações importantes no estabelecimento de protocolos para o avanço da maturação de robalo-flecha em condições de laboratório. Entretanto, também indicam que novos protocolos para estimular a maturação, sobretudo de fêmeas, devem ser desenvolvidos utilizando fatores ambientais e/ou hormonais.

AGRADECIMENTOS

Aos técnicos e colegas de trabalho do Laboratório; a José Luiz Pedreira Mourinho, pela ajuda nos tratamentos estatísticos; à colega Márcia Navarro Cipolli, pela leitura e sugestões; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- Aizen, J.; Meiri, I.; Tzchori, I.; Levavi-Sivan, B. & Rosenfeld, H. (2005). Enhancing spawning in the grey mullet (*Mugil cephalus*) by removal of dopaminergic inhibition. *General and Comparative Endocrinology*, 142(1-2):212-21.
- Agulleiro, M.J.; Anguis, V.; Cañavate, J.P.; Martínez-Rodríguez, G.; Mylonas, C.C. & Cerda, J. (2006). Induction of spawning of captive-reared Senegal sole (*Solea senegalensis*) using different administration methods for gonadotropin-releasing hormone agonist. *Aquaculture*, 257(1-4):511-24.
- Bobe, J. & Labbé, C. (2010). Egg and sperm quality in fish. *General and Comparative Endocrinology*, 165(3):535-48.
- Bromage, N.; Porter, M. & Randall, C. (2001). The environmental regulation of maturation in farmed finfish with special reference to the role of photoperiod and melatonin. *Aquaculture*, 197(1-4):63-98.
- Cabrita, E.; Soares, F. & Dinis, M.T. (2006). Characterization of Senegalese sole, *Solea senegalensis*, male broodstock in terms of sperm production and quality. *Aquaculture*, 261(3):967-75.
- Cerqueira, V.R. (2009). Spawning and larviculture of the fat snook (*Centropomus parallelus*) and the common snook (*Centropomus undecimalis*) in Brazil. *Abstracts do II International Symposium on the Biology and Culture of Snooks*, Villahermosa, México, 2009. v.1.
- Crim, L.W.; Evans, D.M. & Vickery, B.H. (1983). Manipulation of the seasonal reproductive cycle of the landlocked Atlantic salmon (*Salmo salar*) by LHRH analogues administered at various stages of gonadal development. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 40(1):61-7.
- Ferraz, E.M. & Cerqueira, V.R. (2010). Influência da temperatura na maturação gonadal de machos do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*. *Boletim do Instituto de Pesca*, 36(2):73-83.
- Ferraz, E.M.; Alvarez-Lajonchère, L.; Cerqueira, V.R. & Candido, S. (2004). Validation of an ovarian biopsy method for monitoring oocyte development in the fat snook, *Centropomus parallelus* Poey, 1860 in captivity. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 47(4):643-8.
- Ferraz, E.M.; Cerqueira, V.R.; Alvarez-Lajonchère, L. & Candido, S. (2002). Indução da desova do robalo-peva, *Centropomus parallelus*, através de injeção e implante de LHRHa. *Boletim do Instituto de Pesca*, 28(2):125-33.
- Fraga, I.; Reyes, R.; Ortega, N.J.; Rigueira, E.; Font, R. & Bravo, A. (2006). Desarrollo de un banco de reproductores de Róbalo (*Centropomus undecimalis* Bloch, 1792): I. Manejo del alimento. IV Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura Civa, Comunicación Científica p.1-9, Disponible en: <http://www.civa2006.org>. (acceso em: 20 set. 2007).
- Gen, K.; Yamaguchi, S.; Okuzawa, K.; Kumakura, N.; Tanaka, H. & Kagawa, H. (2003). Physiological roles of FSH and LH in red seabream, *Pagrus major*. *Fish Physiology and Biochemistry*, 28(1-4):77-80.
- Grier, H.J. & Taylor, R.G. (1998). Testicular maturation and regression in the common snook. *Journal of Fish Biology*, 53(3):521-42.
- Grier, H. (2000). Ovarian germinal epithelium and folliculogenesis in the common snook, *Centropomus undecimalis* (Teleostei: Centropomidae). *Journal of Morphology*, 243(3):265-81.
- Hassin, S.; Holland, M.C.H. & Zohar, Y. (2000). Early maturity in the male striped bass, *Morone saxatilis*: follicle-stimulating hormone and luteinizing hormone gene expression and their regulation by gonadotropin-releasing hormone analogue and testosterone. *Biology of Reproduction*, 63(6):1691-7.
- Henry, J.C.; McLean, E.; Mayer, I. & Donaldson, E.M. (1998). Induction of precocious maturation in masculinized

