

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Centro de Ciências da Saúde
Instituto de Biologia
Programa de Pós-Graduação em Ecologia

**Atividade reprodutiva dos peixes do rio Macaé (RJ)
em função do gradiente longitudinal**

Marcelo Fulgêncio Guedes de Brito

Tese apresentada como requisito para
obtenção do título de doutor pelo Programa
de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de
Biologia, Universidade Federal do Rio de
Janeiro

Rio de Janeiro
Junho/2007

Ficha Catalográfica

Brito, Marcelo Fulgêncio Guedes de
Atividade reprodutiva dos peixes do rio Macaé (RJ) em função do
gradiente longitudinal / Marcelo Fulgêncio Guedes de Brito. Rio de
Janeiro, 2007. i-x, 170 f.: il.

Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro,
Instituto de Biologia, Programa de Pós Graduação em Ecologia, 2007.

Orientadora: Érica Pellegrini Caramaschi

1. Reprodução. 2. Estratégia reprodutiva. 3. Ictioplâncton. 4. Rio Macaé.
5. Gradiente longitudinal. 6. Sazonalidade. 7. Mata Atlântica – Teses. I.
Caramaschi, Érica Pellegrini (Orient.). II. Universidade Federal do Rio de
Janeiro. Instituto de Biologia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia.
III. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO/UFRJ
INSTITUTO DE BIOLOGIA
Programa de Pós-Graduação em Ecologia

CX. POSTAL 68.020 – ILHA DO FUNDÃO
CEP: 21941-590 – RIO DE JANEIRO – RJ – BRASIL
TEL./FAX: (21) 290-3308 TEL.: (21) 562-6320
e-mail: ppge@biologia.ufrj.br

“Atividade reprodutiva dos peixes do rio Macaé (RJ) em função do gradiente longitudinal”

Marcelo Fulgêncio Guedes de Brito

TESE SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE
JANEIRO VISANDO A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ECOLOGIA)

DEFENDIDA EM 21 DE JUNHO DE 2007

APROVADA POR:

Dr.^a Erica Maria Pellegrini Caramaschi
(Presidente da Banca)

Dr.^a Ana Cristina Petry

Dr.^a Andréa Bialetzki

Dr.^a Rosana Mazzoni Buchas

Dr. Marcelo Ribeiro Brito

Este trabalho é dedicado aos meus pais Antônio Guedes e Isolina, e minha irmã Luciana, por todo incentivo, dedicação, paciência, carinho e apoio em todos os momentos.

Também dedico à amiga Cláudia Angélica Brandão (in memoriam), que foi a pessoa responsável pela minha vinda para o Rio de Janeiro.

AGRADECIMENTOS

A Deus por sempre estar ao meu lado em todos os momentos.

Ao *Véio do rio* pela proteção durante as coletas.

À minha orientadora Prof^a. Dr^a. Érica P. Caramaschi, pela oportunidade de fazer parte do LabEcoPeixes, confiança, incentivo, discussões para a realização deste trabalho e disposição para encarar as estradas na bacia do rio Macaé repletas de crateras, mesmo com o problema na coluna.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de estudo concedidas (Processos 140156/2003-8 e SWE 200255/2006-1).

Às agências de fomento, CNPq (Processo 479257/2004-3) e Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) (Processo E-26/171.672/2001), pelo financiamento parcial do trabalho.

Ao Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA) pela concessão da licença de pesca científica para realizar as amostragens (Autorização 004/2004).

Aos colegas de LabEcoPeixes Daniel Lin, Míriam Albrecht, Rafael Leitão e Pedro Mariano pelas discussões das análises estatísticas.

Aos pesquisadores do setor de Ictiologia do Museu Nacional do Rio de Janeiro, Dr. Filipe Melo, Dr^a. Miriam Ghazzi e Dr. Marcelo Britto (com 2 T's!), pela confirmação e identificação de algumas espécies do rio Macaé.

À Prof^a. Dr^a. Andréa Bialecki, do NUPELIA, pelo auxílio na identificação de algumas larvas.

Aos professores da pré-banca Dr. Ricardo Iglesias Rios e Dr. Marcelo Vianna pelas sugestões e correções.

Às funcionárias do PPGE, Márcia e Sueli, pela atenção e presteza em todos os momentos.

À Maureen Craik, figura decisiva no início do trabalho quando eu nem sabia onde ficava o rio Macaé! Seu conhecimento da região em muito contribuiu para o estabelecimento dos pontos e prosseguimento do trabalho.

À Ekena Rangel Pinagé (WWF – Brasil) pela confecção do mapa de remanescentes florestais na bacia do rio Macaé.

Aos colegas do Laboratório de Limnologia por permitir a utilização da lupa e do barco, o inesquecível *Laranja Mecânica*.

Ao grande amigo Marcelo *Lontrão* Rheingantz pelo apoio e auxílio na formatação final da tese.

Ao grande amigo rubro-negro Alexandre Clistenes pela estadia nos momentos que precederam meu ingresso na UFRJ, pelos passeios aos pontos etílicos cariocas e *workchopps* nos eventos que estivemos juntos.

Ao Sr. Martinho, Sr^a. Mércia e Tiago pelo primeiro pouso em território fluminense. Nunca vou esquecer o carinho que tiveram comigo e por fazer parte da família. Serei eternamente grato a vocês! Obviamente não poderia deixar de fora meu grande amigo e *irmão* Rafael *Jovito*, que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos. Só espero que você não esqueça do trabalho para a *Creyssiana*!

Aos amigos Herique *Henrolique* e Vagner *Cachaça* pelo segundo pouso no Rio, como também pela grande amizade nesses anos de universidade e pela ajuda sempre que requisitada. Valeu!

A todas pessoas que contribuíram de alguma forma durante a passagem pelo rio Macaé: Margarida com o famoso bolinho de abóbora com truta para matar a fome de quem estava nas águas gélidas de Macaé de Cima; Sr. Sérgio pela estadia e conforto proporcionado em sua residência em Macaé de Cima; Sr. Renaldo *Fuzilin*, Sr^a. Creuza e Heraldo com a hospitalidade de sempre e as loooooooooongas conversas ao lado do fogão à lenha com doce de banana; Sr. Hélio que nos socorreu quando a Kombi atolou; Sr. Geraldo e Sr^a. Joceline, pela estadia em Lumiar e conforto proporcionado; Tasso, Moraes e Gracinha pelo carinho e atenção de sempre quando da nossa chegada a Águas de Santa Luzia, assim como também o inesquecível *Psicólogo* com seu inglês britânico da Praça Mauá; Márcio, Oséias e Tiago da ONG Pequena Semente no Sana por sempre permitir a nossa pernoite e pela atenção de sempre nas nossas chegadas noturnas e repentinas; ao Sr. Pedro (com sua calma de sempre), Sr. Braulino, Sr. Jairo, Sr. Denecir e *Nei*, permitindo a entrada na propriedade para a execução do trabalho; ao Sr. Moraes da Fazenda Ilha da Saudade, por permitir a entrada na propriedade, atenção e tradicional cafezinho; aos funcionários do NUPEM, em especial a Lena e Lia, pelos inúmeros *galhos quebrados*, carinho e atenção de sempre.

Aos membros do LabEcoPeixes e os *forasteiros* que se dispuseram a passar momentos inesquecíveis durante as amostragens de coleta no rio Macaé: André Ferreira, Andrezão, Andreza *Gaibe*, Carla, Clarissa, Cláudio, Danielle *Seqüela*, Fátima, Fernanda, Ellen, Henricão, Juliana, *Kiko*, Leandro *Homo habilis*, Marcelinho,

Marco, Miriam, Monique, Pablo, Pedro, Rafael, Raquel, Renata, Roberta, Sérgio, Vagner *Cachaça*, Victor.

Ao companheiro de mergulho nas águas *polares* de Macaé de Cima, Henrique *Kiko* Lazzarotto, pela amizade, auxílio nos trabalhos de campo e laboratório, e sugestões para a realização do trabalho. Valeu *Baró!*

À Miriam Albrecht, a gaúcha mais carioca do Brasil, pela amizade, pelos saudosos mega-eventos, presteza de sempre, apoio durante todos os momentos e recentemente pelas caronas para sair do Fundão próximo das doze badaladas noturnas.

Aos *brothers* Andrezão e Herval pela amizade, companheirismo e incentivo. Nunca esquecerei dos nossos papos regados à cerveja, seja na Lapa, Botafogo, Feira de São Cristóvão ou Picinguaba.

Ao vascaíno Cláudio *Jacaré* Soares pela grande amizade nesses anos de LabEcoPeixes, pelas *luzes* no início da coleta e triagem de ovos e larvas, e pelas *pérolas* cibernéticas.

Ao tricolor José Luiz Novaes pelos papos e amizade, como também pela valorosa ajuda durante as primeiras expedições pela bacia do rio Macaé. Valeu pequena semente!!!

Ao grande botafoguense, Ricardo Campos da Paz, pela amizade e cervejas no Maraca.

À amiga Renata Bartolette pelo apoio, companheirismo e cervejadas durante esses anos de laboratório.

A Dráusio Belote pela amizade nesses anos e por me *aplicar* nos peixes anuais.

À Sônia pela grande amizade que foi construída nesses anos e por toda ajuda para resolver os problemas que surgiram no laboratório.

Àqueles amigos que passaram pelo LabEcoPeixes, André Ferreira, Marco Gonçalves, Daniel Fernando e Pedro Holanda, com quem vivi bons momentos no Fundão e nas festinhas do laboratório.

Ao técnico do LabEcoPeixes, Sérgio Teixeira, fundamental no processamento do material. “Calma Claudião!!!!!! Calma!!!!!!”.

Aos estagiários Gisela, Giuseppe, Mayara, Raquel e Victor que ajudaram na longa e trabalhosa triagem do material e na tabulação de dados.

Aos companheiros da Biologia e PPGE do Fundão, étlicos ou não, que nesse período estiveram presentes em minha vida: Aline, Daniela, Leonardo, Pablo, Juliana, Aninha, Pedro, Bruno, Daniel, Renata, Diana, Milena, Rafael *Rato*, Márcia, Cláudia, Serginho, Maron, Rafael e Rodrigo.

Aos inúmeros companheiros de LabEcoPeixes com quem passei todos os momentos e emoções (foram tantas!!!) nos últimos anos, Aline, Carla, Carolina, Clarissa, Daniel Lin, Danielle, Douglas, Ellen, Felipe, Juliana, Jorge *Corroncho*, Leandro *Homo habilis*, Marcelinho, Fátima, Pedrão, Rafael, Ricardo, Thiago, Vanessa, Vitão.

Aos amigos da República Saco Roxo, André Contiero, André *Galão*, Dimas, Fábio, Heleno, Luiz Gustavo e Perfilino, que não só um apartamento na Voluntários da Pátria dividimos, mas momentos alegres, engraçados, curiosos e conturbados, principalmente com a bagunça dos meus livros e artigos nos últimos meses. Mas uma pergunta ainda fica: quem é o *Rolictus Freatorum I?*

Aos vizinhos Etereudes *ET*, Fabiano *Cabelin*, Rener, Thiago *Mochila*, Afonso e Adelaílson por todos os divertidos e alcoólicos momentos que passamos, seja em qualquer das duas casas ou na Lapinha. Truuuuuuuuuuuuuucoooo!

À minha professora de francês Edna *Pandora de Acrópole*, que além de psicóloga mostrou-me que era possível aprender francês em 3 dias.

A Roger Waters e Ian Anderson que atenderam às minhas preces e retornaram ao Brasil.

Aos familiares de Belo Horizonte que sempre apoiaram, em especial aos tios *Kimba* e *Celme* e padrinhos Milton (*in memoriam*) e Dulce.

Aos amigos e familiares de Pirapora, em especial aos tios *Beto*, *Jamir*, *Lió* e *Dilcinha*, que sempre torceram por mim, além de proporcionarem, durante meus breves passeios, os mais diversos cardápios barranqueiros!

Aos primos Malacco, Marcos Aurélio e Marco Antônio, que despertaram em mim a curiosidade pelo mundo biológico nos livros e nas conversas que tínhamos desde pequenos.

Aos primos *Celminha* e *Luciano* pelo apoio incondicional durante esses anos e pelos memoráveis jogos do Cruzeiro no Mineirão!

Aos eternos amigos e *país* *Tarcísio* e *Rosilene* por todo incentivo e conselhos durante esses longos anos que nos conhecemos.

Aos amigos do pleistoceno e companheiros de faculdade, Conrado e Ronald. Mesmo longe estiveram presente dando força, torcendo para dar certo e lendo e-mails quilométricos. Grupo Frangão de Empreendimentos!

Aos amigos Luiz e Raphael, pela força de sempre, estímulo para partir para o Rio e pelos conselhos regados, obviamente, a cerveja, cachaça e jenofróis.

À amiga de várias jornadas, Simone Marques, que pessoalmente ou virtualmente sempre esteve ao meu lado para escutar muita coisa e falar mais ainda!

Ao grande amigo Breno Perillo pelos ensinamentos de coleta como também companheiro de expedições ictiológicas e alcoólicas. Não poderia também esquecer de seu fiel escudeiro, Gabriel Alkmin!

Ao amigo e companheiro na luta contra introdução dos peixes exóticos André *Tchuries*, pela força e por toda ajuda ao *fizin!*

A todos os membros do Limo's Club, em especial Regina, Ronaldo *Metal*, Daniela e Paulão. Mesmo os rápidos encontros tornam-se momentos inesquecíveis. Vamos ver se esse ano tem de novo!

Aos companheiros butequeiros de BH da turma do Jenofróis: André *Tchuries*, Edsel *Rochinha*, Thiago, Guilherme *Bilé*, Paulo Roberto *Chico*, Felipe *Fizin*, Sandrinha, Guilherme *Dedelino* e Renê.

Aos colegas da *Festa do Ap*, Alba (*in memoriam*), Cassiano, Cristina, Edgar e Lílian, por todos os risos, alegrias, cantorias e bebedeiras.

Aos vizinhos de BH, Roberto, Kênia, Vânia, Geraldo e Marisa pela amizade, apesar de minha presença sempre passageira.

A Perimar Moura pela amizade, gargalhadas, brindes e copos que tomaremos muitas cervejas e destilados!

À amiga Adriana, seu companheiro Rui e sua família, que tão bem me acolheram e fizeram com que ganhasse alguns quilos degustando as delícias da culinária ibérica além de transformarem em guias na breve estadia.

Ao Dr. Javier Lobón Cerviá por me receber e disponibilizar seu laboratório no Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid para trabalhar, bem como pela oportunidade de coletar e conhecer a fauna ibérica.

Aos amigos venezuelanos Douglas e Emeliza e aos *maritacos* colombianos Iván e Cláudia, por toda ajuda, companheirismo, paciência, preocupação e *borrachera* em qualquer canto da cidade.

Ao Pe. José Leite por providenciar a residência em território espanhol e pela amizade que surgiu nesse período.

A Adriano e Taisse pelo auxílio em Madrid, principalmente nos momentos iniciais em que eu era mais um no meio da multidão.

Aos amigos poloneses Aneta e Krzysiek pelas inúmeras cervejas e afins derramados goelas abaixo, e pelos bons momentos e risadas no Tamames.

À Maria Jesus *Chus*, Máximo, Ernesto e Sílvia pelos agradáveis momentos que passamos em Madrid.

Aos peixes do rio Macaé que foram sacrificados para fazer parte deste trabalho.

A todos os alambiques, principalmente os de Salinas, por nunca falharem na fabricação e fornecimento de cachaça durante estes anos, como também ao fabricante da tradicionalíssima Selvaaaaaaaaaaagem!

*Run, rabbit run.
Dig that hole, forget the sun,
And when at last the work is done
Don't sit down it's time to dig another one.*

Roger Waters

Resumo

A atividade reprodutiva dos peixes do rio Macaé (RJ) foi avaliada em função das variáveis fisiográficas (altitude) e abióticas (condutividade, temperatura da água, oxigênio dissolvido e pluviometria) ao longo do gradiente longitudinal. Foram amostradas 12 localidades, das quais quatro em cada um dos trechos alto, médio e baixo no período de março/2004 a março/2005. Através da coleta de ovos, larvas e juvenis utilizando duas metodologias distintas (peneira na margem, e rede de plâncton em deriva no canal do rio) foi observada maior presença de larvas na vegetação marginal. Foi verificada correlação positiva entre a densidade de larvas e juvenis na margem e os valores pluviométricos. Larvas e juvenis em deriva apresentaram maior densidade em novembro, mas não foi verificada correlação com a pluviometria. Ovos ocorreram em baixas densidades nos dois aparelhos. A amostragem de formas iniciais de desenvolvimento na margem foi realizada com um aparelho por nós idealizado, tendo demonstrado grande eficiência. No estudo de caso com a espécie de cascudo *Neoplecostomus microps*, foi observada diferença no padrão de distribuição de acordo com a faixa etária. Larvas apresentaram dependência da vegetação marginal na primeira fase de vida, onde encontram abrigo após a eclosão. Juvenis permanecem na vegetação marginal por pouco tempo, dirigindo para o canal do rio onde permanecem durante toda a fase adulta. Sítios reprodutivos da espécie foram encontrados sob pedras de maior tamanho localizadas em corredeiras no rio Macaé e no rio Boa Esperança. O dimorfismo sexual se manifestou como diferenças na região da papila uro-genital de machos e fêmeas, e pela presença de uma projeção epidérmica sobre o espinho da nadadeira peitoral dos machos. Tanto o dimorfismo sexual quanto o sítio reprodutivo constituem registros inéditos para o gênero. Para sete espécies de Loricariidae foi verificada uma diferença nos padrões reprodutivos, tendo sido possível separá-los em 3 grupos distintos: (i) espécies que ocupam águas rápidas no canal do rio com recrutamento durante um período limitado associado ao período chuvoso (*N. microps* e *H. punctatus*); (ii) espécies que ocorrem no trecho médio do rio com recrutamento durante todo o ano ou grande parte do ano e investimento reprodutivo por um largo período (*Rineloricaria* sp. 1, *Rineloricaria* sp. 2 e *S. guntheri*); e (iii) espécies da planície com recrutamento durante todo o ano e aumento da atividade reprodutiva no período chuvoso (*H. notatus* e *P. maculicauda*). Para as espécies da planície foi verificado menor recrutamento no trecho retificado do rio, em relação ao natural, podendo ser essa deficiência em função da alteração antrópica. Para as demais espécies, a sazonalidade pode ser creditada como um importante fator desencadeador do processo reprodutivo. Um grupo apresentou largo período reprodutivo, que representa uma estratégia para garantir reposição populacional, uma vez que ocupa ambientes sujeitos a eventos de desestruturação imprevisível do hábitat. O outro grupo exibiu um período reprodutivo intermediário a curto, com a maioria optando pelo investimento na reprodução na estação chuvosa, quando há uma maior produtividade no sistema. Ao final, são propostas guildas reprodutivas em função do estilo reprodutivo das espécies amostradas no estudo (não guardadores, guardadores e carregadores).

Abstract

The reproductive activity of fishes was evaluated relative to the physiographic (altitude) and abiotic (conductivity, water temperature, dissolved oxygen and rainfall) parameters throughout the longitudinal gradient of Macaé River (RJ). Sampling was carried out in twelve sites, four in each of the three river stretches (upper, intermediate and lower) from March/2004 to March/2005. Higher densities of larval stages was found in marginal areas, using two distinct methods (hand sieve in marginal vegetation, and plankton net in drift in river channel) in order to sample eggs, larvae and juveniles. A positive correlation was observed between densities of both larvae and juveniles in marginal vegetation and rainfall records. Larvae and juveniles in the drift had higher densities in November, but no correlation between densities and rainfall values was recorded. Eggs occurred in low densities using both sampling methods. Sampling of initial development forms in the marginal vegetation was performed with equipment designed for this study, which has shown great efficiency. The case study of catfish *Neoplecostomus microps* demonstrated differences in the distribution pattern according to age structure. Larvae have shown to be dependent on the marginal vegetation during early life history stages, where shelter is provided right after hatching. Juveniles remain for a short period in marginal sites, and later swim towards the river channel where they remain during the whole adult stage. Reproductive sites were for this species were found under boulders in riffles in Macaé River and Boa Esperança River. Sexual dimorphism was apparent as differences in urogenital papillae, and presence of prominent epidermal projection on the pectoral fin of males. Both the sexual dimorphism and reproductive site represent unpublished records to genera. Differences in reproductive patterns among the seven Loricariidae species, allowed us to separate species into three distinct groups: (i) species that inhabit riffles in the river channel and have the recruitment during a short period associated to rainfall (*N. microps* and *H. punctatus*); (ii) species that inhabit the intermediate stretch and have recruitment throughout the year or at least during the most part of the year, and reproductive investment also over a large period (*Rineloricaria* sp. 1, *Rineloricaria* sp. 2 e *S. guntheri*); and (iii) floodplain species with recruitment throughout the year and increase in reproductive activity during the rainy period (*H. notatus* e *P. maculicauda*). Floodplain species were found to have lower recruitment in the channellized stretch of river relative to the natural stretch, which might possibly be related to this anthropic alteration. For the other species, seasonality might be regarded as an important factor that triggers the reproductive process. One group has shown to have a long reproductive period, as a strategy to guarantee population replacement, as species inhabit sites exposed to unpredictable events that might disrupt the habitats. The other group exhibits has a short to intermediate reproductive period, with most species reproducing during the rainy season, when ecosystem productivity is highest. We propose reproductive guilds established according to the reproductive styles of species (nonguarders, guarders and bearers).

Lista de Figuras

Figura 2.1. Remanescentes florestais de Mata atlântica da bacia hidrográfica do Rio Macaé, RJ.....	29
Figura 2.2. Grandes bacias hidrográficas brasileiras.....	30
Figura 2.3. Localidades amostradas ao longo do gradiente longitudinal no Rio Macaé, RJ.....	36
Figura 2.4. Sítios amostrados nos trechos alto (RM1, RM2, RM3, RM4), médio (RM5, RM6, Rm7, RM8) e baixo (RM9, RM10, RM11, RM12) no rio Macaé, RJ.....	37
Figura 2.5. Gradiente de altitude referente aos pontos amostrados no rio Macaé, RJ	38
Figura 2.6. Barreira geográfica localizada entre os pontos RM6 e RM7 no rio Macaé, RJ.....	39
Figura 2.7. Valores máximos, mínimos e medianas de temperatura, condutividade e oxigênio durante o período de estudo nas localidades amostrados no rio Macaé, RJ	40
Figura 2.8. Média histórica de pluviometria nos trechos alto, médio e baixo do rio Macaé, RJ	41
Figura 3.1.1 Peneira utilizada no presente estudo para captura de formas iniciais de desenvolvimento de peixes no rio Macaé, RJ.....	50
Fig. 3.1.2. Rede para amostragem de formas iniciais de desenvolvimento em deriva no rio Macaé, RJ	51
Figura 3.1.3. Espécies coligadas pelos dois métodos amostrais: A – <i>G. brasiliensis</i> ; B – <i>P. cf. caudimaculatus</i> ; C – <i>G. melanopterum</i> ; D – <i>L. copelandii</i> ; E e F – <i>A. cf. intermedius</i> ; G – Larva Characiformes; H – Larva Heptaperidae. Barra = 1 mm.....	54
Figura 3.1.4. Registro de ocorrência das distintas fases de desenvolvimento ontogenético amostradas nas regiões litorânea e pelágica no rio Macaé, RJ.....	56
Figura 3.1.5. Valores de densidade de ovos e larvas e juvenis nos aparelhos de margem e deriva relacionados à média pluviométrica nas localidades amostradas no rio Macaé, RJ.....	60
Figura 3.2.1. Histograma das classes de comprimento de espécimes de <i>Neoplecostomus microps</i> coletados na margem e no canal do rio Macaé, no período de março de 2004 a março de 2005..	70
Figura 3.2.2. Desovas de <i>Neoplecostomus microps</i> encontradas na bacia do rio Macaé na localidade RM3: A – desova I; B – desova II; C – desova III; D – desova IV; E – desova VII; F – desova VIII	72
Figura 3.2.3. Vista lateral de exemplares de <i>Neoplecostomus microps</i> : A – fêmea; B – macho..	74
Figura 3.2.4. Detalhe da expansão epidérmica (seta) junto ao espinho da nadadeira pélvica de um macho de <i>Neoplecostomus microps</i>	74
Figura 3.2.5. Detalhe da região ventral de exemplares de <i>Neoplecostomus microps</i> , mostrando o poro anal e urogenital (setas): A – fêmea; B – macho. Barra = 1 cm	75
Figura 3.3.1. Média histórica de pluviometria nos trechos alto, médio e baixo do rio Macaé. (Fonte: ANA, 2006).....	83
Figura 3.3.2. Distribuição espacial de larvas (L), juvenis (J) e fêmeas adultas (A) de <i>Hisonotus notatus</i> (Hnot), <i>Hypostomus punctatus</i> (Hpun), <i>Neoplecostomus micrps</i> (Nmic), <i>Parotocinclus maculicauda</i> (Pmac), <i>Rineloricaria</i> sp.1 (Rin1), <i>Rineloricaria</i> sp.2 (Rin2) e <i>Schizolecis guntheri</i> (Sgun) nas localidades amostradas no rio Macaé, entre o período de março/2004 e março/2005.....	87