- Atlantic salmon by treatment with sustained-release LHRHa and testosterone, *Aquaculture International*, 6(4):261-8.
- Hernandez-Rauda, R. & Aldegunde, M. (2002). Effects of acute 17 α -methyltestosterone, acute 17 β -estradiol, and chronic 17 α -methyltestosterone on dopamine, norepinephrine and serotonin levels in the pituitary, hypothalamus and telencephalon of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *The Journal of Comparative Physiology B*, 172(8):659-67.
- Holland, M.C.H.; Hassin, S. & Zohar, Y. (2002). The effects of long-term testosterone, gonadotropin-releasing hormone agonist and pimozide treatments on testicular development and luteinizing hormone levels in juvenile and early maturing striped bass, *Morone saxatilis*. *General and Comparative Endocrinology*, 129(3):178-87.
- Kamei, H.; Oshira, T.; Yoshiura, Y., Uchida, N. & Aida, K. (2003). Androgen secretion activity of recombinant follicle-stimulating hormone of Japanese eel, *Anguilla japonica* in immature and maturing eel testes. *Fish Physiology and Biochemistry*, 28(1-4):97-8.
- McGuren, J.; Garrett, R. & Elizur, A. (2005). Hormone implants accelerate maturation in barramundi. The State of Queensland (Department of Primary Industries and Fisheries). Available from: <www.dpi.qld.gov.au/aquaculturenews/#nav1>. Cited 20 March 2005.
- Mylonas, C.C. & Zohar, Y. (2001). Use of GnRHa-delivery systems for the control of reproduction in fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10(4):463-91.
- Mylonas, C.C.; Papadaki, M. & Divanach, P. (2003). Seasonal changes in sperm production and quality in the red porgy *Pagrus pagrus* (L.). *Aquaculture Research*, 34(13):1161-70.
- Mylonas, C.C.; Fostier, A. & Zanuy, S. (2010). Broodstock management and hormonal manipulations of fish reproduction. *General and Comparative Endocrinology*, 165(3):516-34.
- Neiding, C.L.; Skapura, D.P.; Grier, H.J. & Dennis, C.W. (2000). Techniques for spawning common snook: broodstock handling, oocyte staging, and egg quality. *North American Journal of Aquaculture*, 62(2):103-13.
- Ohta, H.; Kagawa, H.; Tanaka, H.; Okuzawa, K.; Iinuma, N. & Hirose, K. (1997). Artificial induction of maturation and fertilization in the Japanese eel, *Anguilla japonica*. *Fish Physiology and Biochemistry*, 17(1-6):163-9.
- Pedersen, B.H. (2003). Induced sexual maturation of the European eel, *Anguilla anguilla*, and fertilization of the eggs. *Aquaculture*, 224(1-4):323-38.
- Rainis, S.; Mylonas, C.C.; Kyriakou, Y. & Divanach, P. (2003). Enhancement of spermiation in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) at the end of the reproductive season using GnRHa implants. *Aquaculture*, 219(1-4):873-90.
- Reyes, R.; Ramos, D.; Fraga, I.; Galindo, J. & Ortega, N. (2004). Creación de un banco de progenitores de Róbalo, *Centropomus undecimalis* Bloch. Comunicación Científica do III Congreso Iberoamericano Virtual De Acuicultura p.814-820. Disponible: <http://www.civa2004.org> (Acceso en: 10 mar 2006).
- Roberts, S.B.; Jackson, L.P.; King, W.; Taylor, R.G.; Grier, H.J. & Sullivan, C.V. (1999). Annual reproductive cycle of the common snook: endocrine correlates of maturation. *Transactions of the American Fisheries Society*, 128(3):436-45.
- Schulz, R.W. & Miura, T. (2002). Spermatogenesis and its endocrine regulation. *Fish Physiology and Biochemistry*, 26(1):43-56.
- Schulz, R.W.; França, L.R.; Lareyre, J.-J.; Legac, F.; Chiarini-Garcia, H.; Nóbrega, R.H. et al. (2010). Spermatogenesis in fish. *General and Comparative Endocrinology*, 165(3):390-411.
- Soligo, T.A.; Ferraz, E.M.; Cerqueira, V.R. & Tsuzuki, M.Y. (2008). Primeira experiência de indução hormonal, desova e larvicultura do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*, no Brasil. In: Cyrino, J.E.P., Scorvo Filho, J.D., Sampaio, L.A. & Cavalli, R.O. (Ed.). *Tópicos especiais em biologia aquática e aqüicultura II*. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática. p.143-52.
- Suquet, M.; Omnes, M.H.; Norma, Y. & Fauvel, C. (1992). Influence of photoperiod, frequency of stripping and presence of females on sperm output in turbot, *Scophthalmus maximus* (L.). *Aquatic Fish Management*, 23(2):217-25.
- Tiba, R.M.; Oliveira, I.R.; Serralheiro, P.C.S. & Ostini, S. (2009). Diluentes e proporções sêmen:diluyente na criopreservação do sêmen de robalo-peva, *Centropomus parallelus*. *Boletim do Instituto de Pesca*, 35(1):99-110.
- Trippel, E.A. (2003). Estimation of male reproductive success of marine fish. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 33(1):81-113.
- Wallace, R.A.; Boyle, S.M.; Grier, H.J.; Selman, K. & Petrino, T.R. (1993). Preliminary observations on oocyte maturation and other aspects of reproductive biology in captive female snook. *Centropomus undecimalis*. *Aquaculture*, 116(2-3):257-73.
- Yaron, Z. & Levavi-Sivan, B. (2006). Fish reproduction. In: Evans, D.H. & Clairbourne, J.B. (Ed.). *The physiology of fishes*. 3^{ed}. Boca Raton: RC Press, Taylor and Francis. p.345-88.
- Zanuy, S.; Carrillo, M.; Mateos, J.; Trudeau, V. & Kah, O. (1999). Effects of sustained administration of testosterone in prepuberal sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. *Aquaculture*, 177(1-4):21-35.
- Zohar, Y. & Mylonas, C.C. (2001). Endocrine manipulations of spawning in cultured fish: from hormones to genes. *Aquaculture*, 197(1-4):99-136.

Recebido em: 1/4/2011

Versão final reapresentada em: 3/6/2011

Aprovado em: 28/9/2011



ARTIGO | ARTICLE

ÍNDICE DE AUTORES

A	
Araújo, Helisângela Acris Borges de	99
B	
Bruno, Regina Lucia Machado	99
C	
Cartagena, Beatriz Fernanda Chinchilla	125
Castro, Paula Maria Genova de	41
Cerqueira, Vinicius Ronzani	137
Corrêa, Camila Fernandes	25
Costa, Francisco Eduardo de Carvalho	117
Cunha, Fabiana Madeira Assunção	83
D	
Di Genaro, Ariane Carolina	41
Dias, Danielle Carla	25
Dias, Leonardo Frederico	117
F	
Ferraz, Eduardo de Medeiros	137
Flores-Lopes, Fábio	11
G	
Guimarães, Simone Sendin Moreira	53
H	
Hostim-Silva, Mauricio	125
I	
Inforsato, Edson do Carmo	53
Ishikawa, Carlos Massatoshi	25
L	
Leonardo, Antônio Fernando Gervásio	25
Loyola, Ana Beatriz Alkmim Teixeira	117
Loyola, Rafael Dias	83
M	
Machado, Altair de Jesus	99
Maruyama, Lídia Sumile	41
Meneghin, Silvana Perissato	75
Menezes, Luciana Carvalho Bezerra de	41
Mercante, Cacilda Thais Janson	41
P	
Pereira, Jeniffer Sati	41
R	
Ranzani-Paiva, Maria José Tavares	25
Reuss-Strenzel, Gil Marcelo	11
Rosa-Magri, Márcia Maria	75
Rotundo, Matheus Marcos	3
S	
Sales, Edilaine Maria Lecy de	117
Sales, Eusébio de	117
Sanches, Eduardo Gomes	33
Sendacz, Suzana	41
Spach, Henry Louis	125
T	
Tachibana, Leonardo	25
Z	
Zavala-Camin, Luis Alberto	3