- Figura 3.3.3.** Frequência de distribuição percentual por período de fêmeas, larvas e juvenis das sete espécies de Loricariidae coletados no rio Macaé, RJ 89
- Figura 3.3.4.** Densidades de larvas e juvenis das sete espécies de Loricariidae em função das localidades e meses de coleta no rio Macaé, RJ..... 91
- Figura 3.3.5.** Variação dos valores individuais do IGS de fêmeas adultas (●) das sete espécies de Loricariidae de maio/2004 a março/2005 e média histórica pluviométrica (—) (1968 a 2005; Fonte: ANA, 2006) no rio Macaé, RJ..... 93
- Figura 3.3.6.** Desova de *Rinelocaria* sp.1 encontrada em uma calha de ferro na localidade 4 do rio Macaé, RJ... 94
- Figura 3.3.7.** Macho da espécie *Rinelocaria* sp.1 localizado na cavidade de um tronco junto à desova. 95
- Figura 3.4.1.** Gradiente de altitude (m) e ordem de grandeza nos pontos amostrados no rio Macaé, RJ 104
- Figura 3.4.2.** Valores pluviométricos (mm) relacionados à média histórica (1968-2005) e valores durante o período de estudo no rio Macaé (março/2004-março/2005). Fonte: Sistema de Informações Hidrológicas HydroWeb da Agência Nacional de Águas (2007). 105
- Figura 3.4.3.** Ação dos pulsos d'água sobre a vegetação marginal no trecho alto do rio Macaé, RJ 106
- Figura 3.4.4.** Variação (média e desvio-padrão) dos parâmetros abióticos da água condutividade, oxigênio e temperatura por localidade e durante o período amostral no rio Macaé, RJ..... 110
- Figura 3.4.5.** Relação entre os parâmetros abióticos e altitude nos distintos pontos amostrados sobre os eixos da análise de componentes principais nos pontos amostrados no rio Macaé. Alti = altitude; Cond = condutividade; Oxig = oxigênio dissolvido; Temp = temperatura da água... 112
- Figura 3.4.6.** Frequência absoluta (FA) de fêmeas, machos e juvenis de *Geophagus brasiliensis*, *Phalloceros* cf. *caudimaculatus*, *Characidium* sp. e *Astyanax* cf. *intermedius* coletados no rio Macaé, e valores individuais e médios de IGS de fêmeas e machos.. 114
- Figura 3.4.7.** Frequência absoluta (FA) de fêmeas, machos e juvenis de *Trachelyopterus striatulus*, *Scleromystax barbatus*, *Rhamdia quelem* e *Rhamdioglanis transfasciatus* coletados no rio Macaé, e valores individuais e médios de IGS de fêmeas e machos... 115
- Figura 4.1.** Formas iniciais das espécies *Hisonotus notatus* (A), *Neoplecostomus microps* (B), *Parotocinclus maculicauda* (C) e *Schizolecis guntheri* (D) 137

Lista de Tabelas

Tabela 2.1. Relação das localidades amostradas no rio Macaé, localização geográfica e cota altimétrica..	38
Tabela 2.2. Caracterização dos estádios do ciclo reprodutivo baseado em características gerais macro e microscópicas de ovários e testículos dos peixes do rio Macaé segundo Bazzoli & Godinho (1991)..	46
Tabela 3.1.1. Número total e tamanhos mínimo e máximo de larvas e juvenis coletados ao longo do rio Macaé de março/2004 a março/2005...	54
Tabela 3.1.2. Distribuição das formas iniciais de desenvolvimento, larval vitelino (LV), pré-flexão (PR), flexão (F), pós-flexão (OS) e juvenil (J), coletados na região litorânea e pelágica ao longo do rio Macaé entre março/2004 e março/2005...	55
Tabela 3.1.3. Número total e diâmetro mínimo e máximo de ovos coletados ao longo do rio Macaé durante março/2004 e março/2005...	56
Tabela 3.1.4. Densidade de ovos coletados na margem e calha do rio Macaé nas estações amostrais no período de março/2004 a março/2005...	58
Tabela 3.1.5. Densidade de larvas e juvenis coletados na margem e calha do rio Macaé nas estações amostrais no período de março/2004 a março/2005...	59
Tabela 3.1.6. Resultado da Correlação de Spearman para densidades de ovos (DO) e larvas e juvenis (DLJ) vs pluviometria (Plu) nas amostragens de margem e deriva no rio Macaé. Valor em negrito indica nível de correlação significativo ($p < 0,05$)...	61
Tabela 3.2.1. Relação dos valores máximo, mínimo e médio de oxigênio dissolvido, temperatura e condutividade da água nas localidades de ocorrência de <i>Neoplecostomus microps</i> na calha principal do rio Macaé, no período de março de 2003 a março de 2004...	69
Tabela 3.2.2. Desovas de <i>Neoplecostomus microps</i> localizadas no rio Macaé (RM3) e rio Boa Esperança (RBE), número de ovos na pedra (N), número de ovos medidos, tamanho máximo, mínimo e médio dos ovos, velocidade média da água no local da pedra e tamanho da pedra.....	73
Tabela 3.3.1. Número de larvas, juvenis e fêmeas adultas das sete espécies de Loricariidae capturadas entre março/2004 e março/2005 no rio Macaé...	85
Tabela 3.3.2. Valores da ANOVA (F) e do teste de Duncan (D) para comparação múltipla, em função do mês e localidade para larvas e juvenis das sete espécies de Loricariidae coletados no rio Macaé durante o período de março/2004 a março/2005.....	90
Tabela 3.4.1. Relação da altitude (m) e ordem de grandeza nos pontos amostrados no rio Macaé, RJ...	104
Tabela 3.4.2. Valores do desvio padrão da cota do rio Macaé nas localidades de Macaé de Cima (setembro/2004 – janeiro/2005), Galdinópolis (setembro/2004 – janeiro/2005) e Ponte do Baião (setembro/1937 – janeiro/1938)..	106
Tabela 3.4.3. Temperatura da água (°C) nas localidades amostradas no rio Macaé, RJ.....	108
Tabela 3.4.4. Oxigênio dissolvido na água (mg/L) nas localidades amostradas no rio Macaé, RJ..	109
Tabela 3.4.5. Condutividade da água ($\mu\text{s/cm}$) nas localidades amostradas no rio Macaé, RJ..	109
Tabela 3.4.6. Resultado da análise de componentes principais utilizando altitude e variáveis ambientais nas doze estações de amostragem no rio Macaé, RJ...	111

Tabela 3.4.7. Regressão múltipla (forward stepwise) entre as variáveis ambientais oxigênio, temperatura, condutividade e pluviometria, relacionado ao índice gonadosomático para oito espécies de peixes amostradas no rio Macaé, RJ. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$, n.s. não significativo rio Macaé..... ..116

Tabela 3.4.8. Número total de espécimes e tamanho mínimo reprodutivo (comprimento padrão em mm) para fêmeas e machos das espécies de peixes no rio Macaé, RJ..... 122

SUMÁRIO

1.	Introdução ..	19
2.	Material e Métodos ..	28
2.1.	Área de estudo ..	28
2.1.1.	Domínio vegetal ..	28
2.1.2.	Drenagem ..	29
2.1.3.	Localidades amostradas ..	35
2.2.	Ictiofauna do rio Macaé.....	41
2.3.	Procedimentos de campo.....	43
2.4.	Procedimentos em laboratório.....	44
3.	Capítulos	47
3.1.	Distribuição espaço-temporal da densidade de ovos, larvas e juvenis de peixes do rio Macaé, RJ ..	47
3.1.1.	Introdução.....	47
3.1.2.	Material e Métodos.....	48
3.1.2.1.	Área de estudo.....	48
3.1.2.2.	Coleta e processamento do material.....	49
3.1.3.	Resultados.....	53
3.1.4.	Discussão.....	61
3.2.	Distribuição espacial, local de desova e dimorfismo sexual do cascudo <i>Neoplecostomus microps</i> (Steindachner, 1877) (Siluriformes: Loricariidae)	66
3.2.1.	Introdução.....	66
3.2.2.	Material e métodos.....	67
3.2.3.	Resultados.....	69
3.2.3.1.	Distribuição na bacia e ambiente ocupado ..	69
3.2.3.2.	Distribuição em ambiente de corredeira.....	70
3.2.3.3.	Local de desova.....	71
3.2.3.4.	Dimorfismo sexual.....	73
3.2.4.	Discussão.....	76
3.3.	Reprodução de sete espécies de Loricariidae ao longo do gradiente longitudinal em um rio costeiro de Mata Atlântica no norte fluminense	80
3.3.1.	Introdução.....	80
3.3.2.	Área de estudo.....	82
3.3.3.	Material e métodos.....	83
3.3.4.	Resultados.....	84
3.3.4.1.	Distribuição longitudinal e espacial.....	85
3.3.4.2.	Distribuição temporal.....	87
3.3.4.3.	Densidades de larvas e juvenis.....	88
3.3.4.4.	Período de atividade reprodutiva.....	92
3.3.4.5.	Sítios reprodutivos.....	94
3.3.5.	Discussão.....	95

3.4. Dinâmica reprodutiva da comunidade de peixes em um rio de encosta no complexo da Serra do Mar: rio Macaé, Estado do Rio de Janeiro, Brasil....	101
3.4.1. Introdução.....	101
3.4.2. Material e métodos.....	103
3.4.3. Resultados.....	108
3.4.3.1. Parâmetros abióticos.....	108
3.4.3.2. Atividade reprodutiva.....	113
3.4.4. Discussão.....	123
4. Considerações finais.....	133
5. Perspectivas.....	148
Referências.....	150

1. INTRODUÇÃO

Os peixes constituem o grupo de vertebrados com maior riqueza de espécies (Nelson, 1994; Lewinsohn & Prado, 2005). Podem viver em quase todos os tipos de ambientes aquáticos concebíveis: altitudes superiores a 5200 m; altas profundidades oceânicas (abaixo dos 7000 m); ambientes de alta concentração salina (100 ppt)¹; cavernas; lençol freático; corpos d'água com temperaturas extremas, acima de +44° C e abaixo de -2° C. Variam de poucos milímetros nos gobiídeos pigmeus até 12 metros do tubarão baleia (Nelson, 1994). As mais incríveis adaptações morfo-fisiológicas respondem às pressões bióticas (e.g. alimentação, competição, predação, organização social) e abióticas (e.g. oxigênio, salinidade, intempéries), o que gera essa heterogeneidade e possibilita a ocupação de vários biótopos (Nikolsky, 1963).

Esta riqueza é refletida nos distintos modos reprodutivos (Keenleyside, 1979). A maioria das espécies de peixe é iterópara, ou seja, desovam mais de uma vez em suas vidas. Já a fração restante corresponde às espécies semélpas, que desovam apenas uma vez na vida e morrem. O caso mais conhecido para este grupo é o salmão, que desova em água doce, migra para o mar onde permanece por um período de um a quatro anos, e então retorna ao rio no qual nasceu, desova e morre (Helfman et al., 1997).

Para peixes, o único mecanismo de reprodução é o sexuado, podendo ser bissexuado, hermafrodita ou partenogênico. Na reprodução bissexuada ou gonocórica, os indivíduos ou são do sexo masculino ou do sexo feminino. Podem ocorrer quatro modalidades reprodutivas neste caso: ovuliparidade (gametas eliminados na massa de água, com fecundação e desenvolvimento externos); oviparidade (fecundação interna e desenvolvimento externo); ovoviviparidade (fecundação e desenvolvimento internos, sendo o ovo liberado com o embrião já desenvolvido, ainda dentro da casca); viviparidade (fecundação e desenvolvimento internos, com diferentes relações de dependência trófica entre o embrião e o corpo materno).

O hermafroditismo caracteriza-se por indivíduos com gônadas que atuam como ovários e/ou testículos. Pode ser simultâneo, quando as gônadas apresentam,

¹ A água do mar apresenta aproximadamente 34-36 ppt.

ao mesmo tempo, porções femininas e masculinas ou seqüencial quando o indivíduo alterna os sexos. Neste caso, ele pode ser de dois tipos: protândrico quando inicialmente é do sexo masculino e protogínico quando o inverso ocorre, ou seja, fêmea inicialmente e macho posteriormente.

Em indivíduos partenogenéticos o desenvolvimento do ovócito ocorre sem fertilização. Neste caso, são observados dois tipos, a ginogênese e a hibridogênese. Na ginogênese as populações são constituídas apenas por fêmeas, sendo todas elas triploides. O ovócito para se desenvolver deve ser ativado por um espermatozóide de uma espécie afim que, entretanto, não dará nenhuma contribuição genética à nova geração. Este caso é observado em *Poecilia formosa*, com machos de *P. mexicana* e *P. latipinna*. No caso da hibridogênese, que ocorre em *Poeciliopsis*, as populações também são constituídas apenas por fêmeas, mas diplóides. Os ovócitos destas fêmeas são fertilizados por espermatozóides de uma espécie afim, ocorrendo fusão gamética dando origem a um híbrido verdadeiro, sendo que o genótipo do pai se expressa na descendência (fêmeas) que, entretanto, não transmite nenhum gene paterno (ou perdem durante a meiose) para seus descendentes.

Um caso particular de fecundação interna é a superfecundação, onde ocorre o armazenamento dos espermatozóides nas paredes dos ovários, os quais permanecem ativos durante longos períodos, fecundando vários lotes de ovócitos. Ocorre em poecilídeos, como *Heterandria formosa*, na qual os espermatozóides podem ficar ativos por até 10 meses e fecundar nove lotes de ovócitos, com intervalos de 10 dias (Vazzoler, 1996).

Em função dos distintos modos reprodutivos, as variações entre a forma e os processos envolvidos na fertilização modificam-se de forma semelhante. Espécies que apresentam fertilização interna desenvolveram mecanismos para a inseminação através de modificações na nadadeira anal (von Ihering, 1937; Grove & Wourms, 1994). Nas espécies que não apresentam este dispositivo, outras formas surgiram para assegurar uma elevada taxa de fertilidade. A desova em ninhos, cavidades e estruturas protegidas é utilizada por muitas espécies. Azevedo (1938), mostra que o baixo desenvolvimento do testículo em *Hypostomus* é justificado por este tipo de reprodução, uma vez que a espécie desova em cavidades e um grande investimento testicular não é requerido em virtude do sítio ser protegido. Diferentemente de espécies com estas características, aquelas que desovam nas massas d'água

necessitam um maior investimento testicular já que os ovócitos quando deixam o interior da fêmea são carreados pela corrente de água e apresentam um tempo limitado para fertilização ocorrer (Brito & Bazzoli, 2003). Neste caso, são verificadas reproduções comunais e a maior produção de espermatozoides também ocorre em função da competição espermática (Parker, 1982).

As migrações podem ocorrer por diversos motivos. Nas migrações reprodutivas os peixes deslocam-se de áreas de alimentação pra áreas de desova, movendo-se de um habitat que é ótimo para a sobrevivência do adulto para um que é favorável à sobrevivência da sua prole. Migrações reprodutivas podem envolver movimentos totalmente dentro de água doce, entre o mar e a água doce ou dentro de oceanos (McKeown, 1984; Helfman et al., 1997).

Peixes que migram entre água doce e salgada são denominados diádromos. Estão divididos em 3 tipos: anádromos que são aqueles que passam a maior parte de suas vidas no oceano e reproduzem em água doce; catádromos que passam a maior parte de suas vidas em água doce e reproduzem no oceano; e anfídromos que se movem entre água doce e marinha em certas fases da vida, mas o final da migração ocorre antes da maturação e desova ocorrer (Helfman et al., 1997).

Para espécies que passam toda a vida em água doce, há uma outra denominação. Peixes que exibem um padrão migratório totalmente dentro de água doce com um retorno sazonal às áreas de desova são ditos potamódromos. Muitos movimentos de peixes potamódromos envolvem migrações de adultos às regiões mais altas e subsequente movimento a jusante, seguidos por similar deslocamento das larvas (McKeown, 1984). No Brasil, um dos registros mais notáveis de periodicidade migratória dentro de água doce realizado através do método de marcação-recaptura foi registrado por Godoy (1967), na Cachoeira de Emas no rio Mogi-Guaçu, para *Prochilodus lineatus*, espécie que migra entre 600-700 km entre o sítio trófico e o sítio reprodutivo. Um espécime de *P. lineatus* marcado em 06-11-1962 (14:30 hs) foi recapturado nos dois anos seguintes. No primeiro ano após receber a marca, foi recapturado no mesmo local com um dia de diferença (05-11-1963) e pouco tempo depois (15:05 hs) do recebimento da primeira marca. No segundo ano foi recapturado no mesmo local e hora (15:00 hs), mas com um mês de diferença (16-10-1964). Esta técnica de acompanhamento de migração apresenta restrições em razão do baixo número de recapturas. Atualmente, tem-se utilizado o método de radiotelemetria para verificar tais padrões migratórios (Godinho & Kynard,

2006). Em lagos, as migrações reprodutivas ocorrem geralmente das zonas mais profundas para as mais rasas (McKeown, 1984).

Espécies que realizam migração reprodutiva abandonam os ovos depois da fertilização, como a maioria das espécies de água doce. Dentre aproximadamente 420 famílias de peixes ósseos, apenas cerca de 90 delas apresentam espécies que dedicam alguma forma de cuidado com os ovos e os jovens (Helfman et al., 1997).

Segundo Blumer (1979), investimento parental é definido como contribuição não gamética que direta ou indiretamente contribui para a sobrevivência e o sucesso reprodutivo da prole. Já Keenleyside (1979) define cuidado parental como alguma atividade realizada por um ou ambos pais depois que a desova ocorreu, contribuindo para a sobrevivência da prole. Este último autor frisa que limitou a utilização do termo ao cuidado e proteção dispensados somente após a desova. Apesar desta discordância, o conceito adotado por Blumer (1979) tem sido o mais utilizado.

Uma grande variedade de formas de cuidado parental é registrada na literatura. O cuidado pode ser praticado por apenas um dos sexos (macho, na maioria das vezes) ou pelos dois. Dentre algumas atividades responsáveis pelo cuidado com prole estão construção, manutenção e proteção do ninho (Nikolsky, 1963; Hostache & Mol, 1998; Cruz & Langeani, 2000; Crampton & Hopkins, 2005; Prado et al., 2006), oxigenar a água com as nadadeiras e remover ovos inviáveis ou com doenças (Moodie & Power, 1982; Sabaj et al 1999;), e carregar ovos ou jovens na boca ou ovos junto ao corpo (Breder & Rosen, 1966; Taylor, 1983; Schmidt, 2001; Miranda-Marure et al., 2003; Kvarnemo & Simmons, 2004).

O número de ovos entre as espécies varia consideravelmente. De poucos ovos grandes em tubarões, a trezentos milhões no peixe-lua *Mola mola* (Nikolsky, 1963). Em geral, a fecundidade de peixes é muito maior que em vertebrados terrestres. Os peixes mais fecundos são aqueles que têm ovos pelágicos flutuantes. Peixes que protegem ou escondem seus ovos usualmente mostram uma baixa fecundidade. Esta relação antagônica entre o número e o tamanho é bem documentada (Nikolsky, 1963; Blaxter, 1969; Marsh, 1986; Suzuki et al., 2000).

Algumas características funcionam primariamente para atrair parceiros ou auxiliar na luta entre membros de um sexo pelo acesso ao companheiro reprodutivo. Estas características sexuais selecionadas podem não servir a outro propósito além do acasalamento, e podem até influenciar o possuidor de tais atributos nas atividades do seu bem estar. Entretanto, estas características sexualmente

selecionadas podem também conferir uma positiva vantagem de sobrevivência, como um maior tamanho do corpo em machos, o qual provê uma defesa física do predador e também durante o acasalamento. Estas características são referidas como características sexuais secundárias. Características sexuais primárias incluem ovipositor, gônadas, cláspes e gonopódios (Helfman et al., 1997).

Características sexuais secundárias (i) são restritas ou expressadas diferentemente do sexo (usualmente em machos), (ii) não aparecem até a maturação, e (iii) se desenvolvem durante o período reprodutivo e posteriormente regredem (Helfman et al., 1997). Estas características assumem o papel de dimorfismo sexual, tais como forma da cabeça, forma da nadadeira, ornamentações no corpo e alteração no padrão de coloração (Aquino, 1994; Sabaj et al., 1999; Pereira & Reis, 2002; Rapp Py-Daniel & Cox-Fernandes, 2005; Lazzarotto et al., 2007). Esta última representa uma das mais belas modificações nos peixes, freqüentemente associada à conquista da parceira (Matthews, 1998).

O conceito de guildas reprodutivas se baseia na premissa na qual os parâmetros reprodutivos refletem a trajetória evolutiva das espécies (Balon, 1984). As primeiras tentativas para agrupar peixes em categorias que não fossem baseadas em atributos morfológicos, iniciaram com o russo Kryzhanovsky (1947, 1948 apud Balon, 1984) seguido por Breder & Rosen (1966).

Em um sistema hierárquico, a sucessão de guildas proposta por Balon (1975) dentro de três seções etológicas segue a tendência de menor proteção para aquela com maior proteção da prole: não guardadores, guardadores e carregadores. Os não guardadores agrupam-se entre os que desovam em substrato aberto, com ovos liberados na coluna d'água, e os ocultadores de desova; os guardadores entre os que escolhem o substrato e os que constroem ninhos; e os carregadores dividem-se entre os externos e os internos.

Um outro agrupamento para estratégias de vida em peixes foi proposto por Adams (1980), adaptando a teoria r-K estrategista (Pianka, 1970). Espécies denominadas r-estrategistas são caracterizadas pelo pequeno porte, rápido crescimento, curto período de vida, alta fecundidade e maturação sexual precoce. No outro extremo, enquadram-se como espécies K-estrategistas aquelas que apresentam grande porte, crescimento lento, longo período de vida, baixa fecundidade e maturação sexual tardia. A grande diversidade de padrões reprodutivos em peixes torna difícil a tarefa de enquadrar uma espécie como

tipicamente r ou K estrategista, uma vez que nem todos os parâmetros são preenchidos. O fato de não haver uma categoria intermediária, limita a utilização deste agrupamento.

Um novo agrupamento de estratégias de vida foi proposto por Winemiller (1989), estudando a comunidade de peixes dos “llanos” venezuelanos. Este foi fundamentado em 10 parâmetros: flutuação populacional; tempo médio de procriação; duração do período de desova; número de reproduções por ano; fecundidade; tamanho máximo dos ovócitos; grau de cuidado parental; distribuição etária na estação seca; distribuição etária na estação chuvosa; e comprimento padrão máximo. Foram assim definidas três estratégias: (i) equilíbrio - populações sedentárias, período prolongado de desova, investimento no cuidado com os alevinos; (ii) oportunista - rápida recolonização de habitats modificados, pequeno porte, maturação sexual rápida e desova múltipla; (iii) sazonal - grande porte, alta fecundidade, ausência de cuidado parental e migração reprodutiva por longas distâncias. A criação de uma categoria intermediária permitiu que espécies não contempladas nas categorias r-K estrategista passassem a ser classificadas, reduzindo a lacuna existente entre os dois opostos e tornando este modelo o mais utilizado em estudos recentes. Além disso, a elaboração de um modelo baseado na fauna Neotropical torna próxima a comparação com outras espécies da mesma região biogeográfica. Modelos desenvolvidos para espécies de zonas temperadas podem apresentar restrições a sua utilização em ambiente tropical ou até mesmo inviabilizar sua aplicação.

A região Neotropical detém a maior diversidade de peixes de água doce do Mundo, com números próximos a 4500 espécies, podendo ultrapassar seis mil (Reis et al., 2003). Segundo estimativas de Schaefer (1998), este número poderia superar 8000 espécies. Dentre as 25 ordens que ocorrem no neotrópico, Characiformes e Siluriformes predominam, perfazendo um total de aproximadamente 70% das espécies (Reis et al., 2003).

Estudos com peixes no Brasil se concentraram, até o final das últimas décadas do século passado, em espécies de médio e grande porte de grandes drenagens fluviais. A necessidade de se estudar outros ambientes foi ressaltada por Böhlke et al. (1978). Um interesse especial surgiu para pequenas drenagens, com a finalidade de entender os processos biológicos e ambientais envolvidos nas comunidades, bem como o padrão biogeográfico das espécies. Parte desta

motivação nos estudos de peixes de riachos pode ser creditada também a ações impactantes em corpos d'água maiores e da necessidade em conservar a biota de locais íntegros, na medida em que a perda de biodiversidade tem ocorrido em proporções bem mais elevadas que na média histórica (Pimm et al., 1995). Riachos afastados de grandes centros urbanos e aqueles localizados em regiões mais elevadas e inseridos em unidades de conservação com características próximas das condições naturais, passaram a ocupar o foco dos pesquisadores e a serem utilizados como ferramentas de aplicação de índices de integridade ambiental (Casatti, 2004). Com o aumento no número de investigações científicas, foi possível obter um melhor conhecimento acerca da diversidade, que veio acompanhado da descrição de espécies exclusivas destes ambientes (Britski & Garavello, 2003; Britto et al., 2005; Wosiacki & Oyakawa, 2005; Sarmento-Soares et al., 2006).

A partir de então, estudos abordando parâmetros da história de vida das espécies de riacho vêm se tornando mais freqüentes. Dentre os ambientes estudados, a Mata Atlântica é aquele com o maior número de publicações. Deve-se a isso o fato de grande parte dos pesquisadores estarem localizados na região sudeste do Brasil, onde se concentram os maiores e mais ativos centros de pesquisa, e também onde fragmentos deste bioma se localizam.

Segundo Matthews (1998), o termo "life history" apresenta duas formas de utilização em ecologia de peixes. A primeira, mais ampla, significa cercar virtualmente toda "história natural" de uma espécie em particular, incluindo onde e como a espécie vive, itens alimentares, características reprodutivas, parasitas, doenças e outros aspectos da biologia. Recentemente, "life history" tomou uma perspectiva mais restrita, focando principalmente as séries reprodutivas ou características da tabela de vida (tamanho do ovo, número de alevinos, idade na primeira maturação sexual, dimorfismo sexual, sobrevivência e freqüência de reprodução) ou nas respostas evolutivas de uma espécie expressadas na seleção sexual, estratégias de acasalamento e cuidado parental, moldadas pela predação, produtividade e outros fatores extrínsecos.

Embora incipientes, estudos em ambiente natural abordando o desenvolvimento inicial têm contemplado distintos grupos filogenéticos da fauna de riacho (Nakatani et al., 2001; Ponton & Merigoux, 2001; Rícan et al., 2005). A diversidade de espécies e o desconhecimento acerca dos sítios preferenciais de desova e de larvas, restringem o conhecimento. Outro empecilho diz respeito às

publicações que se encontram isoladas e/ou com acesso restrito, sendo muitas delas incompletas, não contemplando detalhes das diferentes fases (Nakatani et al., 2001).

A persistência de uma comunidade é resultado da influência de fatores regionais e locais (e.g. Ricklefs, 1990). Para comunidades de peixes em ambiente fluvial, pode-se destacar a importância das características climáticas, geomorfológicas, biogeográficas e filogenéticas, como fatores regionais e competição, predação, disponibilidade de alimento, heterogeneidade de substrato, intensidade da correnteza, como fatores locais (Matthews, 1998; Hoeinghaus et al., 2006). Para isto, o estilo reprodutivo é de fundamental importância para garantir a continuidade da espécie (Garrod & Horwood, 1984).

Considerando que estratégias reprodutivas traduzem respostas evolutivas de longo prazo, e que táticas reprodutivas representam as variações de uma espécie face às variações locais, o presente estudo foi conduzido com a finalidade de avaliar as respostas reprodutivas da taxocenose de peixes do rio Macaé em função das variações ao longo de um gradiente longitudinal (*sensu* Vannote et al., 1980).

O trabalho está organizado em quatro capítulos. O primeiro discorre acerca de ovos, larvas e juvenis de algumas espécies do rio Macaé coletadas através de duas metodologias distintas, abordando as variações espaços-temporais de densidade. Neste capítulo, também é apresentado um aparelho para a captura de ovos e formas iniciais de desenvolvimento, modificado a partir de um aparelho comumente utilizado, que mostrou ser bastante eficiente.

O segundo capítulo trata de um estudo de caso com a espécie *Neoplecostomus microps*. É realizada a avaliação da distribuição em meso e microhabitat nas distintas fases do ciclo vital, bem como a descrição do dimorfismo sexual na espécie. Também é descrito o local de desova e suas características, sendo o primeiro registro para o gênero.

O terceiro capítulo aborda os diferentes padrões reprodutivos encontrados em sete espécies de Loricariidae, de quatro subfamílias. São discutidos os padrões reprodutivos relacionados à distribuição das espécies ao longo do rio, bem como implicações em função de intervenções antrópicas.

No quarto capítulo são verificados os efeitos da sazonalidade ambiental através dos parâmetros abióticos e fisiográficos sobre a atividade reprodutiva das espécies que se distribuem ao longo do rio Macaé.

Por fim, são apresentadas as considerações finais na tentativa de agrupar as espécies do rio Macaé em modos reprodutivos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

2.1.1. Domínio vegetal

A Mata Atlântica originalmente estendia-se por cerca de 1,3 milhões de quilômetros quadrados em toda costa nordeste, sudeste e sul do Brasil, com faixa de largura variável, atravessando as regiões onde hoje estão as fronteiras com a Argentina e o Paraguai. Descaracterizada e fragmentada, apresenta atualmente cerca de 7% de sua cobertura vegetal original, de uma vegetação que já cobriu 12% do território nacional (WWF, 2006). O crescimento desorganizado das cidades, industrialização, queimadas, expansão de fronteiras agrícolas, pecuária e especulação imobiliária foram os principais causadores dessa drástica redução. A sua elevada biodiversidade e a restrição de sua área original fez com que este bioma seja considerado hoje um dos 34 *hotspots* do planeta.

Na bacia do rio Macaé a situação é semelhante às demais regiões onde existem fragmentos de Mata Atlântica. Em relação à área total da bacia, restam 40% de remanescentes florestais (Fig. 2.1). As regiões que apresentam Mata Atlântica em melhor estado de conservação encontram-se nas porções altas do rio Macaé e de alguns de seus tributários como rio Bonito, das Flores e Sana. Estas áreas contemplam porções do Parque Nacional Serra dos Órgãos, Parque Estadual dos Três Picos, Reserva Ecológica de Macaé de Cima e APA do Sana, além de algumas regiões mais elevadas da bacia. Parte da integridade das áreas ocorre em função da dificuldade de acesso e não por um esforço consciente em se conservar. Na porção baixa da bacia, a Reserva Biológica União é um importante fragmento de Mata Atlântica onde se encontram populações do ameaçado mico-leão-dourado, *Leontopithecus rosalia*, um dos animais símbolo deste bioma.

A diversidade encontrada na região do alto rio Macaé foi exaltada por muitos naturalistas. Burmeister, em Lima & Guedes-Bruni (1994), extasiado pela mata virgem que vira, reporta ser a Serra de São João e a Serra de Macaé os mais belos trechos de sua excursão. Charles Darwin, que cruzou a região do alto rio Macaé em abril de 1832, relata a exuberância da floresta (“... eram rodeadas de todos os lados pela ramagem verde-escura de uma exuberante floresta”) e a abundância de animais silvestres (“... e a floresta tem tantos animais de caça que um cervo havia sido morto em cada um dos três dias anteriores”) (Darwin, 1996).

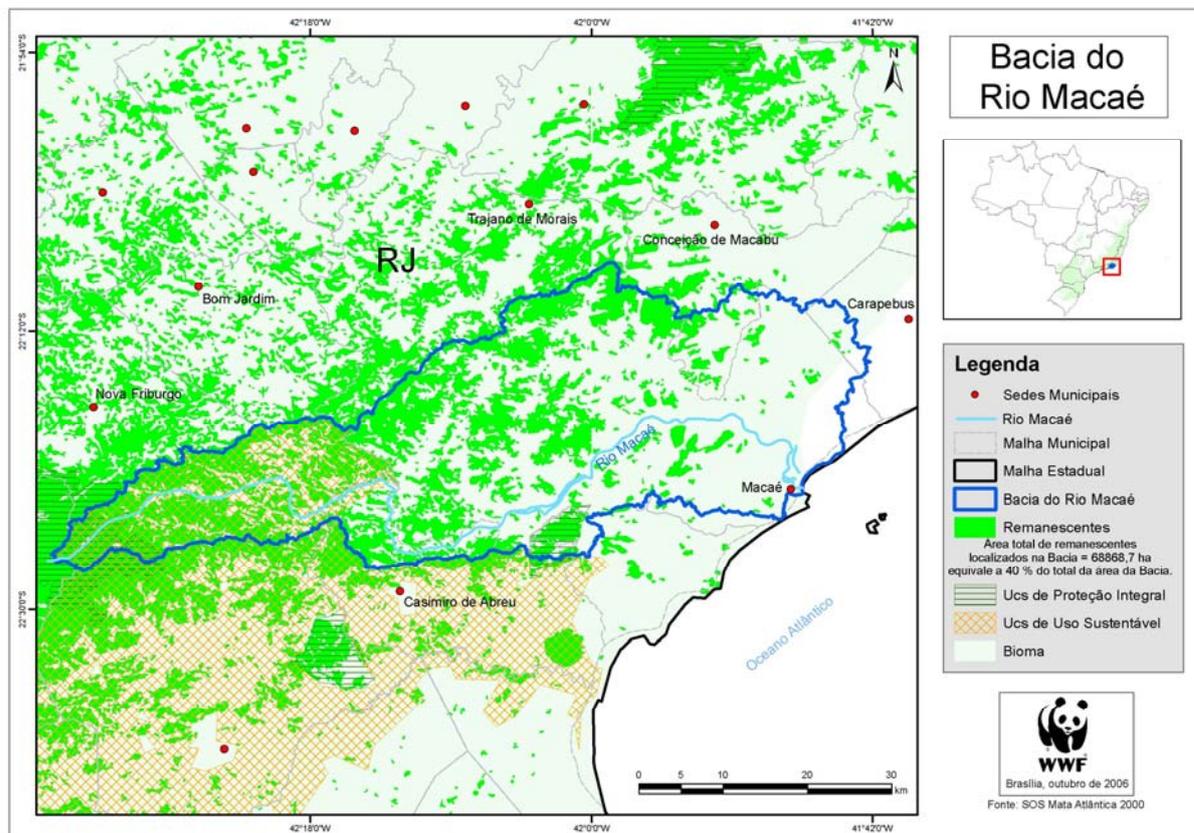


Figura 2.1. Remanescentes florestais de Mata atlântica da bacia hidrográfica do Rio Macaé, RJ.
Fonte: WWF Brasil

A fração correspondente à parte extirpada de Mata Atlântica foi substituída, no trecho alto do rio Macaé, por monocultura, principalmente banana e tubérculos. Nos trechos médio e baixo, onde está a maior concentração demográfica na bacia, predominam pastagens e culturas agrícolas (arroz, milho, feijão e cana-de-açúcar).

2.1.2. Drenagem

O Brasil pode ser dividido hidrograficamente em oito grandes bacias (Fig. 2.2). Na região sudeste estão localizadas porções de três destes grupos hidrográficos: bacias do Paraná, São Francisco e Atlântico Leste.

A bacia do Atlântico Leste está localizada entre as latitudes 10° e 23° S e longitudes 37° e 46° W. Abrange parte dos territórios dos estados de São Paulo, Minas Gerais, Bahia, Sergipe e os estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo (Fig. 2.2). Esta bacia compreende a área de drenagem dos rios que deságuam no Atlântico, entre a foz do rio São Francisco, ao norte, e a divisa entre os estados do Rio de Janeiro e São Paulo, ao sul. Possui uma vazão média anual de 3.690 m³/s, volume médio anual de 117 Km³ em uma área de drenagem calculada em 569.000

Km² (ANEEL, 2006). Os principais rios são Paraíba do Sul e Doce, com 1150 km e 853 km, respectivamente (ANA, 2006).



Figura 2.2. Grandes bacias hidrográficas brasileiras. Fonte: ANEEL (2006).

Fazendo parte deste conjunto, a bacia do rio Macaé é uma das principais bacias hidrográficas do estado do Rio de Janeiro que desemboca diretamente no Oceano Atlântico, estando localizada em sua totalidade na região norte do estado (Figura 2.1). Encontra-se entre os paralelos 22° 21' e 22° 28' S e os meridianos 42° 27' e 42° 35' W, limitada ao norte pela bacia do rio Macabu, a leste pelo Oceano Atlântico, ao sul pela bacia do rio São João e a oeste pelas bacias dos rios Macacu e Paraíba do Sul. Sua bacia apresenta área de drenagem de 1.765 km². Abrange grande parte do município de Macaé (1448 km²) e partes de Nova Friburgo (142 km²), Casimiro de Abreu (83 km²), Conceição de Macabu (70 km²), Rio das Ostras (11 km²) e Carapebus (11 km²) (SEMADS, 1999). Sua vazão média, estimada próximo à foz, é de 30 m³/s, correspondendo a uma contribuição específica média aproximada de 17 l/s/km² (Macaé, 2006). Seus principais tributários são os rios Bonito, das Flores, Sana e São Pedro.

O rio Macaé, seu principal formador, é um rio de tamanho médio (6ª ordem na foz) com cerca de 137 km de extensão que corre no sentido oeste-leste (Costa, 2001). Conhecido antigamente como rio dos Bagres, nasce na região de Macaé de Cima próximo ao Pico do Tinguá (1560 m) em Nova Friburgo. Apresenta declividade acentuada nas pequenas extensões de seus formadores, atravessando um longo trecho de baixada.

Em uma época onde o transporte era um entrave ao comércio e ao deslocamento da população, o rio Macaé era uma importante rota para contornar as dificuldades. Sua utilização era freqüente pela população, sendo uma importante via para o comércio de mercadorias entre os distritos mais afastados. A circulação de embarcações era comum pelo canal do rio.

Faz confluência com o mar [o rio Macaé], formando uma barra de 25 braças de largo e fundo de 10 palmos, que dá fácil entrada a embarcações de pequeno porte. Suas margens são pouco povoadas, e os seus habitantes com fracos estabelecimentos; porém ainda assim, dão cargas de açúcar, e madeiras, para quatro pequenas sumacas, que navegam continuamente para o Rio de Janeiro. (Manoel Martinz do Couto Reys, 1785 *apud* Macaé, 2006)

Tanto o Macaé como o rio São Pedro, até uma certa distância, são navegáveis para pranchas e canoas. E com alguns cortes e desobstruções, em alguns pontos, podem ser navegados por pequenos vapores. (João José Carneiro da Silva, 1881 *apud* Macaé, 2006)

Não muito distante, o transporte terrestre continuava sendo um obstáculo e o rio continuava sendo um importante veículo para que a comunicação ocorresse.

Nos anos 20 deste século [entenda-se como séc. XX], sem estradas de rodagem que motivassem sua utilização como meio de transporte, o rio Macaé representava praticamente a única via para a vinda e a ida de mercadorias entre a cidade e os 6º e 7º Distritos de então, Neves e Cachoeiros, bem como para parte dos 8º e 9º Distritos, ou seja, Glicério e Sana. A dragagem do Macaé, em 1923, era um imperativo para aquelas regiões do Município. Estes distritos são zonas riquíssimas, produtoras de café e que fazem a sua exportação de umas 20.000 sacas de 60 quilos por pranchas, para esta cidade, daqui levando outros tantos volumes em

retorno para os referidos Distritos, torna-se ao comércio e à lavoura penoso esse serviço, pela falta de limpeza do rio que, em tempos secos, não oferece volume d'água suficiente para navegação porque o leito está ao nível dos terrenos marginais e as águas, recebidas nas enchentes, em vez de ficarem no rio espraíam-se formando pântanos e não voltam ao leito pela capacidade deste para recebê-las (Antônio Alvarez Parada, 1995 *apud* Macaé, 2006).

A dragagem do rio para facilitar a navegação, a drenagem das várzeas com a finalidade de diminuir os surtos de malária e a tentativa de regularização do seu fluxo eram antigas reivindicações da população.

Estas mesmas margens principalmente a do Norte, tem extensíssimos brejais, que oferecem admiráveis pastos para o gado em tempos secos; se houvera entre nós mais arte, e mais industria, seria fácil esgotá-los, e reduzi-los, a agradáveis campos. (Manoel Martinz do Couto Reys, 1785 *apud* Macaé, 2006)

Ao final da década de 60 e durante o início dos anos 70, o Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS) efetuou obras de dragagem, retificação e alargamento de vários cursos d'água na região do baixo Macaé da mesma forma que nos cursos inferiores dos rios da Baixada Fluminense. Na época, foi aberto um canal retilíneo de aproximadamente 26 km, ao longo da margem esquerda do rio Macaé, desabilitando os meandros da calha natural e drenando áreas alagadiças da planície aluvionar. A pretensão do DNOS e do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), detentor das áreas, estava voltada para recuperação de áreas alagadiças e várzeas, permitindo o aumento do cultivo do arroz, cana-de-açúcar e cítrico, reduzindo a pecuária. As intervenções do DNOS, à semelhança daquelas executadas no baixo São João e tributários, trouxeram impactos ambientais irreversíveis, como a diminuição do pescado, em decorrência da redução das áreas de desova, e o desaparecimento parcial de extensas várzeas dotadas de vegetação natural (Costa, 2001).

Dentro do plano do DNOS visando o aproveitamento hídrico do rio Macaé, estudos foram direcionados para a criação de uma barragem próximo à localidade de Ponte do Baião para fins, não só de regularização de deflúvios naturais, como também proporcionar água para a irrigação e outros usos afins. Os planos de

construção da barragem não seguiram adiante e as obras se restringiram à retificação do rio Macaé em seu trecho inferior (SEMADS, 1999).

Recentemente, uma proposta para aproveitamento integrado dos recursos hídricos nas áreas de altitude das bacias dos rios Paquequer e Grande (afluentes da margem direita do rio Paraíba do Sul), Macaé e Aldeia Velha (afluente da margem esquerda do rio São João) pode transformar a paisagem local. A proposta envolve a criação de vários reservatórios interligados que proporcionariam a geração de energia elétrica, através de usinas estrategicamente localizadas e tomadas d'água para abastecimento domiciliar e irrigação de áreas periféricas. No rio Macaé, seria construída a Usina Hidrelétrica (UHE) Lumiar, a jusante do distrito de Lumiar. A capacidade de geração seria da ordem de 23 MW. Conforme o plano, a UHE Lumiar receberia água por condutos forçados do lago Vargem Alta, na bacia do Paraíba do Sul, que por sua vez alimentaria também, por condutos forçados, a UHE Aldeia Velha, na bacia do rio São João (SEMADS, 1999).

Caso este empreendimento seja concretizado, não será a primeira vez que o rio Macaé receberá água de uma outra bacia hidrográfica. Atualmente, a bacia do rio Macaé recebe por transposição, após a geração de energia elétrica na UHE de Macabu, cerca de 5,4 m³/s do Reservatório de Macabu, localizado na bacia hidrográfica vizinha de mesmo nome (SEMADS, 1999). Outra comunicação artificial é feita com a bacia do rio Paraíba do Sul, através do canal Campos-Macaé. Nestas intervenções não ocorre somente a passagem de água, mas pode haver também o deslocamento de uma biota que pode se tornar invasora como também doenças que podem se disseminar no novo ambiente.

Outros dois empreendimentos hidrelétricos na bacia do Macaé estão em estudo, um no rio Macaé na localidade de Quartéis, sob responsabilidade de FURNAS Centrais Elétricas e outra no rio São Pedro na localidade de Glicério, sob responsabilidade da Companhia de Eletricidade do Estado do Rio de Janeiro (CERJ). No aproveitamento de Quartéis a potência estimada é de 57,4 MW, enquanto, o do rio São Pedro é de 10 MW (SEMADS, 1999).

Outra preocupação na bacia do rio Macaé diz respeito ao uso de agrotóxicos que ocorre freqüentemente nas plantações. As aplicações são realizadas por trabalhadores rurais sem qualquer equipamento de proteção e conhecimento acerca da concentração ideal do produto. Nenhuma orientação profissional é solicitada, assim como a compra dos agrotóxicos é feita sem prontuário. Os agrotóxicos mais

utilizados são herbicidas, fungicidas, inseticidas e bactericidas (SEMADS, 1999). O emprego de agrotóxicos de forma indevida aliado a elevados valores pluviométricos na bacia hidrográfica em questão, faz com que esses defensivos agrícolas sejam carregados para os corpos d'água. A contaminação tanto do manancial como da biota aquática coloca em risco a integridade do ambiente e a saúde daqueles que utilizam o recurso.

As comunidades hoje se beneficiam das águas do rio Macaé utilizando-a para abastecimento doméstico, como também para irrigação de culturas, cultivo de peixes e dessedentação de animais. Recentemente, uma obra de ampliação do sistema de abastecimento de água, Barra de São João e Rio das Ostras foi implementado no trecho baixo do rio Macaé na localidade de Ponte do Baião, levando a um déficit hídrico ao trecho de jusante, principalmente no período de seca, quando o rio atinge suas menores profundidades. Para a cidade de Macaé, a captação de água se faz no próprio rio Macaé, a cerca de 15 km do centro urbano na localidade de Severina, onde são captados cerca de 380 l/s, submetidos a tratamento e, posteriormente distribuídos. As águas do rio Macaé juntamente com os rios Macacu e São João são responsáveis pelo abastecimento de água domiciliar de 3 milhões de habitantes distribuídos em vários municípios (SEMADS, 1999).

O setor industrial também se beneficia deste recurso hídrico. As termelétricas Norte Fluminense e Macaé, Merchant localizadas às margens da BR-101 no município de Macaé utilizam água do rio Macaé no processo de geração de energia. Assim como para outras termelétricas no Brasil, pouco se sabe quais são os impactos da água vertida pelas termelétricas, uma vez que a água é devolvida ao rio numa temperatura superior àquela que foi captada. A Petrobrás é outra importante fonte captadora das águas do rio Macaé, utilizadas em seu maquinário e nas plataformas de extração de petróleo da Bacia de Campos.

Na planície do rio Macaé e no rio São Pedro foram observadas atividades de extração de areia para comercialização. Sua utilização dá-se como matéria-prima básica na construção civil.

A precariedade das condições sanitárias e a proximidade de aglomerações à margem do rio torna inevitável a utilização do rio como receptor de dejetos orgânicos. Apesar da cidade de Macaé estar dotada em grande parte de rede coletora, lança, sem tratamento, os esgotos na zona estuarina do rio Macaé. A análise da qualidade da água nas proximidades da cidade de Macaé revelou

coliformes fecais e amônia acima dos padrões aceitáveis, o que corrobora a existência de esgotos sanitários despejados no rio (SEMADS, 1999). O descarte de objetos no rio também foi observado, como pneus, móveis, utensílios domésticos, louça de banheiro e até mesmo um carro. A navegação, outrora importante meio de transporte, hoje abre espaço para rodovias que, embora em mau estado de conservação, fazem a comunicação com áreas adjacentes.

2.1.3. Localidades amostradas

Doze sítios foram amostrados bimestralmente ao longo da calha principal do rio Macaé durante março/2004 e março/2005, sendo estabelecidos quatro sítios para cada um dos trechos alto (RM1 até RM4), médio (RM5 até RM8) e baixo (RM9 até RM12) (Figs. 2.3 e 2.4). Para isso, as localidades foram determinadas de forma que fossem representativas dentro de cada trecho.

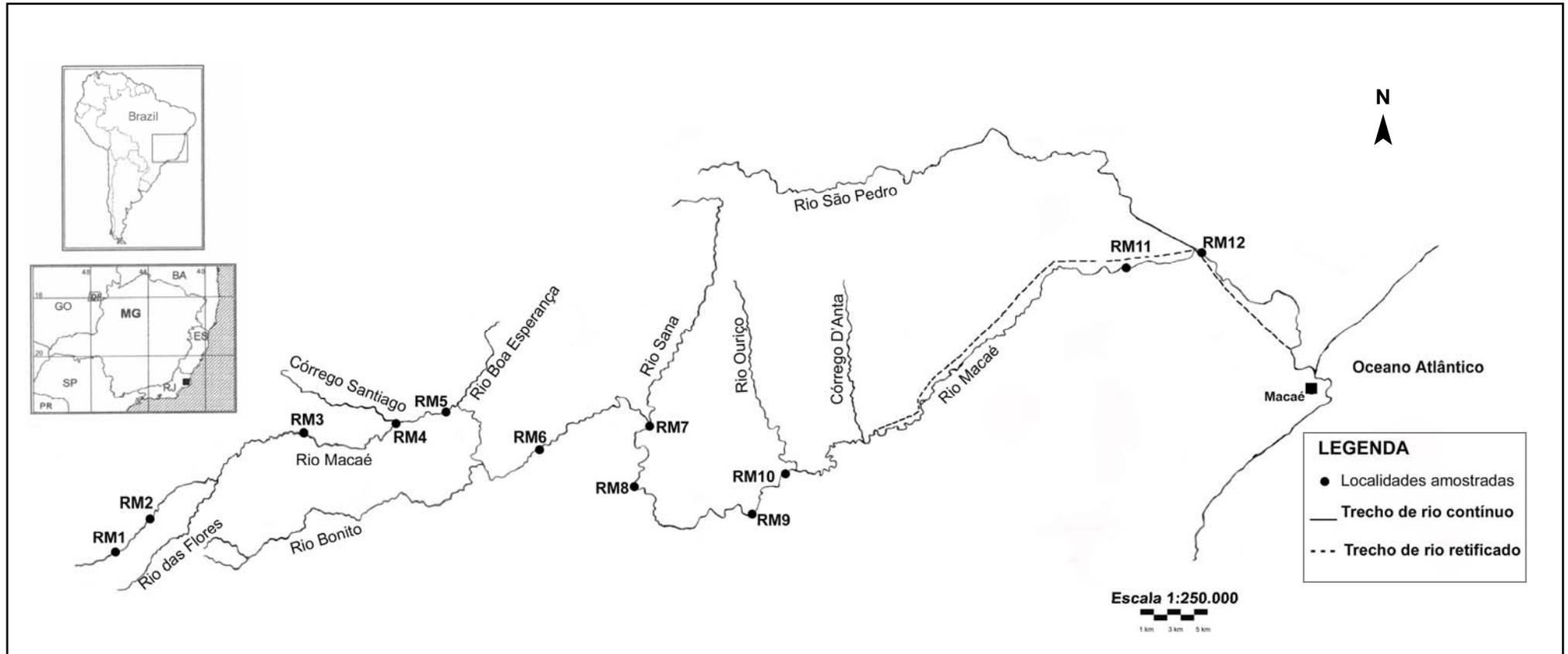


Figura 2.3. Localidades amostradas ao longo do gradiente longitudinal no Rio Macaé, RJ.