ÍNDICE DE ASSUNTOS

A	
Alto Tietê	41
Análise de lacunas	83
Análogo do hormônio liberador do hormônio luteinizante	137
Assembleia de peixes	125
B	
Bowdichia virgilioides	75
D	
Detectores de som/pressão	3
Diversidade específica	99
Dormência	75
E	
Ecorregiões	83
Estações do ano	117
Estrutura	125
Estuário	125
Eutrofização	41
Extinção	83
F	
Formação de professores	53
Fungos do ar	117
G	
Germinação	75
Gonadotrofina coriônica humana	137
Guaíba	11
H	
Hormônio folículo estimulante	137
Hospital	117
I	
Impacto ambiental	11
L	
Licenciaturas	53
Linha lateral	3
Lutjanídeos	33
M	
Maricultura	33
Meio ambiente	53
Microbiologia	25
Morfologia	75
O	
Oreochromis niloticus	25
P	
Peixes	3
Pesqueiro	41
Piscicultura	25
Planejamento sistemático para a conservação	83
Prevalência	117
Probiótico	25
Q	
Qualidade da água	11,41
R	
Recife de Fora	99
Recifes de Abrolhos	99
S	
Silastic® MDX4-4210	137
T	
Tafonomia	99
Tanques-rede	33
U	
Universidade	53
V	
Vertebrados	83
Vesícula gasosa	3

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

A Revista *Bioikos* publica trabalhos científicos originais, artigos de revisão e comunicações científicas relacionados às diversas áreas da Biologia. A partir de 2010, a *Bioikos* foi subdividida em grandes áreas temáticas para publicação, com Editores Associados específicos para cada área, que foram assim definidas:

■ **Biologia Molecular**, que contempla:

- Biologia Celular
- Fisiologia e Farmacologia
- Bioquímica e Biofísica
- Genética e Biologia Molecular

■ **Ambiental**, que contempla:

- Botânica
- Ecologia
- Zoologia
- Recursos Pesqueiros

■ **Ensino**, que contempla:

- Educação, Sociedade e Ambiente
- Ensino de Ciências e Biologia

Portanto, é solicitado que os autores, ao encaminhar o manuscrito, definam a grande área temática e a subárea contemplada.

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.

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

Os autores devem indicar, obrigatoriamente, no momento da submissão, o nome de três revisores com as respectivas informações profissionais e de contato.

São aceitos trabalhos acompanhados de carta assinada por todos os autores (assinaturas originais ou eletrônicas), com descrição do tipo de trabalho, declaração de que o trabalho está sendo submetido apenas à *Bioikos* e de concordância com a cessão de direitos autorais. A carta deve indicar nome, endereço, números de telefone e e-mail do autor para o qual a correspondência deve ser enviada.

Caso haja utilização de figuras ou tabelas publicadas em outras fontes, deve-se anexar documento que ateste a permissão para seu uso.

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 CD-ROM ou DVD.

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 CD-ROM ou DVD.

3. Estrutura do artigo

A Revista *Bioikos* publica artigos nas categorias originais, de revisão e notas científicas. A publicação pode ser em português, espanhol ou inglês e o texto deve ter de 15 a 20 laudas. As folhas devem ter numeração personalizada desde a folha de rosto (que deve apresentar o número 1). O papel deve ser de tamanho A4, com formatação de margens superior e inferior (no mínimo 2,5cm), esquerda e direita (no mínimo 3,0cm).

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

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 os objetivos, a metodologia, 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 e nota científica, os trabalhos devem seguir a estrutura formal para trabalhos científicos:

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

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

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

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

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

- **Nome científico:** o nome científico completo de uma espécie deve ser mencionado nas legendas das ilustrações (figuras, tabelas e quadros), na *abstract*, resumo e introdução; posteriormente, o nome genérico deve ser abreviado.

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

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

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

- **Citações no texto:** devem constar na lista de referências. Citar o sobrenome do autor, seguido do ano de publicação, como em Rocha (2008); se forem dois autores, o último sobrenome de

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

- Exemplos de referências

Periódico

Dois autores

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

Mais de dois autores

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

Livro

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

Mais de dois autores

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

Capítulo de Livro

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

Dissertações e Teses

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

Trabalhos apresentados em congressos e similares

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

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

LISTA DE CHEGAGEM

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

- Indicar a área e subárea da revista para a qual está submetendo o manuscrito;

- Indicar o nome de três revisores com as respectivas informações profissionais e de contato;

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

- Verificar se o texto, incluindo resumos, tabelas e referências, está reproduzido com letra arial, tamanho 11 e espaçamento entrelinhas 1,5, e com formatação de margens superior e inferior (no mínimo 2,5cm), esquerda e direita (no mínimo 3cm);

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

- Preparar página de rosto com as informações solicitadas;

- Incluir nomes de agências financiadoras e número do processo;

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

- Incluir título do manuscrito, em português e inglês;

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

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

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

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

- Incluir parecer do Comitê de Ética da instituição.

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE E TRANSFERÊNCIA DE DIREITOS AUTORAIS

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

- Título do manuscrito;

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

- Autor responsável pelas negociações.

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

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

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

2. Transferência de direitos autorais:

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

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

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

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

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

The Journal *Bioikos* publishes original scientific studies, reviews and scientific communications of many biological areas. In 2010, *Bioikos* was divided into broad areas for publication, with specific associated editors for each area. The areas are the following:

- **Molecular Biology**, covering:
 - Cell Biology
 - Physiology and Pharmacology
 - Biochemistry and Biophysics
 - Genetics and Molecular Biology

- **Environmental**, covering:
 - Botany
 - Ecology
 - Zoology
 - Fishing Resources

- **Teaching**, covering:
 - Education, Society and Environment
 - Teaching of Sciences and Biology

We kindly ask the authors to indicate the area and subarea of the study according to the divisions above when submitting articles to the journal.

EDITORIAL PROCEDURES

1. Assessment of the manuscript

Manuscripts submitted to the journal in agreement with the editorial policy and instructions for authors are preselected by the editors according to the scientific merit of the contribution. If the article does not meet the requirements or standards of the journal, the authors will be asked to make the necessary changes and/or attach the missing documents, such as an introduction letter.

It is strongly recommended that the author(s) seek(s) professional linguists and/or translators certified in the Portuguese, English or Spanish languages before submitting articles with possible grammar, morphological, syntactic, idiomatic and/or stylistic errors.

Poorly written original articles containing mistakes and/or morphological or syntactic errors are returned to the authors before assessment of their merit or of publication convenience.

Articles approved in this phase are then sent to *ad hoc* referees selected by the editors. Each manuscript is sent to two referees of known competence in the field. If there is disagreement between the referees, the article is sent to a third referee for assessment.

The journal uses the blind review system, that is, both the referees and the authors remain anonymous to each other. Therefore, the authors are asked to avoid including information in the text that may uncover their identity.

If any of the referees report a conflict of interest, the editorial committee will send the article to another *ad hoc* referee.

The referees will either (a) accept the article in full; or (b) accept the article but request changes; or (c) refuse the article. The authors will always be notified of the outcome. However, the editors will make the final decision on whether to publish the article. They will also make adjustments if necessary. Texts with problems are returned to the authors for corrections. The authors are asked to return the article to the publishing department within the established deadline.

Accepted manuscripts may return to the authors for approval if changes are made during editing and formatting to meet the style of the journal.

Hard proofs are sent to the authors for correction of possible printing mistakes. Please return the hard proofs to the publishing department before the deadline. Other changes in the manuscript cannot be made during this phase.

2. Submission of manuscripts

When submitting articles, the authors are asked to (a) indicate three referees and their respective professional and contact information; (b) include a letter describing the type of study, declaring that the manuscript is only being submitted to *Bioikos* and agreeing to transfer the copyright ownership to *Bioikos*. This letter must be signed by all authors (original or electronic signatures). Also include the full name, address, telephone numbers, and e-mails of the corresponding author in the letter; (c) If figures or tables published elsewhere are used, please attach the authorization from the respective publisher(s) to use them; (d) include four hard copies of the article using line spacing of 1.5 and Arial font size 11; (e) include a labeled CD-ROM or DVD with an electronic copy of the manuscript in *doc* or *docx* format (Microsoft Word version 97-2003 or newer). The label should contain the name(s) of the author(s) and file.

3. Structure of the manuscript

Bioikos Journal publishes original and review articles and scientific notes. Manuscripts may be in Portuguese, Spanish or English and be 15 to 20 pages long. Number all pages, starting at the title page, which should be page 1. Use A4 paper with upper

and lower margins of at least 2.5cm and left and right margins of at least 3.0cm.

Re-edited version: Articles with changes suggested by the referees are to be resubmitted in three full hard copies and an electronic copy in a CD-ROM or DVD. The disk should contain the protocol number, manuscript version number, name of authors and file name. Make sure to resubmit the reedited manuscript within the deadline and send only the last version.

Use blue font to make the requested changes to the text. Include a new letter addressed to the editor confirming your continued interest in publishing the manuscript and listing the changes. The letter should also contain the title and code of the manuscript and, in case of disagreement with the referees' recommendations, arguments that justify your position.

Include the following information in the title page:

a. Complete title – should be concise and avoid excess words, such as “assessment of...,” “considerations about...,” “exploratory study...;”

b. Short title with up to forty characters with spaces in English and Portuguese or Spanish;

c. Full name of all authors indicating their institutional affiliations. Only one title and affiliation will be accepted per author. The author(s) are free to choose which title and affiliation they prefer. Do not abbreviate the titles or affiliations.

d. Full address of the affiliated universities;

e. The corresponding author's full address, fax number, telephone number and e-mail.