Figura 2.4. Sítios amostrados nos trechos alto (RM1, RM2, RM3, RM4), médio (RM5, RM6, RM7, RM8) e baixo (RM9, RM10, RM11, RM12) no rio Macaé, RJ.

Os sítios apresentaram um gradiente, tanto na sua fisionomia (volume, largura e substrato do leito) como em seus parâmetros abióticos (oxigênio, condutividade e temperatura). A fisionomia fluvial modificou-se, de blocos de pedra no trecho alto para areia no trecho baixo, como também sua largura e volume aumentaram à medida que se dirige rumo à foz. A seguir estão listadas as localidades amostradas no rio Macaé, juntamente como o gradiente altitudinal (Tab. 2.1; Fig. 2.5).

Tabela 2.1. Relação das localidades amostradas no rio Macaé, localização geográfica e cota altimétrica.

Localidade	Nome	Coordenada	Altitude
RM1	Taquara Oca	S 22°25', W 42°32'	1090 m
RM2	Macaé de Cima	S 22°24', W 42°31'	1020 m
RM3	Foz do rio Macuco	S 22°21', W 42°25'	810 m
RM4	Foz do rio Santiago	S 22°21', W 42°21'	670 m
RM5	Poço Feio	S 22°21', W 42°19'	610 m
RM6	Águas de Santa Luzia	S 22°23', W 42°17'	470 m
RM7	Foz do rio Sana	S 22°22', W 42°12'	180 m
RM8	Figueira Branca	S 22°25', W 42°11'	50 m
RM9	Baixada I	S 22°24', W 42°08'	20 m
RM10	Baixada II	S 22°24', W 42°05'	10 m
RM11	Termelétrica	S 22°17', W 41°52'	3 m
RM12	Foz do rio São Pedro	S 22°17', W 41°50'	3 m

Um importante acidente geológico marca a porção média do rio Macaé, na cota de 340 m. Entre as localidades RM6 e RM7 um salto de cerca de 25 metros mostrou ser obstáculo na dispersão de espécies que ocorrem no trecho a jusante (Fig. 2.6).

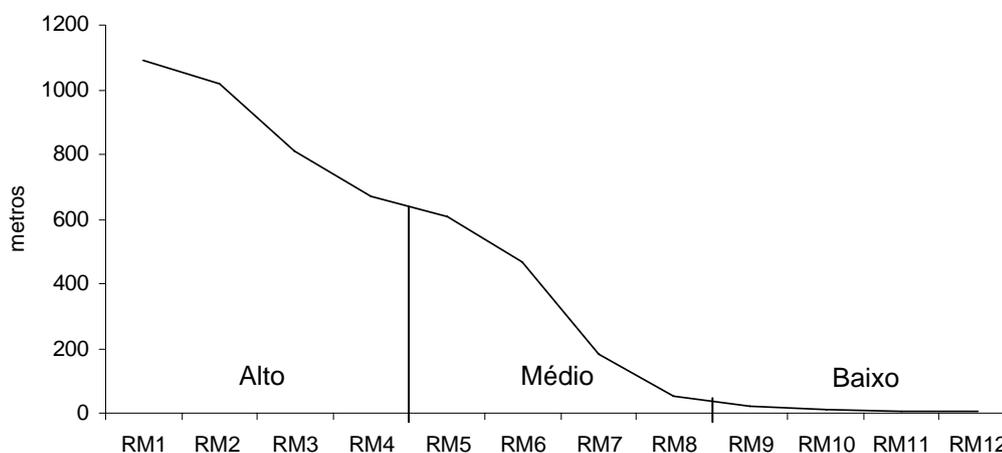


Figura 2.5. Gradiente de altitude referente aos pontos amostrados no rio Macaé, RJ.

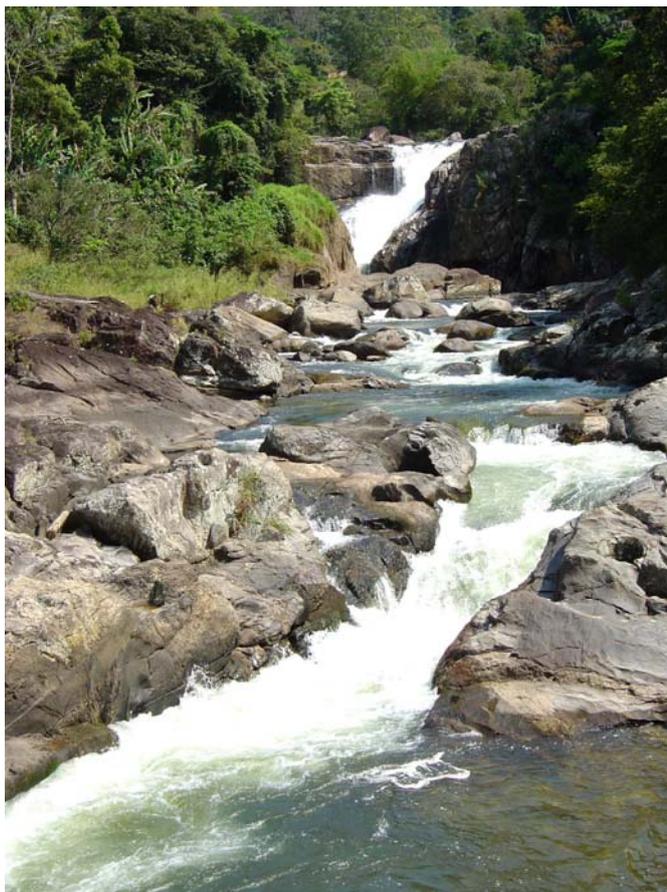


Figura 2.6. Barreira geográfica localizada entre os pontos RM6 e RM7 no rio Macaé, RJ.

Mudanças nos parâmetros abióticos entre os pontos foram observadas. Condutividade e temperatura mostraram um padrão similar, com os menores valores médios sendo registrados nas localidades do trecho alto, e os valores do outro extremo no trecho baixo. A menor temperatura e condutividade foram registradas no ponto RM1 (11,6 °C e 12,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectivamente) e os maiores valores na localidade RM12 (28,0 °C e 102,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectivamente). Os valores máximo e médio de condutividade na estação RM5 apresentaram-se fora do gradiente por não ter sido realizada amostragem no período chuvoso, o que reflete diretamente nos números apontados. Diferentemente dos outros dois parâmetros analisados, o oxigênio dissolvido apresentou seus maiores valores no trecho alto, com o maior valor ocorrendo em RM3 com 10,78 mg/l, e o menor em RM12 com 5,88 mg/l (Fig. 2.7).

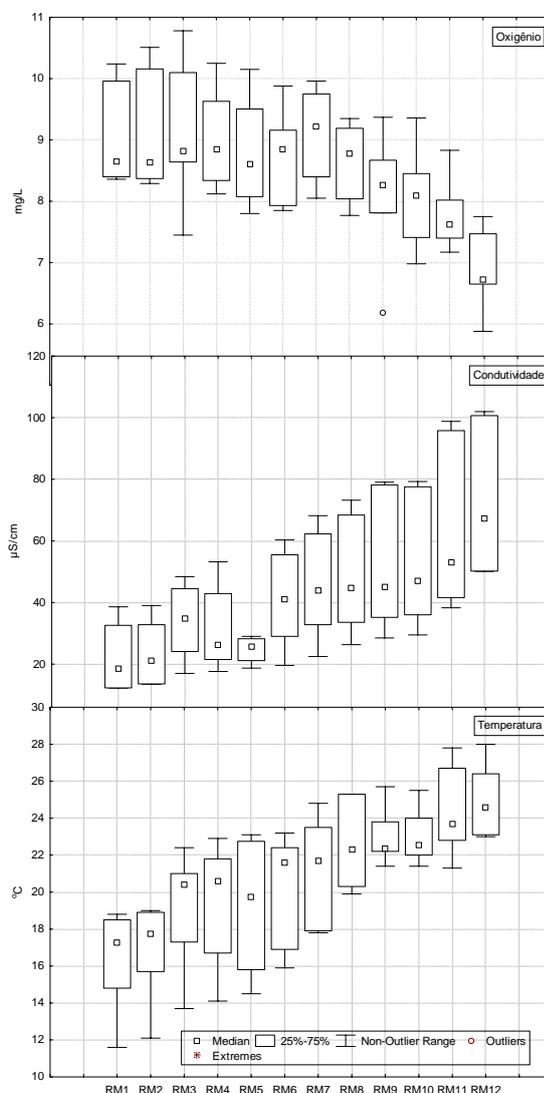


Figura 2.7. Valores máximos, mínimos e medianas de temperatura, condutividade e oxigênio durante o período de estudo nas localidades amostradas no rio Macaé, RJ.

Segundo a classificação de Köppen, a bacia do rio Macaé apresenta um clima mesotérmico na região litorânea com chuvas de verão, e endotérmico na região serrana com verão mais brando. Está sob influência no verão da massa tropical atlântica e no inverno da massa polar atlântica, ocorrendo uma queda acentuada da temperatura nas regiões mais elevadas.

A série histórica de pluviometria obtida através do Sistema de Informações Hidrológicas HydroWeb da Agência Nacional de Águas (ANA, 2006) mostra uma marcada sazonalidade, com um verão chuvoso e um inverno seco (Fig. 2.8). Três estações foram utilizadas para determinação dos valores: trecho alto, Estação Macaé de Cima (1968 - 2005); trecho médio, Estação Galdinópolis (1968 - 2005); e trecho baixo, Estação Fazenda Oratório (1968 - 2005). Destes, o trecho alto caracteriza-se como o mais chuvoso com os meses de janeiro e dezembro apresentando valores médios superiores a 350 mm. Para o trecho baixo foram

apontados os menores valores médios, sendo o máximo pouco superior a 220 mm de chuva.

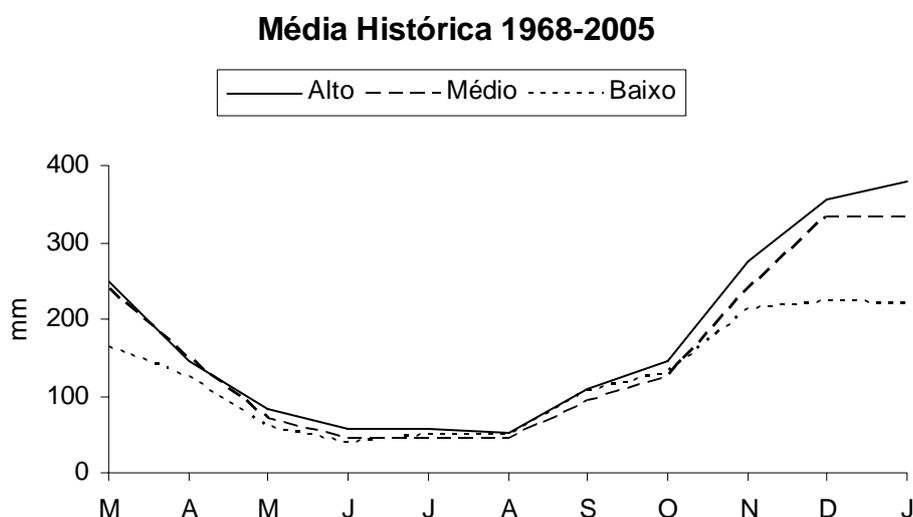


Figura 2.8. Média histórica de pluviosidade nos trechos alto, médio e baixo do rio Macaé, RJ.

2.2. Ictiofauna do rio Macaé

Os riachos, rios e outros ecossistemas aquáticos de Mata Atlântica abrigam uma fauna de peixes rica e variada que possui uma íntima associação com a floresta, que garante principalmente proteção e alimentação (Menezes et al., 1990). São aproximadamente 350 espécies, sendo a maioria (aproximadamente 250) ocorrendo nas regiões sul e sudeste do Brasil (Menezes, 1998).

O traço marcante desta fauna é o seu alto grau de endemismo, resultante do processo de evolução histórica das espécies em uma área que se manteve geomorfologicamente isolada das demais bacias hidrográficas brasileiras (Menezes, 1998). Isto se deve à concentração de um grande número de bacias hidrográficas independentes, aliada ao efeito isolador das cadeias de montanhas que separam os diversos vales da região. As características topográficas e fisionômicas proporcionam diferentes ambientes, o que favorece a ocorrência de um grande número de espécies, cada uma das quais adaptada a um subconjunto particular destes ambientes, o que eleva o número de espécies endêmicas da área. A predominância de cursos d'água relativamente pequenos favorece a ocorrência de espécies de pequeno porte, com limitado potencial de dispersão espacial (Buckup, 1998).

Infelizmente, a documentação pretérita é incompleta, de tal forma que os dados atualmente disponíveis dão apenas uma pálida idéia da diversidade ictiofaunística. Mesmo registros recentes mostram ser insuficientes, pois a cada novo esforço de coleta em áreas pouco exploradas, novas espécies são descobertas e descritas (Menezes, 1998). Apesar da escassez de informações sobre a sistemática, distribuição e ecologia de peixes de Mata Atlântica restam poucas dúvidas que várias espécies estão ameaçadas e que algumas delas podem ter sido extintas, inclusive antes de serem descritas.

Embora seja uma das principais drenagens do estado do Rio de Janeiro, poucos foram os estudos que contemplaram os peixes do rio Macaé. Publicações específicas acerca de uma espécie ou de um grupo, e informações pontuais marcam os registros para os peixes desta bacia. O fato de estar inserida na região com maior taxa de endemismo para peixes de Mata Atlântica (MMA, 2000), atesta a importância de estudos nesta bacia e de investigações mais detalhadas. Nas amostragens conduzidas para a realização do presente estudo, duas novas espécies de peixes do gênero *Rineloricaria* foram registradas (Miriam Ghazzi, comunicação pessoal).

Dentre as espécies de peixes da drenagem do rio Macaé, duas delas chamam a atenção na bacia. A primeira delas é o cascudo, *Pareiorhaphis garbei* (Ihering, 1911), que hoje figura na lista de espécies ameaçadas de extinção do Ministério do Meio Ambiente (2004). Sua distribuição é restrita à área das bacias do rio Macaé e do rio Macacu, em altitudes acima de 600 m. Os desmatamentos, pequenas represas, pesticidas e a presença da truta arco-íris, *Oncorhynchus mykiss*, estão entre as ameaças potenciais a sua sobrevivência (Lazzarotto et al., 2007).

A outra espécie é a piabanha, *Brycon insignis* Steindachner, 1877, que a exemplo de *P. garbei*, também figura entre as espécies ameaçadas de extinção no Brasil. Os impactos advindos da alteração do canal natural, drenagem de várzeas e a eliminação da vegetação marginal, que é a principal fornecedora de alimento para esta espécie, são responsáveis pelo declínio de suas populações naturais. Infelizmente, os registros científicos para *B. insignis* no rio Macaé são inexistentes e nenhum espécime está depositado em museus do mundo. Nas investigações conduzidas no presente estudo, não foi registrado nenhum exemplar, e em entrevistas com moradores da bacia a presença da espécie não é observada há mais de uma década. Num tempo não muito remoto era uma espécie que figurava

entre aquelas com importância na pesca local, juntamente com o robalo, a tainha e o piau.

No trabalho de Bizerril & Primo (2001) há referência a um espécime de piabanha depositado no Museu Nacional do Rio de Janeiro (MNRJ) sob o número MNRJ 13592, mas o número de registro corresponde a um *P. garbei*, e não a um *B. insignis*. Espécimes de *B. insignis* tombados no MNRJ pertencem à bacia do rio Paraíba do Sul. A situação se agrava uma vez que a espécie pode estar localmente extinta sem existir um único espécime em museus como atestado da sua existência nessa bacia (Observação pessoal). Investigações direcionadas para a localização de populações devem ser realizadas para verificar realmente o quão ameaçado está a piabanha.

A transposição de fauna aquática das drenagens circunvizinhas não pode ser descartada. Obras artificiais de transposição de águas foram realizadas do rio Macabu para o rio Macaé, bem como construído o canal Campos-Macaé durante o segundo império. Esta foi uma das maiores obras da engenharia do século XIX, idealizada pelo inglês John Henry Freese, atravessando a região de restinga e alagadiça, com o objetivo de facilitar o escoamento da produção açucareira pelo porto de Imbetiba, em Macaé (INEPAC, 2007). O transporte de passageiros também era realizado. Este canal de 109 km, à sua época fora considerado o segundo maior canal construído do mundo, superado apenas pelo Canal de Suez (Fundação Dom Cintra, 2006; INEPAC, 2007). Poucos anos após sua conclusão foi inaugurada a Estrada de Ferro Macaé-Campos e o canal entrou em desuso (Fundação Dom Cintra, 2006).

2.3. Procedimento em campo

Para coligir os peixes que fizeram parte do presente estudo foram utilizados diferentes equipamentos, de forma que fossem representadas todas as etapas do ciclo de vida das espécies envolvidas.

Ovos e larvas foram coletados de duas formas. Na primeira delas, foi utilizada a tradicional rede de deriva. Uma rede de formato cônico-cilíndrica de malha 500 µm, 60 cm de diâmetro de aro e 1,50 m de comprimento era disposta no canal do rio no período crepuscular/noturno. Um fluxômetro modelo General OceanicsTM acoplado à boca da rede foi utilizado para estimar o volume de água filtrado. A outra forma consistiu de uma peneira modificada a partir do modelo apresentado em

Nakatani et al. (2001). Este novo aparelho, utilizado durante o dia na vegetação marginal, de tamanho 60 cm x 40 cm, apresenta duas malhas: a primeira de 5 mm e a segunda de 500 µm. Maiores detalhes serão apresentados no Capítulo 3.1 que trata da descrição do aparelho.

A coleta de juvenis e adultos foi realizada nas regiões litorânea e pelágica. A mesma peneira citada acima, mas em sua primeira malha de 5 mm, foi também um equipamento utilizado para capturar juvenis e adultos de algumas espécies. Para espécies que utilizam o canal do rio, uma rede cônico-cilíndrica de malha 5 mm, 1,5 m de abertura e 2 m de comprimento foi armada na corredeira. Utilizando a técnica conhecida como *kicking*, pedras foram removidas e os peixes debaixo destas ou nas cercanias foram carregados pela corrente para dentro da rede.

Equipamentos de malha maior também foram utilizados. Tarrafas (malhas 25 mm e 30 mm entre nós adjacentes) e redes de emalhar de 10 m (malhas 15, 20, 25, 30, 35, 35, 40, 50 e 60 mm entre nós adjacentes), foram equipamentos com os quais a grande maioria dos adultos foi capturada. As redes foram armadas ao entardecer e recolhidas ao amanhecer. Uma rede de arrasto de 15 m (malha 12 mm entre nós adjacentes) também foi utilizada em locais que ofereciam condições adequadas para a operação do aparelho. Sua utilização se deu principalmente em sítios que apresentaram trechos arenosos formando enseadas. Espécimes foram ainda capturados utilizando anzóis com iscas artificiais, minhocas ou, na ausência de isca, embutido suíno.

Em campo, os exemplares procedentes dos aparelhos de malha 500 µm foram fixados em formol 4% tamponado com carbonato de cálcio (1 g de CaCO_4 para 1 L de formol 4%). Os demais fixados em formol 10%. *A posteriori* foram transferidos para álcool 70° GL.

2.4. Procedimento em laboratório

Em laboratório, o material recolhido nos aparelhos de malha 500 µm foi triado sob microscópio estereoscópico para separar ovos e larvas. Em seguida, foram medidos através de um retículo acoplado à ocular da lupa.

Os demais espécimes, conservados em álcool a 70° GL foram primeiramente triados para separação por espécie, respeitando a localidade, campanha e aparelho de coleta de cada indivíduo. Em planilha registrou-se o comprimento padrão (CP) e o

peso corporal (PC). Após dissecação, o peso das gônadas foi registrado em balança analítica com 3 casas de precisão.

Para avaliação da atividade reprodutiva, ovários e testículos foram classificados segundo uma escala macroscópica de desenvolvimento com a confirmação microscópica para alguns exemplares (Bazzoli & Godinho, 1991) (Tab. 2.2).

Indivíduos imaturos foram considerados como sendo aqueles que não passaram pelo processo reprodutivo. Em função do reduzido número de espécimes para algumas espécies, foi atribuído que indivíduos com comprimento padrão inferior ao menor exemplar em atividade reprodutiva (maturação avançada/maduro; parcialmente desovado/espermiado; desovado/espermiado), pertenceriam à categoria imaturo.

Tabela 2.2. Caracterização dos estádios do ciclo reprodutivo baseado em características gerais macro e microscópicas de ovários e testículos dos peixes do rio Macaé segundo Bazzoli & Godinho (1991).

Estádios	Fêmeas	Machos
Repouso	Translúcidos e pouco desenvolvidos, com ovócitos perinucleolar inicial (O1) e perinucleolar avançado (O2)	Filiformes e translúcidos, com o lume dos túbulos seminíferos fechados contendo em suas paredes apenas espermatogônias.
Maturação inicial	Aumento no volume, com poucos ovócitos visíveis a olho nu. Presença de O1, O2 e ovócitos pré-vitelogênicos (O3)	Desenvolvimento do testículo que passa a apresentar cistos das células da linhagem espermatogênica e poucos espermatozóides no lume do túbulo seminífero
Maturação avançada/maduro	Máximo volume, ocupando grande parte da cavidade celômica. Presença de maciça de ovócitos vitelogênicos (O4)	Testículo túrgido, de coloração branco-leitoso e túbulo seminífero com grande quantidade de espermatozóides
Parcialmente desovado/parcialmente espermiado	Redução no volume, mas contando ainda com O4 ao lado de folículos pós-ovulatórios	Volume reduzido, contendo ainda espermatozóides no túbulo seminífero
Totalmente Desovado/ Totalmente espermiado	Hemorrágicos e flácidos, com ovócitos atrésicos, folículos pós-ovulatórios e O1 e O2	Flácido e hemorrágico, com o lume do túbulo seminífero aberto, espermatozóides residuais e apenas espermatogônias na parede.

3. CAPÍTULOS

A seguir são apresentados os capítulos que correspondem ao corpo da tese.

3.1. Distribuição espaço-temporal da densidade de ovos, larvas e juvenis de peixes do rio Macaé, RJ

3.1.1. Introdução

Os peixes formam o grupo mais diversificado dentre os vertebrados com quase metade do número total de espécies (Lewinsohn & Prado, 2005). Apresentam os mais variados padrões reprodutivos (Keenleyside, 1981), passando pelos extremos de fertilização externa à fertilização interna e de ovuliparidade a viviparidade (McKeown, 1984). Tal diversidade reprodutiva pode ser vislumbrada através das mais distintas modificações nos gametas, aparelhos reprodutivos e formas de reprodução (Burns et al., 1998; Wourms, 1972; Smith et al., 2004).

Com a fertilização e desenvolvimento embrionário, a saída do ovo e o contato com o meio externo tornam-se o primeiro desafio para as larvas. Para aquelas espécies sem cuidado parental e com menor quantidade de vitelo, as estruturas devem se desenvolver rapidamente para desempenhar funções mecânicas vitais como alimentação externa e natação. O desenvolvimento acelerado é necessário porque o pequeno tamanho as torna vulneráveis à predação (Osse & van den Boogaart, 1999). Para evitarem a ação de predadores, algumas larvas pelágicas exibem apêndices temporários que têm função de proteção, enquanto outras têm em suas nadadeiras, estruturas que auxiliam na flutuação (Moser & Ahlstrom, 1970; Balon, 1975).

Espécies que exibem cuidado parental apresentam desenvolvimento embrionário prolongado em relação às que não apresentam essa característica (Sato et al., 2003). Em *Pterophylum scalare*, as larvas ao eclodir são cegas e incapazes de nadar e alimentar-se. Possuem dois pares de glândulas adesivas na cabeça para mantê-las no ninho e próximas à superfície da água onde a concentração de oxigênio é maior (Kunz, 2004). Este período crítico na sobrevivência do peixe é ainda mais delicado para peixes marinhos do que para peixes de água doce. Para larvas de peixes marinhos a sobrevivência é, em média,

44 vezes menor que a de um peixe de água doce: 0,12% de peixes marinhos contra 5,30% em peixes de água doce (Houde, 1994).

Estudos abordando aspectos da história de vida de peixes de riachos são consideravelmente menores que aqueles para peixes marinhos e de grandes drenagens fluviais (Castro, 1999), principalmente no que se refere às formas iniciais de desenvolvimento. Em sua maioria, as descrições morfológicas de larvas de peixes de água doce neotropicais encontram-se em publicações isoladas e/ou de acesso restrito, sendo muitas delas incompletas, não contemplando detalhes das diferentes fases (Nakatani et al., 2001). Embora alguns grupos de peixes com representantes em riachos tenham sido incluídos em estudos recentes (Nakatani et al., 2001; Ponton & Merigóux, 2001, Rícan et al., 2005) ainda há grandes lacunas.

Uma das grandes responsáveis por essa carência de estudos em ambiente natural é referente ao processo de coleta. Pouco se conhece sobre a reprodução de peixes de riacho e, conseqüentemente, os sítios de desova. Para peixes migradores de grandes drenagens fluviais neotropicais o processo de deriva de larvas é mais conhecido (Araújo-Lima & Oliveira, 1998; Nakatani et al., 2001). Grande parte desse conhecimento acerca da reprodução de peixes migradores, deve-se ao fato da sua importância como recurso pesqueiro (e.g. *Pseudoplatystoma* spp., *Prochilodus* spp., *Brycon* spp., *Leporinus* spp. e *Salminus* spp.). Para algumas espécies de peixes de riacho esse conhecimento vem em função do cultivo para o aquarismo (Axelrod et al., 1997).