Observation: Only the title page may contain information about the authors. All other pages cannot contain any information that identifies any of the authors.

Abstract: Articles submitted in Portuguese or Spanish must have an abstract in the respective language and one in English. The abstract should have at least 150 words and at most 250 words. Articles submitted in English should include an abstract in Portuguese in addition to the abstract in English. Include in the abstract the objective(s), method(s), information about location, population and sample of the study, and most important results and conclusions, considering the objectives of the study. Also make suggestions for future studies. Abstracts should not contain citations, acronyms or abbreviations. Abstracts may have from three to six keywords.

Text: original articles (but not reviews or scientific notes) should follow the formal structure of scientific papers:

- The **Introduction** should contain a current literature review, pertinent to the theme, appropriate to the presentation of the problem and emphasizing its importance. It should not be extensive, except in review articles.

- The **Material and Methods** should contain a clear and succinct description of the method(s) used followed by the

corresponding literature references, including procedures, universe, sample, measurement instruments and, when applicable, validation method and statistical treatment. Demonstrate that the statistical procedures were not only appropriate for testing the hypotheses but were also correctly interpreted. Indicate the significance levels used (e.g. $p < 0.05$; $p < 0.01$; $p < 0.001$). If animals are used in the study, indicate if the guidelines of institutional or domestic research committees or domestic laws regarding the care and use of laboratory animals were followed. Also include the number of the approval process.

- The **Results** should be presented in self-explanatory tables or figures with statistical analyses whenever possible. The data in tables and figures should not be repeated in the text. Tables, charts and figures should be limited to five in all and numbered consecutively and independently with Arabic numerals, in concordance with the order in which they are mentioned in the text. Use one page for each item (table, figure, chart, etc.) and indicate their location in the text. Always include the location and year of the study in their titles. Keep the titles short. Use open side borders for charts and tables. The author(s) are responsible for the quality of the figures (drawings, illustrations, tables, charts and graphs). It should be possible to resize them without loss of resolution (size of one or two columns, 7.6 and 16.2 cm respectively). Landscape format is not accepted. **Digital figures** should be in JPEG with a minimum resolution of 300 dpi. Printing of **color images**, if technically viable, is paid by the authors. If the authors are interested, *Bioikos* will provide a quote of the costs which will vary according to the number of images, number of pages the color images will occupy and whether other authors also requested printing of color images.

Figures should be sent in high quality print, in black and white and/or shades of gray and/or hatches. **Graphs** should be sent separately in WMF files (Windows metafile) and in the format of the program that generated them (SPSS, Excel) accompanied by their quantitative parameters in tables containing the names of all variables. **Satellite images** and **photographs** should be submitted in the following formats: TIFF (Tagged Image File Format) or BMP (Bitmap). Use a minimum resolution of 300dpi (dots per inch) and a minimum width of 16.2cm. Payment is due as soon as the quote is received, if agreed with. Authors are asked to pay by wire transfer or bank deposit. Account information will be duly provided.

The **Discussion (this section can be merged with Results):** should discuss the results appropriately and objectively and compare them with other published results.

The **Conclusion** should contain pertinent conclusions, i.e., considering the objectives of the study, and make suggestions for future studies. Do not make citations here.

Acknowledgments are accepted in a separate paragraph and should contain no more than three lines naming the institutions or individuals who in fact collaborated with the study.

Include the **scientific names** of the studied species in the captions of the illustrations (figures, tables and charts), abstract, and introduction. Abbreviations are accepted elsewhere.

Only include **attachments** if they are essential for text comprehension. Their publication will be decided by the editors.

Use standard **abbreviations and acronyms** and only those used conventionally or sanctioned by use. The first time the term is

mentioned in the text, it must be written in full accompanied by the abbreviation or acronym. Do not use abbreviations or acronyms in the title or abstract.

List **References** alphabetically at the end of the manuscript, according to the first author's last name and chronologically by author. All authors should be cited in references with two to six authors; if more than six authors, only the first six should be cited followed by *et al.* Include the full name of the journals. Citations and/or references of undergraduate monographs, summaries of works presented in congresses, symposiums, workshops, meetings, among others, and unpublished articles (for example, classes, among others) will not be accepted. Citations of dissertations and theses should be avoided as much as possible. If an unpublished work, that is, an article in press, of one of the authors of the manuscript is cited, include the letter of acceptance of the journal that will publish the article. If unpublished data obtained by other researchers are cited in the manuscript, include a letter from the original authors authorizing their use.

All **citations in the text** must be listed in the references. When citing one author, cite the name of the author followed by the year of publication in parenthesis, for example, Rocha (2008); if there are two authors, cite both separated by an ampersand (&), for example, Santos & Martins (2008); if there are three or more authors, cite the last name of the first author followed by the expression *et al.*, for example, Rafael *et al.* (2008). Multiple citations should be separated by a semicolon and cited chronologically, for example, (Santos, 2003; Almeida *et al.*, 2004; Oliveira & Rocha, 2006). The author(s) are responsible for the accuracy and appropriateness of the references that have been consulted and mentioned.

Examples of references

Journal

Two authors

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

More than two authors

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

Book

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

More than two authors

Alberts, B.; Bray, D.; Lewis, J.; Johnson, A.; Raff, M.; Roberts, K. *et al.* (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.

Works presented in congresses and the like

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.

Web pages: include the URL: <<http://www...>>. (accessed on June 4, 2008).

CHECKLIST

- Declaration of responsibility and transfer of the copyrights signed by all authors.
- Indicate the area and subarea of the journal to which the manuscript is being submitted.
- Indicate the name of three referees, including their professional and contact information.
- Send four copies of the manuscript to the editor (one original and three copies) and a CD-ROM or DVD with the following information in the label: name of the author(s) and file name. If the article is being resubmitted after compliance with referees' suggestions, include the number of the protocol.
- The text, including the abstract, tables and references, should use font Arial 11 and line spacing of 1.5. The upper and lower margins should be of at least 2.5cm and the left and right margins should be of at least 3cm.
- Verify if the information in the captions of figures and tables is complete.
- Prepare a title page with the necessary information.
- Include the names of the sponsors and process numbers.
- Indicate if the article is based on a thesis/dissertation and include the title, name of institution, year of defense and number of pages.
- Include the title of the manuscript in English and Portuguese or Spanish.
- Include a short title with a maximum of 40 characters with spaces. This title will be the caption of all pages.
- Include abstracts with no less than 150 and no more than 250 words in English and Portuguese or Spanish, according to the language of the manuscript, and the respective keywords.
- Verify if the references are in agreement with the style of the journal and if all citations are included.
- Include the authorization of original editors to reproduce material published elsewhere.
- Include the approval of the Research Ethics Committee of the study institution.

DECLARATION OF RESPONSIBILITY AND TRANSFER OF COPYRIGHT OWNERSHIP

Each author is asked to read and sign the documents "Declaration of Responsibility" (1) and "Transfer of Copyright Ownership" (2) which must include:

- the title of the manuscript;
- full name of the authors (in the same order that they appear in the manuscript);
- author responsible for the negotiations.

1. Declaration of responsibility: all authors are asked to sign the declarations of responsibility in the terms below:

- "I certify that I participated in the conception of the study and make public my responsibility for its content. I did not omit any connections or financial agreements with authors and companies that may have an interest in the publication of this manuscript".

- "I certify that the manuscript is original and that the work, in part or in full, or any other work with a substantially similar content of my authorship, has not been submitted to another journal in hard or electronic copy and will not be submitted to another journal in hard or electronic copy while its publication is being considered by the journal *Bioikos*".

2. Transfer of copyright ownership:

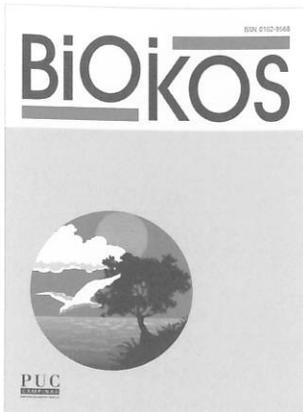
- "If *Bioikos* accepts to publish the manuscript, I declare that *Bioikos* becomes the exclusive owner of its copyrights. I am aware that any reproduction elsewhere, in part or in full, in any media, printed or electronic, without the previous and necessary authorization by *Bioikos*, is strictly forbidden. If the authorization is granted, I shall include a note thanking *Bioikos*".

Signature of the author(s)

Date _____ / _____ / _____

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

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



Prezado amigo,

É com satisfação que vimos convidá-lo **ASSINAR ou RENOVAR** a revista *BIOIKOS*, a melhor forma de ter contato com os trabalhos desenvolvidos por pesquisadores da área através de uma publicação nacional, indexada pela ASFA - Aquatic Sciences & Fisheries Abstracts, Base de Dados Periódica (Índice de Revistas Latinoamericano em Ciências), Lista Qualis: B-4.