Os distintos modos reprodutivos de peixes exigem métodos de captura diferenciados para ovos e larvas. A utilização de apenas um tipo de aparelho pode acarretar seletividade amostral e nem todas as fases de desenvolvimento serem registradas. É com o objetivo de comparar duas metodologias amostrais e apresentar um novo aparelho para coleta de ovos e formas iniciais de desenvolvimento de peixes que o presente estudo foi conduzido em uma drenagem costeira no leste do Brasil, Estado do Rio de Janeiro.

3.1.2. Material e Métodos

3.1.2.1. Área de estudo

As capturas foram realizadas em 12 localidades entre os meses de março/2004 e março/2005 na bacia do rio Macaé, localizada na porção norte do Estado do Rio de Janeiro. Esta drenagem apresenta área de 1760 km², estando

localizada em sua totalidade em território fluminense. Isso faz com que o rio Macaé, com aproximadamente 137 km de extensão, seja o maior rio do Estado.

Da mesma forma que os cursos inferiores dos rios da Baixada Fluminense, o rio Macaé teve vários trechos e afluentes retificados causando significativos impactos ambientais. Ao final da década de 60 e durante o início dos anos 70, o Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS) efetuou obras de dragagem, retificação e alargamento de vários cursos d'água na região do baixo Macaé. Na época, foi aberto um canal retilíneo de aproximadamente 26 km, ao longo da margem esquerda do rio Macaé, desabilitando os meandros da calha natural e drenando áreas alagadiças da planície aluvionar. A pretensão do DNOS e do INCRA, detentor das áreas, estava voltada para recuperação de áreas alagadiças e várzeas, permitindo o aumento do cultivo do arroz, cana de açúcar e cítricos, reduzindo a pecuária. As intervenções do DNOS, à semelhança daquelas executadas no baixo São João e tributários, trouxeram impactos ambientais irreversíveis à biota local (Costa, 2001).

3.1.2.2. Coleta e processamento do material

Dois metodologias amostrais foram empregadas. Para coletas de ovos e larvas junto à vegetação marginal utiliza-se geralmente um peneirão retangular (1,5 m x 1,0 m) com malha 500 μ m, como descrito em Nakatani et al. (2001). O aparelho idealizado e utilizado no presente estudo consiste em uma peneira retangular (60 cm x 40 cm) que difere do convencionalmente utilizado por possuir dois panos de malha e tamanho menor, o que permite melhor manuseio e deslocamento dentro da água. A armação principal sustenta uma rede de malha 500 μ m com um copo de PVC com rosca acoplado ao fundo, facilitando a retirada do material (Fig.3.1.1). Este copo apresenta duas aberturas laterais com a mesma malha da rede principal, permitindo a saída da água à medida que o material é depositado no fundo. Uma armação secundária, com malha 5 mm, é colocada por cima da armação principal para reter o material grosseiro, tal como folhas e gravetos.



Fig. 3.1.1. Peneira utilizada no presente estudo para captura de formas iniciais de desenvolvimento de peixes no rio Macaé, RJ.

As coletas com peneira foram realizadas durante o dia, junto à vegetação marginal. Nesse tipo de amostragem, a peneira é levada ao fundo e levantada rapidamente sob a vegetação de modo que os organismos associados fiquem retidos inicialmente no primeiro pano da peneira (malha 5 mm). Espécimes adultos, juvenis e eventualmente larvas de peixes, são capturados nesta primeira malha. O material que transpõe a primeira malha fica retido na segunda malha (500 μm) e é recolhido no copo de PVC localizado no fundo da peneira. Ao término da amostragem, o material do copo de PVC é acondicionado em um recipiente e fixado em formol 4% tamponado com carbonato de cálcio (1 g de CaCO_4 para 1 l de formol 4%).

A estimativa de densidade (indivíduos por m^2) utilizada segue a expressão de Nakatani *et al.* (2001)

$$Z = X / (A.L)$$

Onde:

Z = número de indivíduos por m^2 ;

X = número de indivíduos coletados;

A = área da peneira (m^2);

L = número de lances.

A outra metodologia utilizada tinha como objetivo, capturar ovos e larvas em deriva. Para isso foi utilizada uma rede de plâncton de malha 500 μm , 60 cm de diâmetro de aro e 1,50 m de comprimento. Um fluxômetro modelo General Oceanics[™] acoplado à boca da rede para estimar o volume de água filtrada. A rede era posicionada em um local no canal do rio sob a corrente (Fig. 3.1.2) e permanecia parada durante de 10 minutos. A coleta sempre foi realizada no período crepuscular.



Fig. 3.1.2. Rede para amostragem de formas iniciais de desenvolvimento em deriva no rio Macaé, RJ.

Para estimativa da densidade de ovos e larvas amostrados com rede de plâncton no canal do rio foi utilizada a expressão padronizada para um volume de 10m^3 (Nakatani et al., 2001), a saber:

$$Y = (x / V) \cdot 10$$

Onde:

Y = número de ovos ou larvas por 10m^3 ;

x = número de ovos ou larvas coletados;

V = volume de água filtrada (m^3).

O cálculo do volume é dado pela fórmula:

$$V = a.n.c$$

Onde:

V = volume de água filtrada (m³);

a = área da boca da rede (m²);

n = número de rotações do fluxômetro;

c = fator de calibração do fluxômetro.

A fixação do material da rede de plâncton seguiu o mesmo protocolo de fixação utilizado na peneira.

Todo o material recolhido nos dois aparelhos de coleta foi triado sob microscópio estereoscópico, sendo realizada a separação de ovos, larvas e juvenis. A identificação foi feita com base na literatura disponível, características morfológicas e através do padrão de pigmentação durante a ontogenia. Ovos não foram caracterizados quanto a seu desenvolvimento, mas para larvas foi realizada a classificação do desenvolvimento, segundo Nakatani et al. (2001):

- Larval vitelino: compreende desde a eclosão até o início da alimentação exógena (olho completo ou parcialmente pigmentado; abertura do ânus e da boca);

- Pré-flexão: estende-se desde o início da alimentação exógena até o início da flexão da notocorda com o aparecimento dos elementos de suporte da nadadeira caudal;

- Flexão: desenvolvimento caracterizado pelo início da flexão da notocorda, com aparecimento dos elementos de suporte da nadadeira caudal, até a completa flexão da mesma, aparecimento do botão da nadadeira pélvica e início de segmentação dos raios das nadadeiras dorsal e anal;

- Pós-flexão: caracteriza-se pela completa flexão da notocorda, aparecimento do botão da nadadeira pélvica e início de segmentação dos raios das nadadeiras dorsal e anal até a completa formação dos raios da nadadeira peitoral, absorção da nadadeira embrionária e o aparecimento de escamas;

Os juvenis foram caracterizados pela completa formação dos raios das nadadeiras e surgimento das escamas até a primeira maturação sexual.

Dados de pluviometria foram obtidos do Sistema de Informações Hidrológicas HydroWeb da Agência Nacional de Águas (ANA, 2006) em três estações do rio Macaé, localizadas no trecho alto (Estação Macaé de Cima 1968 - 2005), trecho médio (Estação Galdinópolis 1968 - 2003) e trecho baixo (Estação Fazenda Oratório 1968 - 2005). Os dados referente às densidades dos meses de março foram agrupados e calculado a média destes valores.

Para comparar a média dos diâmetros dos ovócitos coligidos nas regiões pelágica e litorânea, foi aplicado o teste *t*. Como a maior variância foi 4 vezes superior à menor, aplicou-se primeiramente o teste *F* e em seguida o teste *t* para observações independentes de variâncias desiguais (Vieira, 1980). O coeficiente de correlação de Spearman foi empregado para verificar a existência de correlações significativas entre as densidades de ovos e de larvas e juvenis nas regiões pelágicas e litorâneas, relacionadas à pluviometria.

3.1.3. Resultados

Foi capturado um total de 1388 larvas e juvenis e 86 ovos, sendo deste total 1296 larvas e juvenis e 62 ovos na região litorânea, e 92 larvas e juvenis e 24 ovos na região pelágica (Fig. 3.1.3; Tab 3.1.1). Treze espécies foram coletadas, sendo que *Phalloceros* cf. *caudimaculatus* contribuiu com o maior número de espécimes, perfazendo 33,57% dos indivíduos capturados. Em alguns casos não foi possível identificar ao nível de espécie, alcançando ordem (Characiformes), família (Gobiidae), subfamília (Heptapteridae) e gênero (*Astyanax*). Deste total, *Geophagus brasiliensis*, Gobiidae, *Microglanis parahybae*, *Parotocinclus maculicauda* e *Poecilia vivipara* foram exclusivos à margem. Apenas *Rhamdioglanis transfasciatus* foi exclusivo à deriva, embora outras espécies tenham apresentado somente um registro nesta categoria de habitat.

A menor larva coletada, utilizando as duas metodologias, foi registrada na região pelágica, sendo essa uma larva de Characiformes com 1,5 mm. Na região litorânea, a menor larva, do gênero *Astyanax*, mediu 2,38 mm (Tab. 3.1.1).

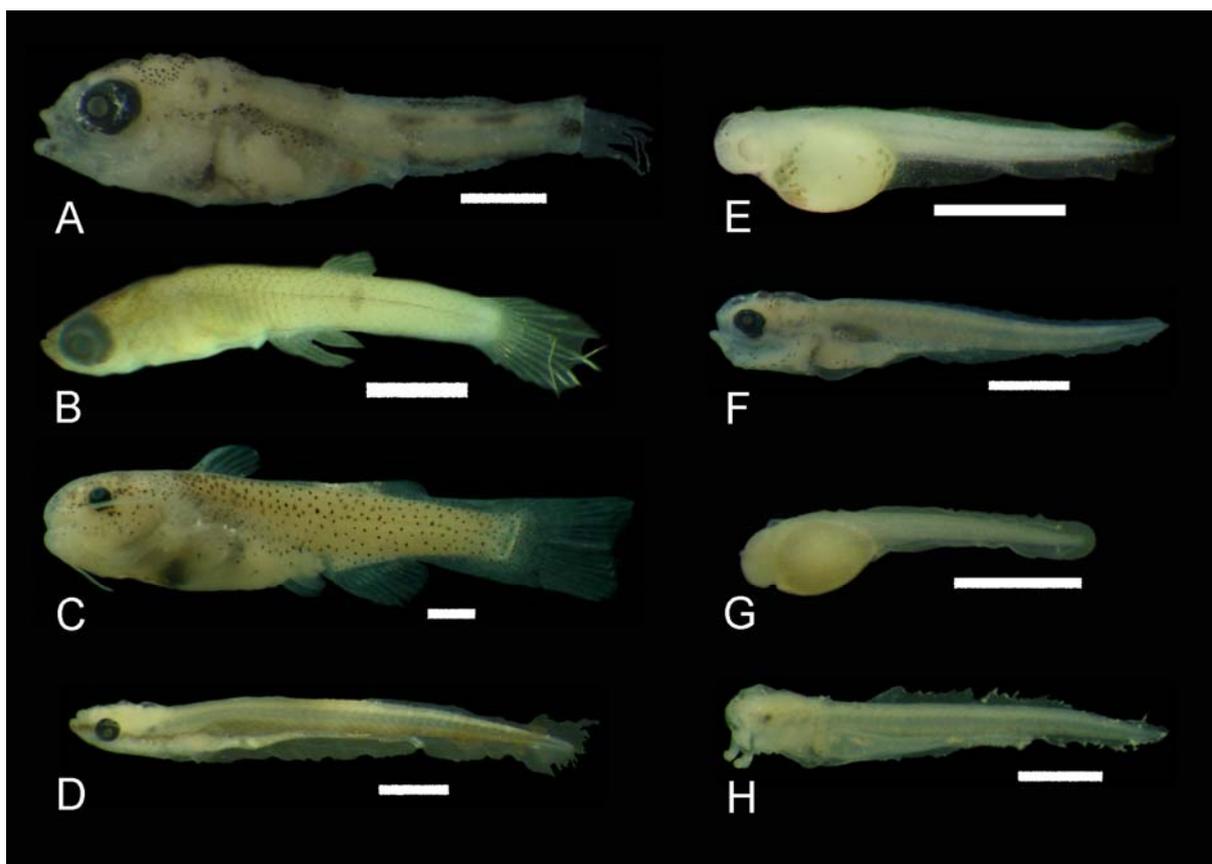


Figura 3.1.3. Espécies coligadas pelos dois métodos amostrais: A – *G. brasiliensis*; B – *P. cf. caudimaculatus*; C – *G. melanopterum*; D – *L. copelandii*; E e F – *A. cf. intermedius*; G – Larva Characiformes; H – Larva Heptapteridae. Barra = 1 mm.

Tabela 3.1.1. Número total e tamanhos mínimo e máximo de larvas e juvenis coletados na região litorânea e pelágica ao longo do rio Macaé entre março/2004 e março/2005.

Espécie	Litorânea			Pelágica		
	N	Mín	Máx	N	Mín	Máx
<i>Astyanax cf. intermedius</i>	86	4,25	9,00	6	3,75	5,00
<i>Geophagus brasiliensis</i>	36	6,13	6,75	-	-	-
<i>Glanidium melanopterum</i>	5	7,75	12,25	1	12,00	-
Gobiidae	2	14,13	15,75	-	-	-
<i>Hisonotus notatus</i>	73	5,25	14,75	1	8,25	-
Larvas <i>Astyanax</i>	244	2,38	14,50	4	3,25	10,88
Larvas Characiformes	-	-	-	67	1,50	2,38
Larvas Heptapteridae	11	3,13	7,88	-	-	-
<i>Leporinus copelandii</i>	7	6,63	8,13	1	7,50	-
<i>Microglanis parahybae</i>	8	6,38	11,88	-	-	-
<i>Neoplecostomus microps</i>	27	7,50	13,75	1	10,38	-
<i>Parotocinclus maculicauda</i>	84	4,25	14,86	-	-	-
<i>Phalloceros cf. caudimaculatus</i>	460	6,37	14,88	6	7,75	10,38
<i>Poecilia vivipara</i>	11	7,00	10,00	-	-	-
<i>Rhamdioglanis transfasciatus</i>	-	-	-	1	10,50	-
<i>Rineloricaria sp.1</i>	96	10,13	21,63	3	11,25	13,63
<i>Schizolecis guntheri</i>	146	6,75	14,63	1	8,13	-
TOTAL	1296			92		

Obs: - = ausência de registro

Tabela 3.1.2. Distribuição das formas iniciais de desenvolvimento, larval vitelino (LV), pré-flexão (PR), flexão (F), pós-flexão (PS) e juvenil (J), coletados na região litorânea e pelágica ao longo do rio Macaé entre março/2004 e março/2005.

Espécie	Litoânea					Pelágica				
	LV	PR	F	PS	J	LV	PR	F	PS	J
<i>Astyanax cf. intermedius</i>	83	3				4	2			
<i>Geophagus brasiliensis</i>				36						
<i>Glanidium melanopterum</i>		1	2	2					1	
Gobiidae					2					
<i>Hisonotus notatus</i>			1	69	3					1
Larvas <i>Astyanax</i>	223	1		4	16	1	2			1
Larvas Characiformes						67				
Larvas Heptapteridae	9	1	1							
<i>Leporinus copelandii</i>		7					1			
<i>Microglanis parahybae</i>		2	2	4						
<i>Neoplecostomus microps</i>				24	3				1	
<i>Parotocinclus maculicauda</i>			5	72	7					
<i>Phalloceros cf. caudimaculatus</i>					460					6
<i>Poecilia vivipara</i>					11					
<i>Rhamdioglanis transfasciatus</i>									1	
<i>Rineloricaria sp.1</i>				62	34				3	
<i>Schizolecis guntheri</i>				105	41				1	

Todas as formas iniciais de desenvolvimento larval e juvenis foram registradas na margem (Tab. 3.1.2). Os meses de setembro e novembro correspondem ao único período em que todas as fases estiveram presentes. Os maiores valores para estágios larval vitelino e pré-flexão ocorreram em novembro. Juvenis e larvas em pós-flexão apresentaram maiores ocorrências no mês de janeiro (Fig. 3.1.4).

Na amostragem da calha do rio, apenas larvas em flexão estiveram ausentes dos registros. Dentre os indivíduos capturados, 78% corresponderam a larvas vitelínicas, sendo que 74% das ocorrências foram registradas para o mês de novembro. As larvas em pré-flexão e os juvenis ocorreram apenas nos meses de novembro e março, respectivamente (Fig. 3.1.3).

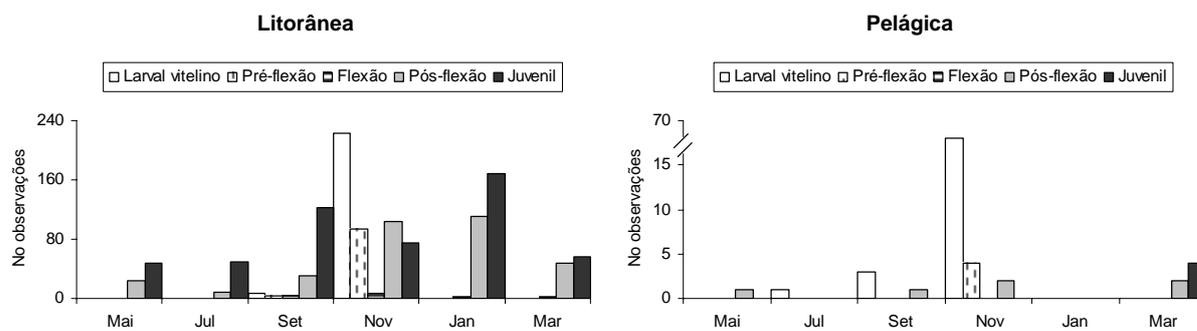


Figura 3.1.4. Registro de ocorrência das distintas fases de desenvolvimento ontogenético amostradas nas regiões litorânea e pelágica no rio Macaé, RJ.

Tanto o maior ovo com 1,50 mm de diâmetro, quanto o menor ovo com 0,50 mm de diâmetro foram registrados na margem. Na deriva no canal do rio os ovos variaram de 0,60 mm a 0,80 mm de diâmetro (Tab. 3.1.3). O teste t para a média dos diâmetros dos ovócitos, evidenciou diferença significativa para ovócitos coligidos nas regiões litorânea e pelágica ($F= 19,16$; $t = 7,44$; $p<0,05$).

Tabela 3.1.3. Número total e diâmetro (mm) mínimo e máximo de ovos coletados ao longo do rio Macaé durante março/2004 e março/2005.

Margem			Calha		
N	Min	Máx	N	Min	Máx
62	0,50	1,50	24	0,60	0,80

Foram coletados ovos na margem em apenas duas localidades, RM6 e RM7, ambas no trecho médio do rio Macaé. As densidades mais elevadas de ovos ocorreram no período que antecedeu o período chuvoso (setembro/2004) e ao final do período chuvoso (março/2004) (Tab. 3.1.4). Em deriva, ovos somente foram registrados durante o mês de novembro/2004, no período chuvoso, nas localidades do trecho baixo RM9 e RM10. É importante ressaltar que estas duas localidades ainda conservam suas características originais de rio de baixada, com trecho sinuoso e lagoas marginais.

Na margem, as maiores densidades de larvas e juvenis ocorreram na localidade RM6, sendo a localidade RM1 a única a não registrar capturas. As maiores densidades de larvas e juvenis foram registradas no período de chuvas, sendo novembro/2004 o mês com a maior densidade total. As maiores densidades

para as localidades da parte baixa do rio Macaé (RM9 até RM12) foram registradas em novembro/2004, quando ocorreu a captura de larvas nas localidades RM11 e RM12.

Para larvas e juvenis coletados em deriva na calha do rio, as maiores densidades foram também registradas no período chuvoso, sendo que a localidade RM8 e no mês de novembro/2004 foram encontrados os maiores valores (Tab. 3.1.5). Não houve registro nas localidades RM1, RM7 e RM10 bem como em nenhuma localidade no mês de janeiro/2005. Larvas e juvenis de espécies associadas à vegetação marginal foram também capturados em processo de deriva.

Larvas do migrador *L. copelandii* foram coletadas na margem e, em processo de deriva no rio Macaé. Estiveram presentes na margem nas localidades RM9 no período de setembro; e RM7, RM11 e RM12 em novembro. Em deriva na localidade RM12 também em novembro.

Tabela 3.1.4. Densidade de ovos coletados na margem e calha do rio Macaé nas estações amostrais no período de março/2004 a março/2005.

		Ovos														
		Margem (ovos/m ²)						Calha (ovos/10m ³)								
Coletas		Mar	Mai	Jul	Set	Nov	Jan	Mar	Mar	Mai	Jul	Set	Nov	Jan	Mar	
Ponto de Coleta	RM1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	RM2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	RM3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	RM4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	RM5	0	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	-	-	
	RM6	8,65	0,64	0,88	0,83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RM7	0	0	0	3,26	1,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RM8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RM9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2	0	0	
	RM10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,1	0	0	
	RM11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RM12	-	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0
Total		8,65	0,64	0,88	4,09	1,45	0	0	0	0	0	0	3,3	0	0	

Obs: - = ausência de amostragem; 0 = ausência de registro.

Tabela 3.1.5. Densidade de larvas e juvenis coletados na margem e calha do rio Macaé nas estações amostrais no período de março/2004 a março/2005.

		Larvas e Juvenis													
		Margem (larvas e juvenis/m ²)						Calha (larvas e juvenis/10m ³)							
	Coletas	Mar	Mai	Jul	Set	Nov	Jan	Mar	Mar	Mai	Jul	Set	Nov	Jan	Mar
Ponto de Coleta	RM1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RM2	0	0	0,29	0	1,44	6,77	0,67	1,7	0	0	0	0	0	0
	RM3	0,35	0,83	0	0,20	3,70	7,50	0,42	0	0	0	0	0,1	0	0
	RM4	11,46	2,88	0,60	7,87	2,54	6,39	4,44	0,6	0,1	0	0	0,1	0	0
	RM5	4,51	0,45	0,17	2,67	3,70	-	-	0,2	0	0	0	0	-	-
	RM6	12,50	11,54	2,85	24,44	24,58	14,58	1,81	0	0	0,1	0,9	0,4	0	0
	RM7	5,56	0	3,24	1,27	1,27	0,42	0,63	0	0	0	0	0	0	0
	RM8	1,19	0	0,28	1,09	1,07	0,83	0,93	0	0	0	0	6,2	0	0
	RM9	1,04	0	0,22	1,27	8,06	3,89	5,64	0	0	0	0	0,1	0	0
	RM10	0,69	0,98	0,95	0,57	4,94	4,03	1,85	0	0	0	0	0	0	0
	RM11	0	1,39	0,38	1,14	17,02	1,14	0,83	0	0	0	0	0,1	0	0,5
	RM12	-	0	0,19	0,33	21,39	0,76	0,33	-	0	0	0	0,1	0	0
Total		37,30	18,07	9,15	40,84	89,72	46,30	17,55	2,5	0,1	0,1	0,9	7,1	0	0,5

Obs: - = ausência de amostragem; 0 = ausência de registro.

A densidade de ovos na margem apresentou nos meses de setembro e março as maiores densidades, diferindo de ovos em deriva com registro apenas no período de novembro. Para ovos na margem, os maiores valores de densidade precedem e também são registrados no final do período de maior pluviosidade, enquanto que para ovos em deriva a maior densidade está compreendida no período de maior pluviosidade (Fig. 3.1.5). Apesar destas diferenças entre as densidades, não foi verificada correlação entre as duas categorias de ambiente e a pluviosidade (Tab. 3.1.5).

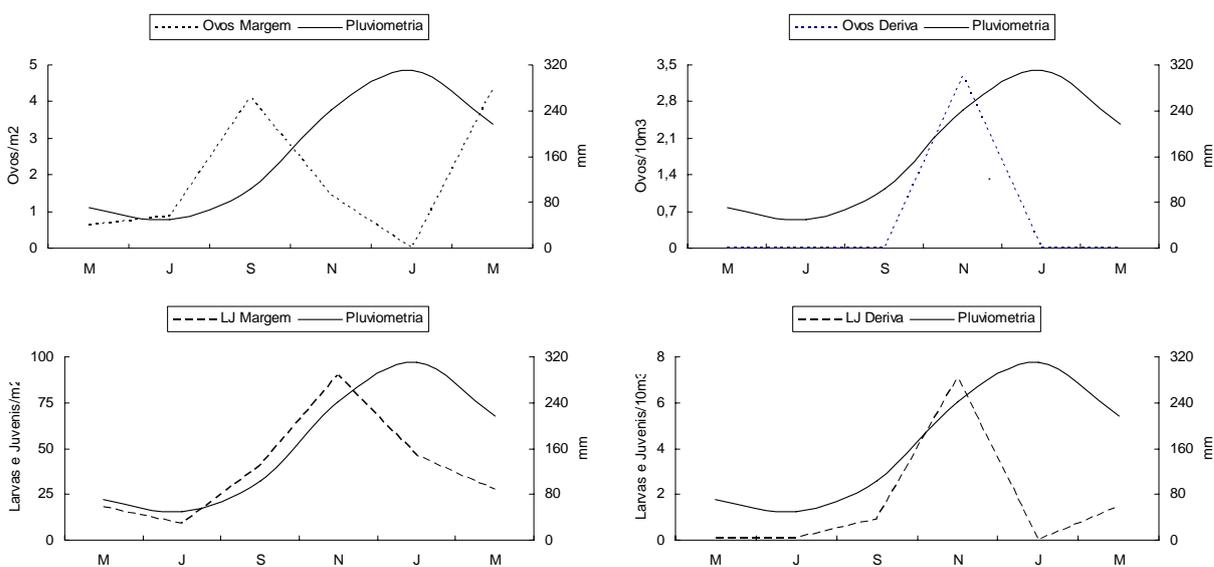


Figura 3.1.5. Valores de densidade de ovos e larvas e juvenis nos aparelhos de margem e deriva relacionados à média pluviométrica nas localidades amostradas no rio Macaé, RJ.