Esperamos contar com sua presença entre nossos assinantes regulares.

Preencha o canhoto abaixo.

ASSINATURA **RENOVAÇÃO**

<input type="checkbox"/> Volume 20 (1 e 2) (2006)	<input type="checkbox"/> Pessoas Físicas	R\$ 30,00	<input type="checkbox"/> Institucional	R\$ 50,00	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Volume 22 (1 e 2) (2008)	<input type="checkbox"/> Pessoas Físicas	R\$ 30,00	<input type="checkbox"/> Institucional	R\$ 50,00	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Volume 24 (1 e 2) (2010)	<input type="checkbox"/> Pessoas Físicas	R\$ 40,00	<input type="checkbox"/> Institucional	R\$ 100,00	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Volume 25 (1 e 2) (2011)	<input type="checkbox"/> Pessoas Físicas	R\$ 50,00	<input type="checkbox"/> Institucional	R\$ 120,00	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Volume 26 (1 e 2) (2012)	<input type="checkbox"/> Pessoas Físicas	R\$ 50,00	<input type="checkbox"/> Institucional	R\$ 120,00	<input type="checkbox"/>

Nome: _____

Endereço: _____

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

CNPJ/CPF: _____ E-mail: _____

Anexo cheque número: _____ Banco: _____ Valor: _____

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

Assinatura: _____ Data: ____ / ____ / ____

FORMAS DE PAGAMENTO

PARCELADO

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

À VISTA

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

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

Enviar pedido juntamente com seu pagamento para:

Revista Bioikos - Núcleo de Editoração - Prédio de Odontologia - Campus II
Av. John Boyd Dunlop, s/n. - J. Ipaussurama - 13060-904 - Campinas - SP. Fone/Fax: (19) 3343-6875
E-mail: sbi.neassinaturas@puc-campinas.edu.br - Home Page: www.puc-campinas.edu.br/ccv

Pontifícia Universidade Católica de Campinas

(Sociedade Campineira de Educação e Instrução)

Reitora: Profa. Angela de Mendonça Engelbrecht

Vice-Reitor: Prof. Eduard Pranic

Pró-Reitor de Graduação: Prof. Germano Rigacci Júnior

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

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

Pró-Reitor de Administração: Prof. Ricardo Pannain

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

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

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

Bioikos

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

Editoração eletrônica / DTP

Toque Final

Impressão / Printing

Gráfica Editora Modelo Ltda.

Tiragem / Edition

800

Distribuição / Distribution

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



Artigos | Articles

Ecologia | Ecology

- 75 Prioridades espaciais para a conservação de mamíferos ameaçados de extinção na região Neotropical
Spatial priorities for the conservation of threatened mammals in the Neotropics
● Fabiana Madeira Assunção Cunha, Rafael Dias Loyola
- 91 Impacto da hidrodinâmica e da sedimentação sobre a microfauna de foraminíferos bentônicos de áreas recifais do sul da Bahia, Brasil
Impacts of the hydrodynamic and sedimentation on the benthic foraminifera microfauna of coral reef areas from Southern Bahia, Brazil
● Helisângela Acris Borges de Araújo, Regina Lucia Machado Bruno, Altair de Jesus Machado
- 109 Micota no ar da unidade de terapia intensiva e centro cirúrgico de um hospital universitário
Airborne fungi from intensive care units and surgical center in university hospital
● Eusébio de Sales, Edilaine Maria Lecy de Sales, Leonardo Frederico Dias, Francisco Eduardo de Carvalho Costa, Ana Beatriz Alkmim Teixeira Loyola

Recursos Pesqueiros | Fishing Resources

- 117 Distribuição espacial da ictiofauna demersal no Saco dos Limões (Baía Sul, Florianópolis, SC)
Spatial distribution of demersal fishes in the Saco dos Limões (Baía Sul, Florianópolis, SC, Brazil)
● Beatriz Fernanda Chinchilla Cartagena, Mauricio Hostim-Silva, Henry Louis Spach
- 129 Indução da maturação gonadal do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792), em cativeiro: aplicação de diferentes protocolos de indução da maturação e indutores hormonais
Inducing gonadal maturation of common snook, Centropomus undecimalis, in captivity: application of different protocols of gonadal maturation induction and hormonal inductors
● Eduardo de Medeiros Ferraz, Vinicius Ronzani Cerqueira