Para larvas e juvenis, a maior densidade tanto para a coleta na margem quanto em deriva no canal apresentou pico no período correspondente aos maiores índices de chuva no rio Macaé (Fig. 3.1.5). O teste de Correlação de Spearman mostrou correlação positiva para densidade de larvas e juvenis em relação à pluviosidade na margem (Tab. 3.1.6).

Tabela 3.1.6. Resultado da Correlação de Spearman para densidades de ovos (DO) e larvas e juvenis (DLJ) vs pluviometria (Plu) nas amostragens na região litorânea e na região pelágica no rio Macaé. Valor em negrito indica nível de correlação significativo ($p < 0,05$).

	Litorânea	Pelágica
	r	r
DO x Plu	-0,085	0,393
DLJ x Plu	0,886	0,116

3.1.4. Discussão

Vários registros na literatura apontam para uma relação inversamente proporcional entre fecundidade e tamanho do ovo. Dentre as causas determinantes dessa relação, podem ser listados o tipo de fecundação, o modo de eliminação de gametas, o sítio de desova e o cuidado parental. (Breder & Rosen, 1966; Blaxter, 1969; Marsh, 1986; Lowe-McConnell, 1987; Wootton, 1990; Suzuki et al., 2000). No presente estudo, ovos pequenos ($< 1,00$ mm) foram coletados nas regiões pelágica e litorânea, entretanto, todos os ovos pelágicos apresentaram tamanho reduzido. O teste realizado para a média do diâmetro dos ovócitos dessas regiões, apontou uma diferença significativa nesses tamanhos, o que atesta a diferença nas estratégias reprodutivas das espécies.

Os ovos apresentaram uma tendência de maior densidade relacionada ao período de chuvas. A cota acima de 240mm parece representar o limiar de permanência na margem. Para ovos coletados na região litorânea, a maior densidade foi registrada no período que precede a cota de 240mm. Por outro lado, o maior valor da densidade para ovos planctônicos, foi registrado no período que a cota transpõe o valor de 240mm. A elevação nos valores pluviométricos resultando na elevação do nível do rio parece atuar como gatilho para desencadear o processo de liberação dos gametas em algumas espécies de peixes neotropicais (Schubart, 1954; Munro, 1990; Lowe-McConnell, 1987; Jimenez-Segura et al., 2003).

Segundo Sato et al. (2003), características como alta fecundidade e ovos livres de pequeno tamanho são típicas de espécies que desovam na região pelágica. Ovos com esse padrão estiveram próximos ao trecho de corredeiras no rio Macaé. Segundo Baumgartner et al. (2004), regiões de corredeira são de grande

importância para espécies migradoras, pois oferecem condições favoráveis de concentração de oxigênio e transporte para áreas onde o desenvolvimento embrionário possa ocorrer.

Durante a embriogênese, a concentração de oxigênio é um importante parâmetro, sendo os carotenóides, os quais dão a cor, de importância respiratória. Ovos demersais são altamente coloridos em função da baixa concentração de oxigênio enquanto que ovos pelágicos não apresentam cor, parecendo existir uma conexão entre pigmentação de carotenóides do ovo e o regime de oxigênio do ambiente (Kunz, 2004). Os ovos coletados em deriva no canal do rio mostraram-se transparentes e estiveram próximos à superfície da água. De acordo com Soin (1971 apud Kunz, 2004) o significado funcional dos ovos flutuarem na superfície ou próximo a ela é garantir a presença de alta concentração de oxigênio para o ovo. Estes ovos apresentam espaço perivitelino amplo, sendo que sua função é diminuir os choques mecânicos provocados pela correnteza (Sanchez et al., 2001). Já ovos maiores com carotenóides e menor espaço perivitelino, coletados na margem, *a priori* mostraram ser ovos adesivos que foram arrancados durante o processo mecânico de coleta na vegetação associada.

Estudos mostram que a deriva passiva ocorre na maioria dos casos no período noturno, podendo estar relacionada à luminosidade, transparência da água e fuga de predadores (Flecker et al., 1991; Pavlov, 1994; Naas et al., 1998; Baumgartner et al., 2004). As condições para início dos movimentos ativos e ativo-passivos são mais variáveis em suas características e estão mais freqüentemente relacionados às variáveis bióticas como densidade populacional, comportamento territorial e disponibilidade de alimento (Pavlov, 1994). A baixa densidade de ovos pelágicos registrada nesse estudo, poderia estar relacionada com o tamanho reduzido das populações de peixes que apresentam ovos livres e que desovam na calha do rio. O pequeno número de indivíduos reprodutivos poderia ser a razão para essa baixa densidade de ovos observada, uma vez que as coletas foram realizadas no período crepuscular, quando, segundo Godoy (1975), seria o período em que são registradas as maiores densidades.

Além da deriva, um outro atributo importante é a pigmentação. Larvas que utilizam a deriva como forma de dispersão são despigmentadas ou com pigmentação reduzida para não despertar a atenção de predadores visualmente orientados (Kunz, 2004). Os resultados obtidos no presente estudo mostraram que a

maioria de larvas coletadas nas fases larval vitelino e pré-flexão com dispersão por deriva apresentaram pigmentação reduzida. Larvas e juvenis de espécies que exibem algum tipo de cuidado parental (e.g. *P. cf. caudimaculatus* e *Rineloricaria* sp.1) apresentaram pigmentação bem definida nos espécimes recém-eclodidos. Eles também utilizaram a deriva como forma de dispersão, mas em número bem reduzido se comparado aos coletados na margem. Essa deriva parece acontecer de forma acidental e não intencional.

O padrão de cheias é um importante elemento no sucesso das formas larvais de peixes (Matthews, 1998), embora exista registro para maiores densidades de larvas em deriva durante o período de seca (Flecker et al., 1991). O aumento na descarga de água normalmente promove uma deriva mais rápida a jusante. A velocidade de corrente e nível da água são fatores que influenciam a intensidade e a taxa de migração a jusante quando a descarga de água aumenta. Este aumento da velocidade de corrente e a elevação no nível da água intensificam a “lavagem” de larvas da margem, estando este processo relacionado à incapacidade física da larva em resistir às altas velocidades de corrente (Pavlov, 1994).

Baseado nesta premissa esperar-se-ia uma maior densidade de larvas e de juvenis em deriva no trecho de planície no período de chuvas. Foi observada uma inversão nesse padrão no trecho baixo, onde a maior densidade de larvas foi registrada na margem quando comparada à densidade observada em deriva. Pode-se atribuir a isso, às pequenas populações de espécies que têm desova pelágica (e.g. *Prochilodus* e *Leporinus*) e à retificação em parte do trecho de planície do rio Macaé. A transformação do traçado sinuoso em um traçado retilíneo fez com que o rio perdesse sua capacidade de atingir as várzeas. Assim, a vegetação marginal se transformou em refúgio não só para espécies que utilizam a margem como habitat em todo seu ciclo de vida, como também para aquelas espécies que dependem da planície de inundação.

Observando apenas as densidades de deriva para ovos, larvas e juvenis, os maiores valores foram registrados no trecho que ainda exhibe suas características naturais e durante o período chuvoso. A partir do trecho retificado as densidades são nulas ou muito baixas. O trecho que estes ovos, larvas e juvenis têm para alcançar a planície de inundação é curto e parece que na maioria das vezes não se obtém sucesso. O processo de arraste proporcionado pelo aumento no nível do rio, pode

ser o fator responsável pela maior densidade quando são registrados os maiores valores de pluviometria.

Dentre as espécies migradoras na bacia do rio Macaé estão *Leporinus copelandii*, *Prochilodus vimboides* e *Brycon insignis*. Apenas larvas de *L. copelandii* foram registradas, sendo que dos oito registros, sete foram conferidos à margem. A vegetação marginal, neste caso, vem atuando como berçário, uma vez que as lagoas marginais ficam restritas ao trecho não retificado. O processo de retificação com eliminação das várzeas pode estar atuando de forma a reduzir os estoques destas espécies, uma vez que as lagoas marginais deixaram de exercer sua função de berçário.

O deslocamento de jovens peixes a jusante é um importante elo no processo migratório. Ele é manifestado no movimento a jusante de áreas de reprodução para berçários, representando uma adaptação das espécies ao ambiente lótico (Pavlov, 1994). A ocupação da planície de inundação representa uma importante etapa durante a sua história de vida, mas pode também se tornar uma armadilha. Feiden et al. (2006) mostraram a importância na quantidade de refúgios em relação a predação de larvas de *Steindachneridion* sp. Experimentos com maior número de refúgios, tanto naturais quanto artificiais, apresentaram elevada taxa de predação, reflexo da redução de espaço que impede o escape.

As maiores densidades de ovos, larvas e juvenis nas margens dos trechos superior e médio do rio Macaé, que representam zonas sem planície de inundação, atestam a importância desse ambiente. Para a maioria das espécies desse segmento de rio, a vegetação exerce importante papel como área de forrageio, sítio reprodutivo e refúgio. Outros estudos também atestam a importância desse tipo de ambiente (Arratia, 1983; Sabino & Castro, 1990).

Em um rio com planície de inundação, a ausência de cheias constitui um distúrbio (Sparks, 1995). Para a manutenção das populações é essencial a conservação da integridade de áreas de desova, as quais são responsáveis pela dispersão de ovos e larvas para locais de alimentação e desenvolvimento (Baumgartner et al., 2004). As constantes ações impactantes que o rio Macaé vem sofrendo e que poderá sofrer (e.g. represamento) colocam em risco as populações de peixes. Relatos de moradores da região atestam que a alteração do curso do rio Macaé trouxe uma queda drástica no recrutamento de populações de peixes migradores da bacia. Pessoas que antigamente sobreviviam da pesca foram

forçadas a procurar outra atividade. A piabanha, *B. insignis*, uma espécie que apresenta íntima relação com a mata ciliar, como outras espécies do gênero (Albrecht, 2005), não é registrada por moradores locais há mais de uma década. Para espécies de menor porte do rio Macaé, a intervenção antrópica também mostrou alteração no recrutamento (Capítulo 3.3).

O canal do rio e suas margens formam um ambiente com grande diversidade de microhabitats. Ocorrem fisionomias complexas com distintos processos de erosão, topografia de fundo, velocidade de corrente, qualidade da água e hidráulica, que podem influenciar a distribuição horizontal de larvas (Oliveira & Araújo-Lima, 1998). A utilização de diferentes metodologias amplia a possibilidade de captura de espécie com diferentes estratégias reprodutivas e em diferentes fases de desenvolvimento ontogenético. A coleta em dois ambientes distintos, canal do rio e margem mostrou-se complementar em função das diferentes características durante a história de vida das espécies.

A utilização da peneira com a malha mais fina foi eficaz na captura de formas larvais que não são capturadas em deriva e por peneiras convencionais, ou mesmo capturar um número maior de indivíduos de espécies que acidentalmente são coletados em deriva. Para espécies nas quais machos e/ou fêmeas carregam ovos e/ou larvas, o “stress” proporcionado pela captura pode levar à liberação destes (Marcucci et al., 2005). Com a utilização deste método, a probabilidade de captura da prole de espécies com este tipo de comportamento aumenta. Além de peixes, esta peneira também se mostrou eficaz na captura de outros organismos aquáticos (e.g. Ephemeroptera, Plecoptera), podendo também ser utilizada como uma ferramenta de amostragem para a fauna associada a este tipo de ambiente.

3.2. Distribuição espacial, local de desova e dimorfismo sexual do cascudo *Neoplecostomus microps* (Steindachner, 1877) (Siluriformes: Loricariidae)

3.2.1. Introdução

A velocidade da água e a associação com outros fatores físicos talvez representam os fatores mais importantes que afetam os organismos de corredeiras. A complexidade do fluxo ao redor de obstáculos e próximos ao leito do rio estabelece microcondições essenciais aos organismos fluviais (Allan, 1995).

A forma do corpo dos animais exhibe características morfológicas que são vistas como adaptações para mover-se na correnteza ou evitar que sejam carregados, e isso determina seu estilo de vida. Baixo perfil vertical, forma hidrodinâmica e estruturas de adesão são frequentemente observados na biota de corredeira (Allan, 1995). Peixes que habitam regiões correntosas exibem adaptações tanto comportamentais como anatômicas para resistir à força da corrente. Espécies de fundo alteram a posição de seus corpos a fim de prevenir deslocamento pela correnteza. Em algumas espécies, nadadeiras peitorais alongadas ajudam a manter o peixe em um determinado local pela fricção e pela ação como hidrofólio, usando a força da corrente para prender o animal contra o substrato (Webb, 1989). Em certos grupos, o posicionamento da boca, além de apresentar correlação com o hábito alimentar (Gatz Jr., 1979), atua como órgão de adesão, fixando o peixe a um substrato e assim, impedindo a deriva. Algumas espécies têm a habilidade de escalar substratos verticais (de Pinna, 1998; Buckup et al., 2000; Schoenfuss & Blob, 2003), o que permite alcançar novos locais ou retornar aos locais abandonados em função da deriva.

Os peixes das drenagens costeiras do leste do Brasil constituem uma fauna rica e ímpar. O traço marcante é o seu grau de endemismo, resultante do processo de evolução histórico das espécies em uma área que se manteve geomorfologicamente isolada das demais bacias hidrográficas brasileiras (Menezes, 1998). Isto se deve à concentração de grande número de bacias hidrográficas independentes, aliada ao efeito isolador que as cadeias de montanhas que separam os diversos vales da região exercem sobre as populações de peixes. As características topográficas e fisionômicas proporcionam diferentes ambientes, o que favorece a ocorrência de um grande número de espécies, cada uma das quais adaptada a um subconjunto particular destes ambientes, o que eleva o número de espécies endêmicas da área. A predominância de cursos d'água

relativamente pequenos favorece a ocorrência de espécies de pequeno porte, com limitado potencial de dispersão espacial (Buckup, 1998).

Um dos principais grupos que se distribui nesse ambiente correntoso é representado pelos Loricariidae, maior família de Siluriformes da região Neotropical (Reis et al., 2003). Para esta família Loricariidae são reconhecidas seis subfamílias, uma das quais é a Neoplecostominae. Para o gênero *Neoplecostomus*, sete espécies são descritas. Aparentemente estão restritas à região sudeste do Brasil, embora exista um registro duvidoso da ocorrência de uma espécie para a Guiana Francesa (Langeani, 1990; Ferraris-Jr., 2003). Aspectos da história de vida dessas espécies são pouco conhecidos, sendo as informações restritas basicamente às suas descrições.

Neoplecostomus microps (Steindachner, 1877) distribui-se nas bacias do rio Paraíba do Sul e de rios costeiros adjacentes (Langeani, 1990; Buckup, 2007), e como para as demais espécies do gênero, são escassas as referências de sua biologia (Ferraris-Jr., 2003). O presente trabalho tem como objetivo descrever o habitat, a distribuição espacial, o local de desova e a presença de dimorfismo sexual em uma população no rio Macaé, rio costeiro de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro.

3.2.2. Material e Métodos

Para a coleta dos espécimes foram realizadas expedições à bacia do rio Macaé, rio de 6ª ordem localizado ao norte do Estado do Rio de Janeiro. Esta bacia hidrográfica tem como domínio vegetal a Mata Atlântica, um dos 34 *hotspots* de biodiversidade do planeta, hoje com cerca de 7% de sua cobertura vegetal original (WWF, 2006). Está inserida na região com maior taxa de endemismo para peixes de Mata Atlântica (MMA, 2000), e constitui uma das principais drenagens do Estado do Rio de Janeiro, que desemboca diretamente no Oceano Atlântico. Nas regiões superiores do rio Macaé e de seus tributários ocorrem os trechos menos fragmentados de Mata Atlântica, com substituição por plantações e gramíneas nas áreas de maior ação antrópica.

Amostragens bimestrais foram realizadas em 12 localidades, nos trechos alto, médio e baixo do rio Macaé, e nos principais tributários (rio das Flores, rio Bonito, córrego Santiago, rio Boa Esperança, rio Sana, rio Ouriço, córrego D'Anta e rio São Pedro) durante o período de março/2004 a março/2005. Os espécimes foram coligidos utilizando as técnicas de levantamento de pedras na corredeira, peneira e rede de deriva, detalhados na metodologia de coleta e no capítulo 3.1.

Para efeitos de conhecimento da distribuição da espécie em mesohabitat, considerou-se a ocorrência em corredeiras e em poços. Corredeiras e poços se alternam nas regiões do alto e médio rio Macaé. As corredeiras apresentam substrato composto principalmente por pedras e blocos, ou ainda cascalho; a profundidade é, normalmente, inferior a 50 cm. Os poços estão localizados entre os trechos de corredeira. O fundo é constituído principalmente por areia e em alguns locais há a formação de bolsões de folhiço; as profundidades são sempre superiores às encontradas nas corredeiras. Nas corredeiras foram tomadas medidas de oxigênio dissolvido com o aparelho YSI 55, e temperatura da água e condutividade elétrica com o aparelho YSI 30.

Consideraram-se como microhabitats o ambiente marginal com vegetação e o canal do rio. Espécimes de *N. microps* foram coletados durante o dia e durante o período crepuscular/noturno. No período diurno as capturas foram feitas no canal do rio, com rede de arrasto de 1,5 m de comprimento, por 1m de largura e malha 5 mm, após a remoção de pedras em corredeiras, e na vegetação marginal, com peneira retangular 60 cm por 40 cm, malha 500 μ m, melhor descrita no capítulo 3.1. No período crepuscular/noturno foi utilizada rede de plâncton de deriva com boca de 60 cm de diâmetro e malha 500 μ m. Exemplares coletados com rede de arrasto foram fixados em formol 10%, sendo em seguida conservados em álcool 70° GL; com peneira e rede de deriva foram fixados em formol 4% tamponado com carbonato de cálcio (1g de CaCo_4 para 1 l de formol 4%).

Em todas as localidades, diversas pedras com face exposta de comprimento superior a 30 cm, foram removidas e tiveram sua superfície inferior examinada para localização das desovas. Quando localizadas, as desovas foram fotografadas e alguns ovos removidos e fixados imediatamente em formol 4% tamponado, para posterior análise em laboratório. Em seguida, as pedras eram colocadas em sua posição original com o restante da desova. Estas pedras eram medidas (cm) em seu comprimento e largura na mesma posição em que se encontravam antes de serem removidas. Foi feito também o registro da velocidade média da água no local em que a pedra se encontrava com um fluxômetro digital Global Flow Probe FP101.

Para a contagem dos ovos foram utilizadas as fotografias digitais tomadas em campo. Ovos gorados e cascas vazias também foram considerados na contagem. O diâmetro dos ovos foi medido ao microscópio estereoscópio com ocular micrométrica.

Durante a triagem dos espécimes foram observadas modificações nas nadadeiras pélvicas e na região genital, representando dimorfismo sexual para a espécie. Para confirmação do sexo, os espécimes foram dissecados.

Para a determinação do número de classes de comprimento de *N. microps*, foi utilizado o algoritmo de Sturges, onde $K = 1 + 3,222 \times \log n$, sendo n o tamanho da amostra. O intervalo entre as classes foi gerado com base em $H = R / K$, sendo R a diferença entre o maior e o menor valor assumido pela variável, e K o número de classes.

3.2.3. Resultados

3.2.3.1. Distribuição na bacia e ambiente ocupado

No rio Macaé, a região ocupada por *N. microps* foi a porção alta e média da bacia, com altitudes entre 1090 m e 50 m.

Neoplecostomus microps foi capturado sempre em trechos correntosos, em áreas de corredeira. Nas localidades de ocorrência de *N. microps*, os parâmetros abióticos mensurados mostraram variações em função do gradiente longitudinal do rio (Tab. 3.2.1). A temperatura da água variou de 11,6 °C a 25,3 °C (Tab. 3.2.1). A condutividade apresentou valores entre 12,2 µS/cm e 73,2 µS/cm (Tab. 3.2.1). O oxigênio dissolvido oscilou de 7,45 mg/L a 10,78 mg/L (Tab. 3.2.1).

Tabela 3.2.1. Relação dos valores máximo, mínimo e médio de oxigênio dissolvido, temperatura e condutividade elétrica da água, nas localidades de ocorrência de *Neoplecostomus microps* na calha principal do rio Macaé, RJ, no período de março de 2003 a março de 2004.

Parâmetros abióticos		Oxigênio dissolvido (mg/L)			Temperatura da água (°C)			Condutividade (µS/cm)		
		Max	Mín	Méd	Max	Mín	Méd	Max	Mín	Méd
Localidades e altitude										
RM1	1090 m	10,24	7,72	8,78	21,3	11,6	16,4	43,5	12,2	21,1
RM2	1020 m	10,51	7,75	9,10	23,1	12,1	16,9	50,1	13,5	23,5
RM3	810 m	10,78	7,45	9,10	22,4	13,7	19,1	48,4	17,0	33,9
RM4	670 m	10,25	8,12	9,01	22,9	14,1	19,3	53,2	17,6	31,3
RM5	610 m	10,15	7,80	8,79	23,1	14,5	19,2	27,5	18,7	24,7
RM6	470 m	9,88	7,85	8,75	23,2	15,9	20,0	60,3	19,6	41,1
RM7	180 m	9,96	8,05	9,10	24,8	17,8	21,1	68,2	22,5	45,6
RM8	50 m	9,35	7,77	8,65	25,3	19,6	22,1	73,2	26,3	48,5

3.2.3.2. Distribuição em ambiente de corredeira

Para a realização deste estudo, um total de 290 exemplares foi coletado, sendo 242 deles no canal do rio, 47 na margem do rio e um em deriva. Foram determinadas 9 classes de tamanho com intervalo de 10,25 mm entre as classes. A distribuição nesse ambiente mostrou diferença relacionada ao desenvolvimento ontogenético. Larvas em pós-flexão e juvenis no intervalo de 7,50 mm a 32,00 mm de CP (classes 1 a 3) ocorreram em meio à vegetação marginal (principalmente gramíneas e açucena – Amaralidaceae) (Fig. 3.2.1). Juvenis e adultos com comprimento padrão entre 27,00 mm e 99,00 mm foram registrados nas corredeiras, entre frestas de pedras e blocos no o leito do rio, representados nas classes 2 a 9 (Fig. 3.2.1). Ocorreu sobreposição nas classes 2 e 3, sendo que na classe 2 para indivíduos de corredeira apenas um único registro foi apontado (Fig. 3.2.1).

Os maiores exemplares de *N. microps* capturados foram machos, com o maior espécime atingindo 99,00 mm de comprimento padrão. A maior fêmea apresentou 80,00 mm de comprimento padrão.

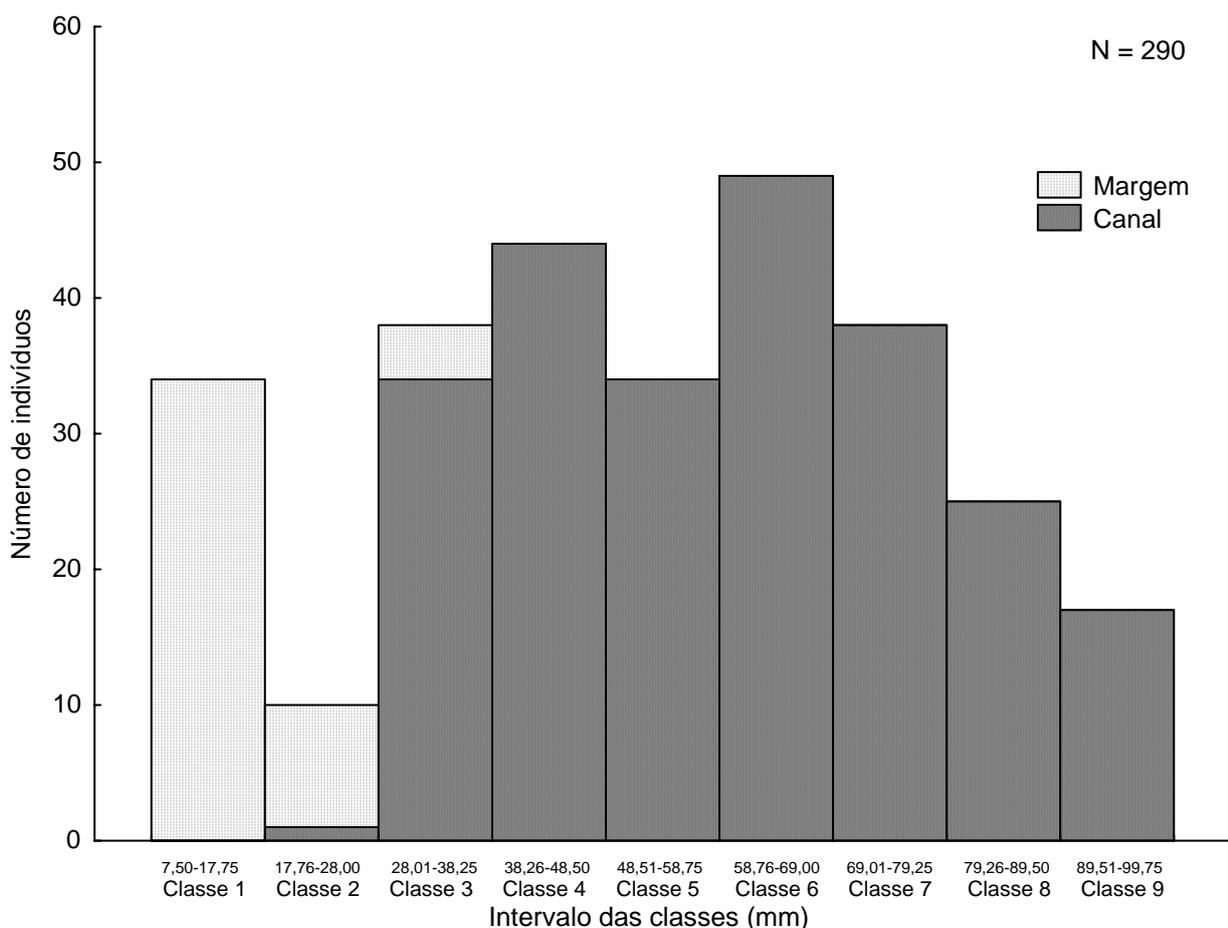


Figura 3.2.1. Histograma das classes de comprimento de espécimes de *Neoplecostomus microps* coletados na margem e no canal do rio Macaé, RJ, no período de março de 2004 a março de 2005.

3.2.3.3. Local de desova

Foram encontradas desovas em duas localidades na bacia do rio Macaé, nos meses de novembro/2004 e janeiro/2005. Do total de oito desovas, seis foram encontradas na localidade RM3, porção superior do rio Macaé altitude de 850 m, e duas no rio Boa Esperança (RBE), afluente da margem esquerda do rio Macaé no trecho médio altitude de 651 m. As características das localidades foram semelhantes, ou seja, todas com trecho correntoso com pedras e blocos, sendo a localidade do rio Boa Esperança com volume de água menor que no trecho do rio Macaé.

Ovos de *N. microps* foram encontrados aderidos à superfície inferior de pedras, em frestas formadas com o fundo do rio. Apresentaram coloração variando de amarelo-ouro, em ovos com desenvolvimento inicial (Fig. 3.2.2D), ao castanho, em ovos com embriões em estado avançado de desenvolvimento (Fig. 3.2.2E), sendo observados ovos em diferentes fases de desenvolvimento na mesma pedra (Figs. 3.2.2A, 3.2.2B, 3.2.2C e 3.2.2F).

O número de ovos por pedra variou de 62 a 375, sendo a localidade do rio Macaé a que apresentou maior número de ovos (Desova I = 375 ovos) (Tab. 3.2.2). O tamanho médio dos ovos foi de $4,0 \pm 0,19$ mm, sendo o maior 4,5 mm e o menor 3,5 mm (Tab. 3.2.2). A pedra com a desova V, localizada no rio Boa Esperança não pôde ser removida pois estava presa ao leito do rio. Em função disso, os dados referentes ao número e tamanho dos ovos não puderam ser determinados.

A velocidade da água no local em que cada pedra com desova foi encontrada variou de 0,97 m/s a 1,97 m/s (Tab. 3.2.2). A maior pedra com desova correspondeu à desova IV e a menor pedra à desova VIII (Tab. 3.2.2).

Durante o exame da superfície inferior das pedras não foi possível notar a presença de adultos próximos à desova que pudessem evidenciar cuidado parental, mas a presença apenas de indivíduos de *N. microps* ocupando o trecho de corredeira, e ovos e larvas com as mesmas características morfológicas, foi possível atestar ser de *N. microps* as desovas localizadas.

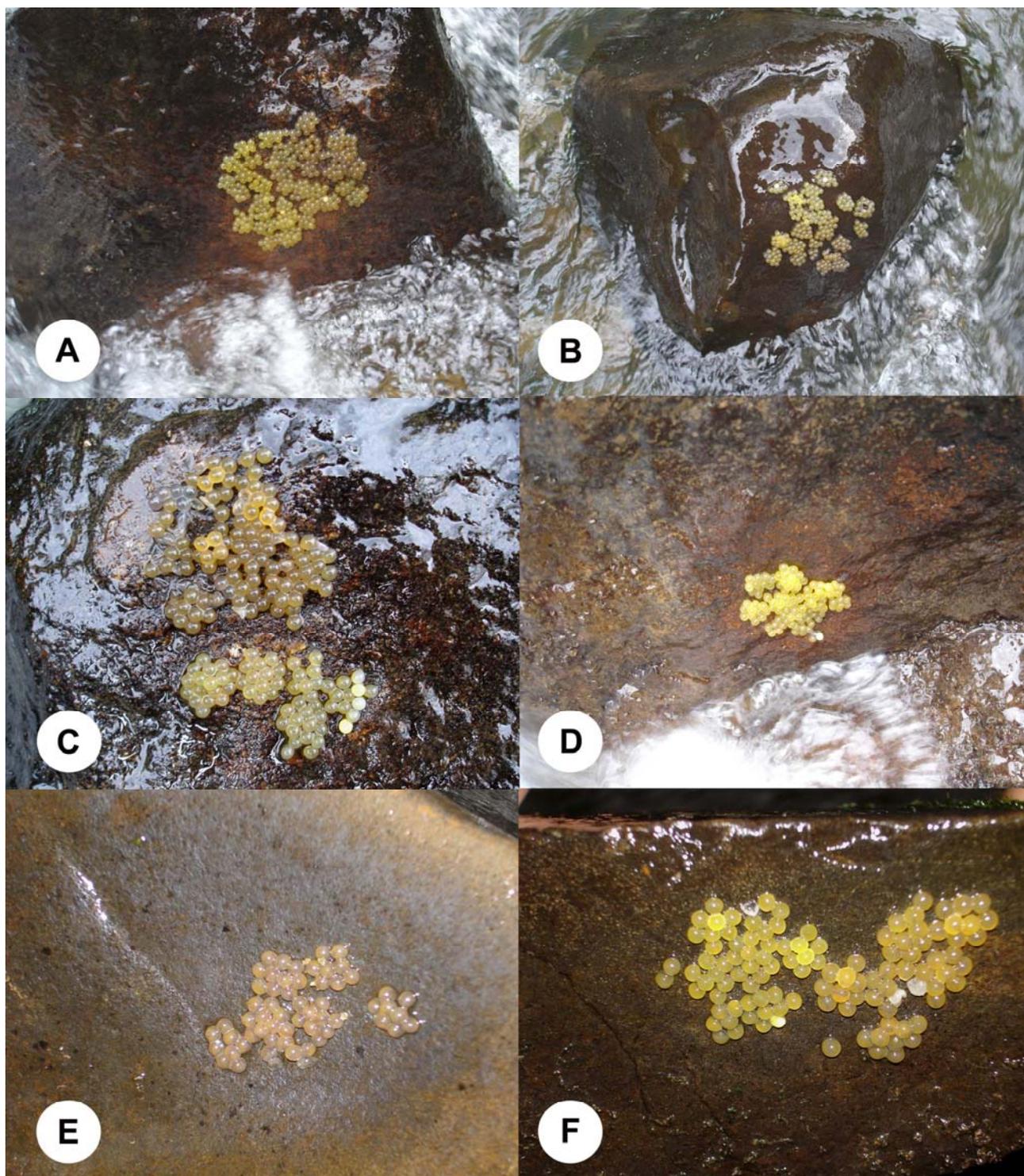


Figura 3.2.2. Desovas de *Neoplecostomus microps* encontradas na bacia do rio Macaé na localidade RM3: A – desova I; B – desova II; C – desova III; D – desova IV; E – desova VII; F – desova VIII.

Tabela 3.2.2. Desovas de *Neoplecostomus microps* localizadas no rio Macaé (RM3) e rio Boa Esperança (RBE), número de ovos na pedra (N), número de ovos medidos, tamanho máximo, mínimo e médio dos ovos, velocidade média da água no local da pedra e tamanho da pedra.

Desova	Local	N	Ovos medidos	Max (mm)	Min (mm)	Méd (mm)	Velocidade (m/s)	Tamanho pedra (cm)
I	RM3	375	24	4,3	3,6	3,9	1,10	63 X 51
II	RM3	240	25	4,3	3,5	4,0	1,46	43 X 44
III	RM3	177	15	4,4	4,0	4,2	1,30	37 X 32
IV	RM3	103	16	4,0	3,6	3,9	1,97	74 X 56
V	RBE	-	-	-	-	-	0,97	61 X 36
VI	RBE	62	18	4,0	3,6	3,8	1,13	36 X 35
VII	RM3	70	14	4,3	3,8	4,0	1,31	47 X 34
VIII	RM3	112	24	4,5	3,5	4,0	1,28	36 X 20

3.2.3.4. Dimorfismo sexual

No processo de triagem do material foram observadas diferenças externas nos espécimes que sugeriram dimorfismo sexual para *N. microps*. Através da dissecação ficou evidente que não se tratava de diferenciação entre indivíduos adultos e juvenis, uma vez que indivíduos imaturos apresentavam as mesmas modificações que indivíduos adultos.

Machos de *N. microps* exibiram uma expansão epidérmica junto ao espinho das nadadeiras pélvicas, formando um “flap” que se projetava em direção à lateral do corpo (Figs. 3.2.3 e 3.2.4), observada em exemplares a partir de 32,00 mm de CP. Em fêmeas, esta expansão epidérmica está ausente (Fig. 3.2.3).

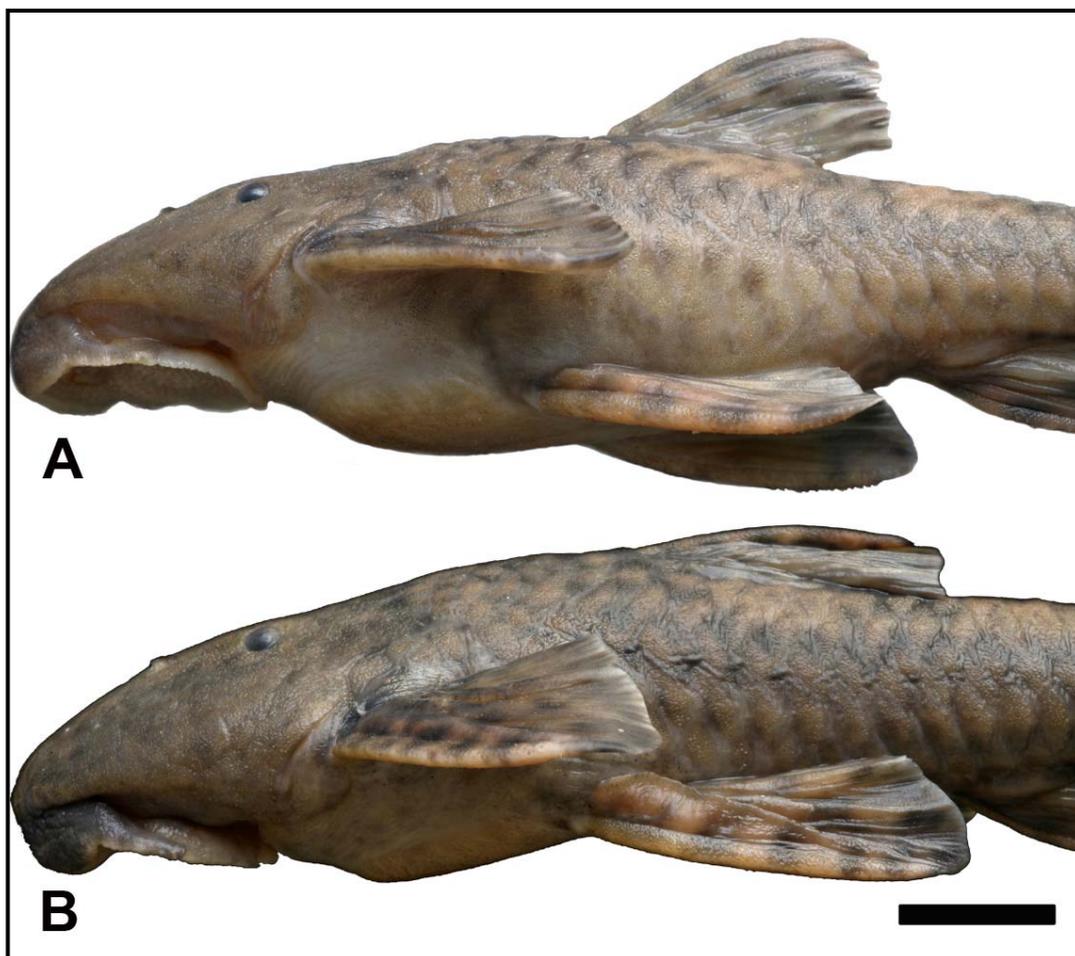


Figura 3.2.3. Vista lateral de exemplares de *Neoplecostomus microps*: A – fêmea; B – macho. Barra = 1cm

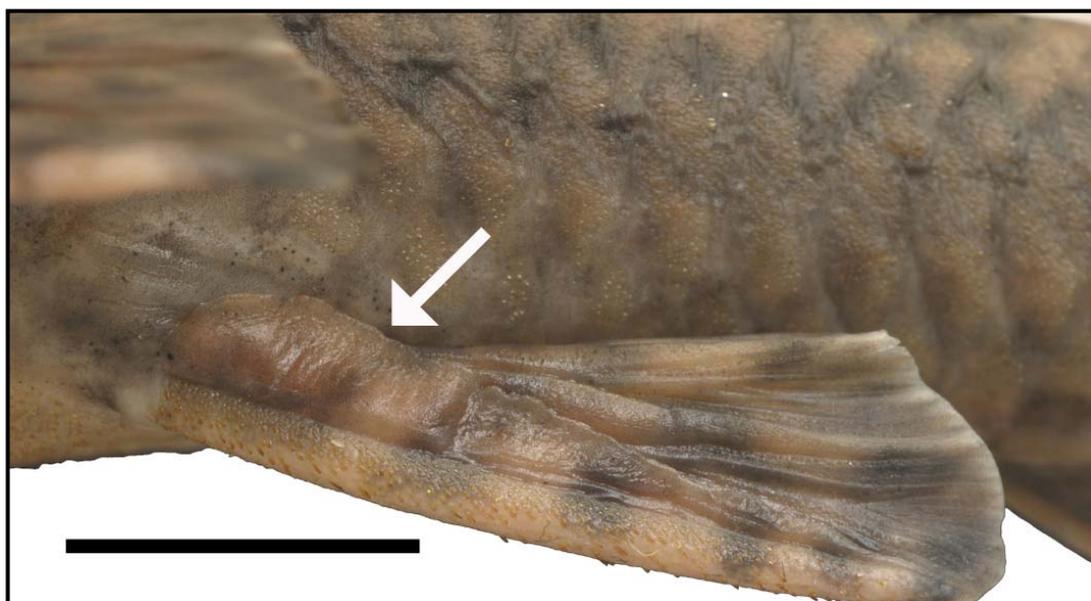


Figura 3.2.4. Detalhe da expansão epidérmica (seta) junto ao espinho da nadadeira pélvica de um macho de *Neoplecostomus microps*. Barra = 1 cm.

Outra diferença observada entre os sexos está na região genital. Fêmeas de *N. microps* apresentam os poros anal e urogenital muito próximos, com a região mediana das papilas colabadas dando a impressão de uma abertura única (Figura 3.2.5A). Machos exibem uma separação entre o poro anal e urogenital, apresentando dois orifícios distintos e definidos (Fig. 3.2.5B).

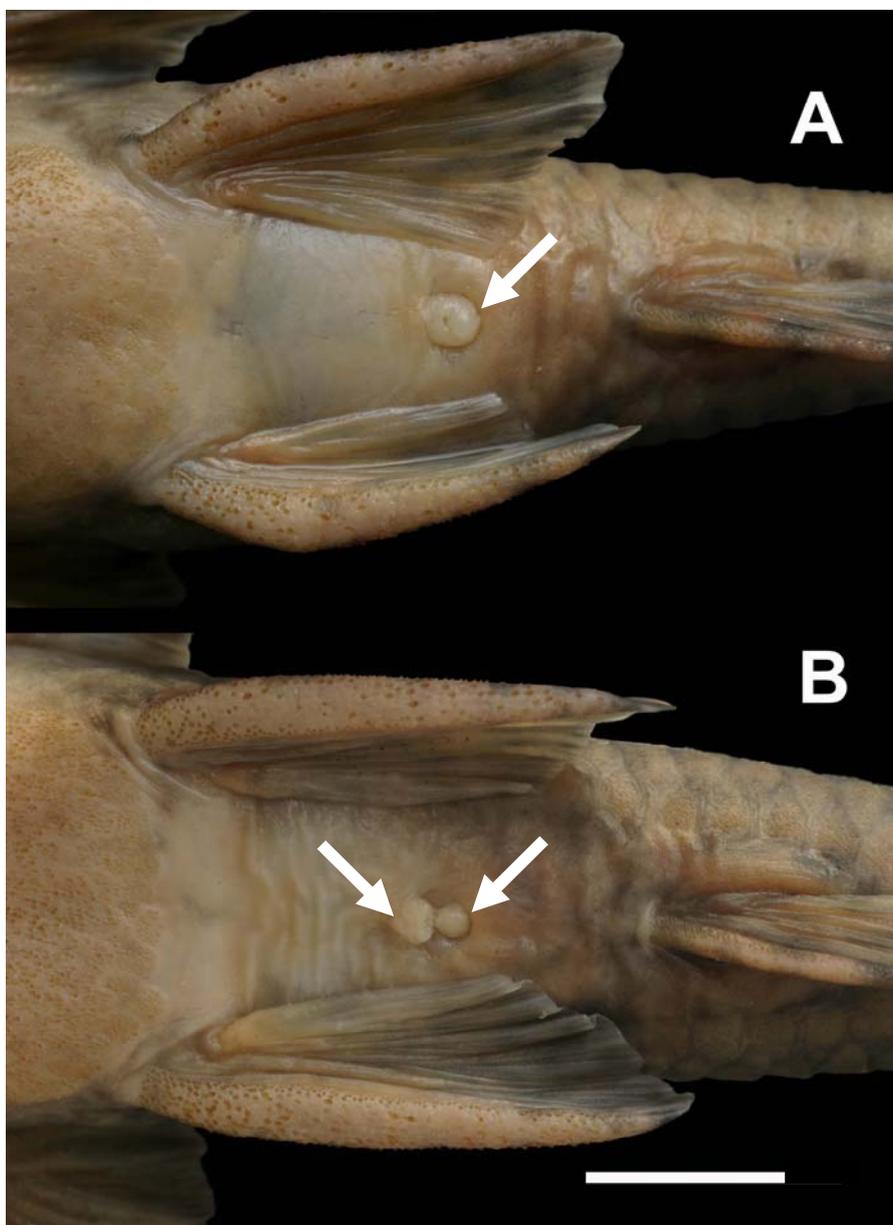


Figura 3.2.5. Detalhe da região ventral de exemplares de *Neoplecostomus microps*, mostrando o poro anal e urogenital (setas): A – fêmea; B – macho. Barra = 1 cm

3.2.4. Discussão

Características ecológicas e restrições físicas de habitats têm sido ferramentas úteis para avaliar a organização de comunidades de riachos (Garutti, 1988; Poff & Ward, 1990; Mazzoni & Lobón-Cerviá, 2000). As restrições do ambiente ligam o custo de cada espécie a sua potencial taxa de reprodução incluindo recursos de dispersão; e tempo e espaço. Para *N. microps*, o tipo de ambiente mostrou ser preponderante, limitando-se na bacia do rio Macaé a trechos correntosos com pedras e blocos nos trechos superior e médio. A espécie não foi registrada no trecho inferior do rio (Caramaschi et al., 2006), quando o rio passa a apresentar fluxo laminar e as corredeiras com pedras não ocorrem mais. Esta afinidade pelo tipo de ambiente é relatada para muitas espécies de peixes de Mata Atlântica (Menezes et al., 1990; Sabino & Castro, 1990). A retirada da vegetação ciliar é um dos fatores que coloca em risco espécies como *N. microps* e outras que habitam esses ambientes correntosos, porque a eliminação da mata aumenta o aporte de material alóctone para a calha do rio levando ao assoreamento da região de corredeira, como também à elevação da temperatura da água decorrente do aumento de radiação solar diretamente no corpo hídrico (Dale-Jones III et al., 1999; Johnson & Jones, 2000; Sutherland et al., 2002).

A eclosão do ovo é um delicado momento para o peixe, pois a partir desse momento há um novo ambiente a ser conquistado, estando vulnerável à predação e sujeito a restrição alimentar (Osse & van den Boogaart, 1999). Além disso, sua capacidade natatória é limitada ou às vezes ausente (Balon, 1975). A deriva noturna reduz a possibilidade de predação, e é o mecanismo utilizado por várias espécies de organismos (Flecker et al., 1991; Allan, 1995; Kunz, 2004). Embora apenas uma larva em pós-flexão tenha sido amostrada no período noturno, esta pode ser uma estratégia de vida para maximizar a sobrevivência, como também observado por Flecker et al. (1991).

Em processo de deriva no riacho, a larva alcança a vegetação marginal que oferece refúgio e alimento. Nestas situações, remansos marginais exercem um importante papel, quando oferecem melhores condições (e.g. velocidade da água reduzida) e substrato para os organismos que vêm em deriva. Quando não residentes deste tipo de ambiente, o abandonam a procura de outros locais. Para *N. microps*, este padrão foi observado, onde larvas em pós-flexão foram registradas somente na margem e em deriva, enquanto adultos apresentaram distribuição restrita ao canal e juvenis quase que em sua totalidade no canal do rio. Estudando espécies de Diplomystidae e Trichomycteridae, que ocupam habitat semelhante ao de *N. microps*, Arratia (1983)

encontrou um padrão similar com preferências de habitat relacionados a jovens e adultos. O padrão distinto de distribuição durante a ontogenia demonstra que habitats heterogêneos são importantes para a manutenção de populações viáveis.

O cuidado dispensado à prole implica tanto em modificações no corpo dos pais para proteger ou carregar os filhotes, como em um maior investimento na qualidade dos ovos, expressa por uma maior quantidade de vitelo. Publicações sobre o assunto mostram uma relação inversa entre tamanho do ovo e fecundidade (Blaxter, 1969; Marsh, 1986; Suzuki et al., 2000), o que segundo Wootton (1990) é uma tendência evolutiva onde ocorre diminuição do tamanho do ovo para maximizar a fecundidade. As desovas de *N. microps* encontradas em ambiente natural apresentaram ovos grandes e adesivos em pequeno número. Essa parece ser uma característica comum a peixes da família Loricariidae que dispensam cuidado à prole, representados por espécies que desovam em cavidades (Azevedo, 1938; Moodie & Power, 1982; Sabaj et al., 1999; Cruz & Langeani, 2000) e por outras espécies que carregam os ovos aderidos ao corpo (Azevedo, 1938; Menezes, 1949; Taylor, 1983; Schmidt, 2001).

A presença de ovos de *N. microps* em uma mesma pedra em diferentes fases de desenvolvimento sugere que uma mesma fêmea desovou por mais de uma vez ou que mais de uma fêmea desovou naquele local. Observações similares foram feitas por Moodie & Power (1982) para *Loricaria uracantha* onde foram observadas mais de três desovas cuidadas por um macho. Em cativeiro, Sabaj et al. (1999) observaram machos de *Ancistrus* reproduzindo várias vezes com diferentes fêmeas e cuidando de ovos e alevinos.

Considerando que mais de uma fêmea poderia utilizar o mesmo local e que pedras maiores têm maior estabilidade, chamou a atenção o fato de pedras de tamanhos maiores não apresentarem maior número de ovos. Aparentemente, o fator de escolha da pedra é, também, a presença de frestas (entre a pedra e o leito do rio) adequadas quanto à superfície, tamanho e posição em relação à correnteza. Pedras maiores podem apresentar um maior apoio com o fundo do rio e assim exibirem uma menor superfície para a postura dos ovos. Isso pode ser observado nas desovas IV e VIII, com número de ovos semelhante mas que ocorreram em pedras de tamanho distinto. Outro fator importante foi o formato da pedra, pois pedras de formato arredondado podem apresentar uma menor superfície para postura que pedras comprimidas, além de uma potencial instabilidade sob forte fluxo. O simples fato de proteger a desova em uma fenda ou em uma cavidade não significa que a prole estará protegida. A localização e os distúrbios ambientais são fatores de grande peso para a determinação dos locais de desova. Ninhos

construídos em áreas hidraulicamente protegidas podem suportar as adversidades e garantir a sobrevivência da prole (Constanz, 1985). A escolha por pedras maiores na corredeira para desovar, demonstra o cuidado de *N. microps* em evitar pedras que possam ser carregadas por uma cheia, correndo o risco da desova ser esmagada ou comida, caso a pedra seja deslocada e tenha a superfície com os ovos exposta. Além disso, a posição da fresta em relação à correnteza pode evitar acúmulo de sedimentos nos ovos, quando se encontra num local protegido e menos turbulento. O cuidado em relação à escolha do local de postura e construção do ninho é reportado para *Loricaria uracantha* (Moodie & Power, 1982), algumas espécies de *Ancistrus* (Sabaj et al., 1999) e *Liposarcus anisitsi* (Cruz & Langeani, 2000).

Pela metodologia de amostragem utilizada, não foi possível registrar se a espécie exibe cuidado com a desova. Para os Loricariidae cuidadores, parece ocorrer um padrão onde machos exercem esta função, embora existam registros na literatura para fêmeas (Hordes, 1945; Schmidt, 2001). Segundo Nikolsky (1963), machos maiores que fêmeas são comuns em espécies onde os machos protegem a desova, pois o maior tamanho está relacionado a um aumento na eficiência de proteção à prole. Sua função é manter ovos livres de sedimentos, remover ovos inférteis, aumentar a oxigenação com movimentos das nadadeiras, além de proteger a desova contra predadores e outros machos (Moodie & Power, 1982; Sabaj et al., 1999; Cruz & Langeani, 2000). Se levarmos em consideração o maior tamanho dos machos, baixa fecundidade, ovos grandes e cuidado na escolha do local de postura, provavelmente machos de *N. microps* devem exercer essa função, como observado para a maioria dos Loricariidae com esse padrão reprodutivo.

O dimorfismo sexual para muitas espécies é expresso apenas na época reprodutiva, quando a ação hormonal acarreta profundas transformações no corpo; em outras espécies, esse caráter se manifesta quando o indivíduo atinge a fase adulta. São os mais diversos tipos de modificações utilizados para defesa de território, corte e para carregar a prole (Menezes, 1949; Moodie & Power, 1982; Taylor, 1983; Aquino, 1994; Sabaj et al., 1999). Em *N. microps* foi observado dimorfismo sexual em duas diferentes partes do corpo. A região genital mostrou diferença no posicionamento e distância dos poros anal e urogenital, também observadas em outros Loricariidae como em *Chaetostoma jegui* (Py-Daniel, 1991), *Otocinclus flexilis* (Aquino, 1994), *O. vittatus* (Aquino, 1994) e outras espécies de *Otocinclus* (Schaefer, 1997). Outra distinção entre os sexos está localizada na nadadeira pélvica. A projeção epidérmica no espinho da nadadeira pélvica mostrou-se presente em machos, mesmo naqueles imaturos. Fêmeas não expressaram esta modificação em nenhuma fase da vida. Uma expansão epidérmica

semelhante foi verificada em machos de *Chaetostoma jegui* por Py-Daniel (1991), que apresentaram ainda alongamento dos raios da nadadeira anal. Uma possível função para esta projeção poderia estar relacionada a uma melhor performance hidrodinâmica. Se considerarmos que machos de *N. microps* provavelmente, exibem cuidado com a prole e sejam territorialistas, a presença de outros peixes procurando pelo sítio da desova para se refugiar, desovar ou até mesmo atacar os ovos, levaria a uma maior exposição contra a corrente de água. O tipo de dimorfismo detectado poderia levar a uma redução no gasto energético do macho para se manter na corrente.

A possibilidade de diferenciação dos sexos através de caracteres externos mesmo fora da época reprodutiva é um dado importante para estudos biológicos, pois dispensa a dissecação como forma de reconhecimento da identidade sexual do indivíduo. No caso de espécies como *N. microps*, e espécies alvos de monitoramento e conservação, protocolos de monitoramento populacional que incluam o estabelecimento da proporção entre os sexos (“sex-ratio”) sem sacrifício dos indivíduos representam uma ferramenta útil.

3.3. Reprodução de sete espécies de Loricariidae ao longo do gradiente longitudinal em um rio costeiro de Mata Atlântica no norte fluminense.

3.3.1. Introdução

Condições ambientais e atributos biológicos das espécies são fatores que exercem influência sobre assembléias de peixes (Gorman & Karr, 1978; Schlosser, 1982; Matthews, 1998; Casatti, 2005; Taylor et al., 2005). As limitações impostas atuam diretamente na história de vida das espécies podendo maximizar o seu sucesso reprodutivo como também atuar de forma restritiva. Alterações nos padrões de distribuição podem acontecer como resultado da alteração de suas características naturais (Oliveira & Lacerda, 2004; Taylor et al., 2005; Cetra & Petrere-Jr., 2006).

Na região Neotropical as comunidades de peixes apresentam um predomínio de Siluriformes e Characiformes. Em uma recente avaliação realizada acerca da biodiversidade Neotropical foram catalogadas 4475 espécies válidas, sendo atribuídos a estas duas ordens, valores próximos a 70% do total (Reis et al., 2003). Este padrão de ocorrência é recorrente em diferentes bacias hidrográficas (Lowe-McConnell, 1987; Fogaça et al., 2003; Oliveira & Lacerda, 2004; Casatti, 2005; Cetra & Petrere-Jr., 2006).

Os Loricariidae, conhecidos popularmente como cascudos, constituem a maior família de Siluriformes, com mais de 700 espécies descritas (Ferraris-Jr, 2007). Até 2003, essa família era dividida em seis subfamílias (Reis et al., 2003): Lithogeneinae, Neoplecostominae, Hypoptopomatinae, Hypostominae, Ancistrinae e Loricariinae. Contudo, as recentes revisões filogenéticas de Armbruster (2004) e Reis et al. (2006) mostram a existência de uma nova subfamília (Delturinae) e apontam para a inserção das espécies de Ancistrinae dentro da subfamília Hypostominae. Além disso, Armbruster (2004) sugere que a antiga subfamília Hypoptopomatinae forma, na verdade, um clado dentro da subfamília Neoplecostominae. Para efeitos do presente estudo, será mantida a nomenclatura utilizada por Reis et al. (2003).

Os indivíduos dessa família distribuem-se da porção norte da Costa Rica ao sul da Argentina. Estão associados a distintos microhabitats como canais rochosos, leitos arenosos, fendas nas margens, troncos, como também no emaranhado da vegetação marginal. Os loricariídeos variam de poucos centímetros nos

Hypoptopomatinae (Schaefer, 2003), atingindo maior porte em espécies da subfamília Hypostominae (Weber, 2003). Apresentam importante papel dentro do ecossistema nos primeiros níveis tróficos (Delariva & Agostinho, 2001), assim como no comércio de pescado (Lowe-McConnell, 1987; Antoniutti et al., 1985) e ornamental (Chao, 2001).

Uma lacuna que ainda persiste no estudo de atributos reprodutivos, diz respeito à ausência de trabalhos que contemplem diferentes espécies de um mesmo grupo filogenético em um mesmo sistema. Os estudos são fragmentados e não permitem entender o processo como um todo. Além disso, os estudos em sua maioria contemplam espécies de médio-grande porte, bem como aquelas de interesse comercial, enquanto espécies de pequeno porte restritas basicamente a abordagem comportamental (e.g. Power, 1984; Buck & Sazima, 1995), alimentar (e.g. Buck & Sazima, 1995; Aranha et al., 1998; Casatti, 2002) e taxonômica (e.g. Schmidt & Ferraris Jr., 1985; Ferraris Jr. et al., 1986; Fisch-Muller et al., 2001; Reis, 2004).

A organização de assembléias é moldada não somente por processos locais, mas também por fatores regionais e históricos (Ricklefs, 1990). O “River Continuum Concept” (RCC) proposto por Vannote et al. (1980) é fundamentado na estrutura e função das comunidades ao longo de um gradiente longitudinal, no qual as estratégias biológicas e a dinâmica dos sistemas aquáticos ocorrem em função do gradiente de fatores físicos. Publicações acerca deste tema, tanto em regiões temperadas quanto na região tropical, têm mostrado variação na organização das comunidades de peixes ao longo dos rios (Matthews, 1998; Chadderton & Allibone, 2000; Casatti, 2005; Franco & Budy, 2005), podendo até uma mesma espécie apresentar variações nas táticas reprodutivas em função de sua distribuição no gradiente longitudinal (Garutti, 1989).

O presente estudo objetiva descrever as respostas reprodutivas de sete espécies de cascudos, *Hisonotus notatus* Eigenmann & Eigenmann, 1889, *Hypostomus punctatus* Valenciennes, 1840, *Neoplecostomus microps* (Steindachner, 1877), *Parotocinclus maculicauda* (Steindachner, 1877), *Rineloricaria* sp.1, *Rineloricaria* sp.2 e *Schizolecis guntheri* (Miranda-Ribeiro, 1918), ao longo de um gradiente longitudinal de um rio costeiro de Mata Atlântica.

3.3.2. Área de estudo

Presente na região com maior taxa de endemismo para peixes de Mata Atlântica (MMA, 2000), a bacia do rio Macaé é uma das principais bacias hidrográficas do estado do Rio de Janeiro que desemboca diretamente no Oceano Atlântico. Localizado no norte fluminense, o rio Macaé é um rio de tamanho médio (6ª ordem na foz) com cerca de 137 km de extensão e área de drenagem de 1760 km² (Costa, 2001). Sua vazão média estimada próxima da foz é cerca de 30 m³/s (Macaé, 2006).

No trecho superior a vegetação é representada pela Floresta Pluvial Atlântica Montana (Rizzini, 1979). À medida que o rio segue para a foz, a vegetação vai sendo substituída por lavouras de subsistência, monoculturas e pastagens para criação de gado. Além da substituição da vegetação nativa, outros impactos advindos de ação antrópica ocorrem em seu curso, como ocupação irregular do solo, lançamento de efluentes, dragagem, retificação do trajeto natural e introdução de espécies exóticas de peixes (*Oncorhynchus mykiss* e *Clarias gariepinus*).

A série histórica de pluviometria obtida através do Sistema de Informações Hidrológicas HydroWeb da Agência Nacional de Águas (ANA, 2006) aponta para uma sazonalidade, com um período chuvoso no verão e seco no inverno (Fig. 3.3.1). Três estações foram utilizadas: trecho alto Estação Macaé de Cima (1968 - 2005); trecho médio Estação Galdinópolis (1968 - 2003); e trecho de planície Estação Fazenda Oratório (1968 - 2005). Destes, o trecho alto caracteriza-se como o mais chuvoso com os meses de janeiro e dezembro apresentando valores médios superiores a 350 mm. Para o trecho baixo foram apontados os menores valores médios, sendo o máximo pouco superior a 220 mm de chuva.

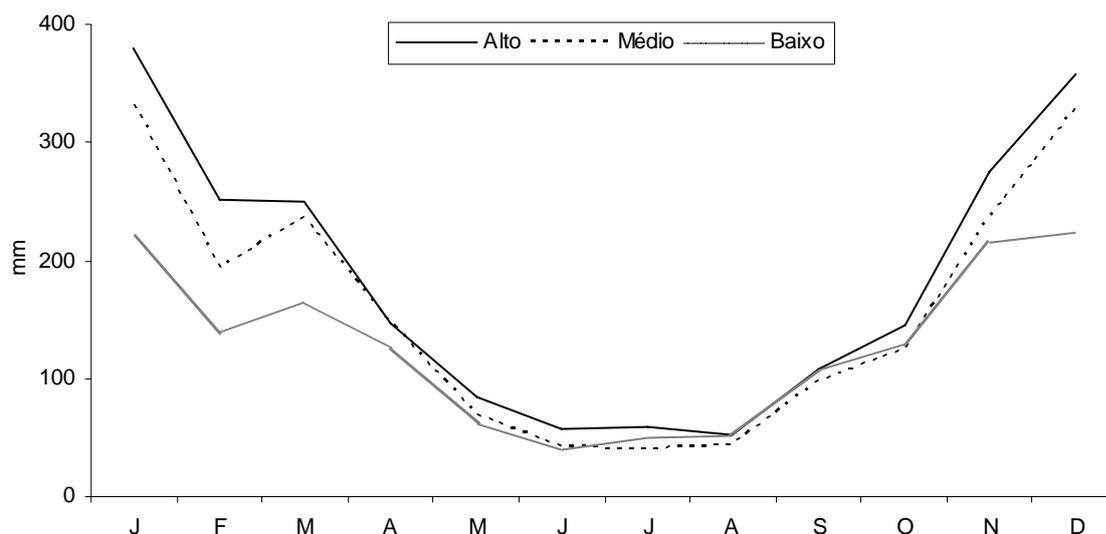


Figura 3.3.1. Média histórica de pluviosidade nos trechos alto, médio e baixo do rio Macaé. (Fonte: ANA, 2006)

3.3.3. Material e Métodos

Para a coleta de indivíduos das sete espécies de Loricariidae, foram realizadas amostragens bimestrais no rio Macaé entre os meses de março/2004 e março/2005, em 12 localidades distribuídas na calha principal. Para isso, o rio foi segmentado em trechos alto, médio e baixo, e estabelecidos quatro pontos em cada um destes trechos.

As amostragens foram padronizadas de forma a permitir a comparação da abundância de indivíduos capturados nos diferentes trechos do rio. Durante o dia utilizou-se peneira comum (malha 5 mm), peneira para coleta de larvas e juvenis (malha 500 μ m), rede de arrasto (malha 10 mm) e tarrafas (malhas 20 e 30 mm). Redes de emalhar com malhas variadas (15, 20, 25, 30, 35, 40, 50 e 60 mm entre nós adjacentes) foram armadas ao entardecer e retiradas ao amanhecer. No período crepuscular/noturno utilizou-se rede de deriva (malha 500 μ m). O emprego dos equipamentos foi realizado em função das características dos ambientes. Quando possível, também foram realizados mergulhos a fim de localizar sítios reprodutivos e os sítios ocupados pelas espécies.

Em campo, os espécimes procedentes dos equipamentos com malha 500 μ m foram fixados em formol 4%, tamponado com carbonato de cálcio e os demais fixados em formol 10%. Posteriormente, foram conservados em álcool 70° GL.

Para caracterização dos ambientes ocupados pelas espécies foram estabelecidas 3 categorias para velocidade da água (alta, média e lenta) e para o ambiente em que foram coletados (leito pedregoso, leito arenoso e margem com vegetação).

O material da peneira para coleta de formas iniciais de desenvolvimento e da rede de deriva foi triado em laboratório sob microscópio estereoscópio. A literatura para identificação das formas iniciais de desenvolvimento de peixes neotropicais ainda apresenta lacunas de conhecimento (Nakatani et al., 2001). Em função da ausência de trabalhos para as primeiras fases de desenvolvimento para os peixes estudados, o padrão de pigmentação durante a ontogenia e as características morfológicas foram utilizadas para a identificação das espécies.

Fêmeas adultas foram dissecadas e tiveram o peso corporal (PC) e peso das gônadas (PG) registrados para o cálculo do Índice Gonadossomático ($IGS = PG.100/PC$).

Para verificar diferenças entre densidades de larvas e juvenis relacionadas ao período do ano e estações de amostragem foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA) com $p < 0,05$. Nos tratamentos que apresentaram diferenças significativas, foi realizado o teste de Duncan *a posteriori* para detectar onde se deram as variações.

3.3.4. Resultados

Foi coletado um total de 2003 exemplares correspondente às sete espécies de cascudos. As espécies *H. punctatus*, *P. maculicauda* e *Rineloricaria* sp. 2 foram as menos abundantes (Tab. 3.3.1).

Larvas, juvenis e fêmeas adultas foram coletados para todas as espécies, exceto *Rineloricaria* sp. 2, para a qual não foram registradas larvas (Tab. 3.3.1). A espécie com menos indivíduos foi *H. punctatus*, sendo *Rineloricaria* sp. 1 a mais numerosa (Tab. 3.3.1). Embora tenha sido apontado para *Rineloricaria* sp. 1 maior número total de espécimes, o maior número de larvas foi registrado para *S. guntheri* (Tab. 3.3.1).

Tabela 3.3.1. Número de larvas, juvenis e fêmeas adultas das sete espécies de Loricariidae capturadas entre março/2004 e março/2005 no rio Macaé.

Espécie	Fêmeas adultas	Larvas	Juvenis	Total
<i>H. notatus</i>	52	85	166	303
<i>H. punctatus</i>	7	19	11	38
<i>N. microps</i>	49	29	140	218
<i>P. maculicauda</i>	9	57	37	103
<i>Rineloricaria</i> sp.1	353	124	348	825
<i>Rineloricaria</i> sp. 2	61	-	20	81
<i>S. guntheri</i>	75	174	187	436

3.3.4.1. Distribuição Longitudinal e Espacial

Diferenças foram observadas no arranjo das espécies ao longo dos pontos amostrados. A distribuição das formas larvais, juvenis e adultas ocorreram nos mesmos sítios para *P. maculicauda*, *Rineloricaria* sp.1, *Rineloricaria* sp.2 e *S. guntheri* (Fig. 3.3.2). Juvenis e adultos de *H. notatus* foram observados em um sítio adjacente às larvas. Adultos de *H. punctatus* foram registrados em pontos a montante que as formas larvais e juvenis, sendo estas amostradas no último ponto onde não foi notada a presença de adultos. *Neoplecostomus microps* distribuiu-se pelo trecho alto e médio. Somente adultos foram registrados no primeiro sítio e larvas foram ausentes na quinta localidade (Fig. 3.3.2).

A distribuição no habitat para algumas espécies mostrou variações respondendo ao desenvolvimento ontogenético e semelhanças quanto ao padrão da subfamília. Espécimes de *N. microps* distribuíram-se dos pontos 1 a 8 (Fig. 3.3.2), sendo os adultos de *N. microps* (Neoplecostominae) presentes no canal do rio pedregoso de águas rápidas, enquanto que suas larvas distribuem-se pela vegetação marginal. Juvenis ocuparam os dois ambientes. Este padrão de distribuição no ambiente para diferentes classes etárias, também foi verificado para *H. punctatus* (Hypostominae), sendo os adultos coletados também em trechos de fundo arenoso de águas rápidas. Indivíduos de *H. punctatus* foram coligidos entre os pontos 4 e 12, com exceção da localidade 6 (Fig. 3.3.2).

Os Loricariinae *Rineloricaria* sp.1 e *Rineloricaria* sp.1 ocorreram em sintopia em alguns pontos, sendo o primeiro registrado nas localidades 4 a 7, enquanto o segundo entre os pontos 4 e 6 (Fig. 3.3.2). Os adultos de *Rineloricaria* sp.1 e *Rineloricaria* sp.2, ocuparam, preferencialmente, locais de águas lentas de leito arenoso, estando as larvas associadas à vegetação marginal. Os juvenis seguiram o mesmo padrão citado anteriormente. A.

Os Hypoptopomatinae, *H. notatus* (localidades 8 a 12), *P. mauclicauda* (localidades 8 a 12) e *S. guntheri* (localidades 4 a 8), embora ocorrendo em trechos distintos (Fig. 3.3.2), mostraram o mesmo padrão, sempre associados à vegetação marginal com corrente de lenta a moderada, independente da fase de vida. *Schizolecis guntheri* foi ainda encontrado associado a matacões e troncos no canal do rio.

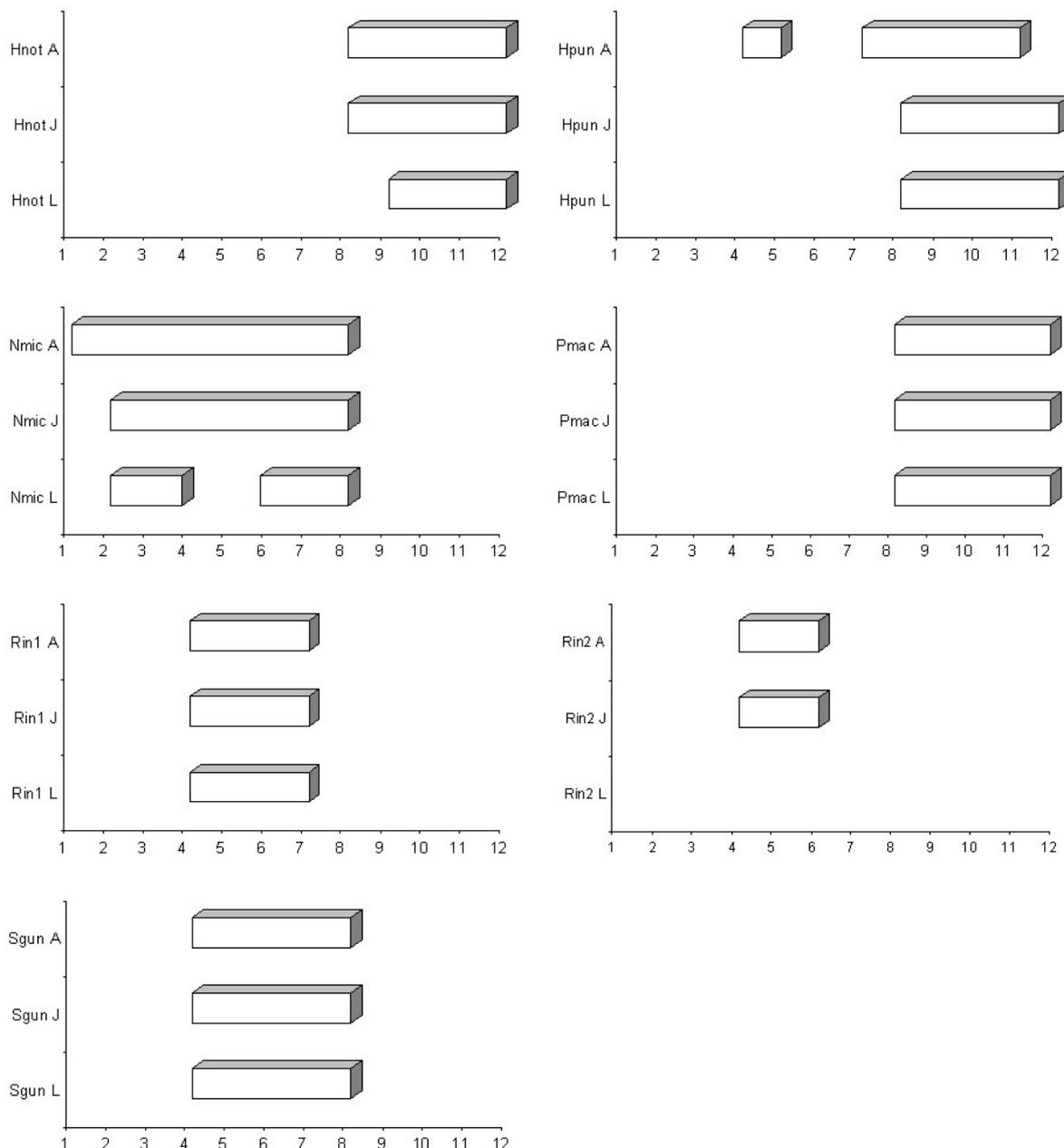


Figura 3.3.2. Distribuição espacial de larvas (L), juvenis (J) e fêmeas adultas (A) de *Hisonotus notatus* (Hnot), *Hypostomus punctatus* (Hpun), *Neoplecostomus micrps* (Nmic), *Parotocinclus maculicauda* (Pmac), *Rineloricaria* sp.1 (Rin1), *Rineloricaria* sp.2 (Rin2) e *Schizolecis guntheri* (Sgun) nas localidades amostradas no rio Macaé, entre o período de março/2004 e março/2005.

3.3.4.2. Distribuição Temporal

A frequência de distribuição temporal de larvas apresentou variações, sendo os maiores valores observados para as espécies no período de novembro a março (Fig. 3.3.3). Para as espécies *H. punctatus* e *N. micrps* não foram coletadas larvas no período entre maio e setembro (Fig. 3.3.3). Para as demais espécies, as larvas

foram coletadas durante todo ano ou em grande parte, sendo os menores valores registrados em maio e julho (Fig. 3.3.3).

Dentre os juvenis, a maior frequência foi observada em março para a maioria das espécies. Diferindo deste padrão, juvenis de *H. notatus* e *H. punctatus* apresentaram os maiores valores em julho e novembro respectivamente (Fig. 3.3.3). Para os adultos houve uma variação nesses valores, sendo o mês de novembro o período de maior frequência de adultos para *H. notatus*, *N. microps* e *S. guntheri* (Fig. 3.3.3).

3.3.4.3. Densidades de larvas e juvenis

Larvas ($F = 1,59$; $p = 0,19$) e juvenis ($F = 1,17$; $p = 0,34$) de *H. punctatus* tanto por período quanto por localidade não apresentaram diferenças significativas em sua distribuição. Da mesma forma, os juvenis das demais espécies não apresentaram diferenças em relação ao período de coleta. Larvas de *H. notatus* ($F = 4,07$; $p = 0,01$) e *N. microps* ($F = 4,02$; $p = 0,006$) apresentaram diferenças significativas em relação ao período de coleta, embora *H. notatus* tenha apresentado larvas durante todo o período amostral (Tab. 3.3.2; Fig. 3.3.4). Para *N. microps*, as diferenças ocorreram entre o mês de março e os demais meses amostrais, maio, julho, setembro, novembro e janeiro.

Diferenças significativas relacionadas às localidades foram observadas tanto para larvas ($F = 4,61$; $p = 0,008$) quanto para juvenis ($F = 9,33$; $p < 0,001$) de *S. guntheri* (Tab 3.3.2; Fig. 3.3.4). Larvas de *H. notatus* ($F = 3,53$; $p = 0,02$), *P. maculicauda* ($F = 8,65$; $p = 0,003$) mostraram diferenças significativas de distribuição entre os pontos amostrais. Em larvas de *Rineloricaria* sp. 1 ($F = 5,51$; $p = 0,009$) e juvenis de *N. microps* ($F = 5,21$; $p < 0,001$) e *Rineloricaria* sp. 2 ($F = 17,76$; $p < 0,001$) também foram verificadas diferenças entre os sítios em que se encontravam (Tab 3.3.2; Fig. 3.3.4).

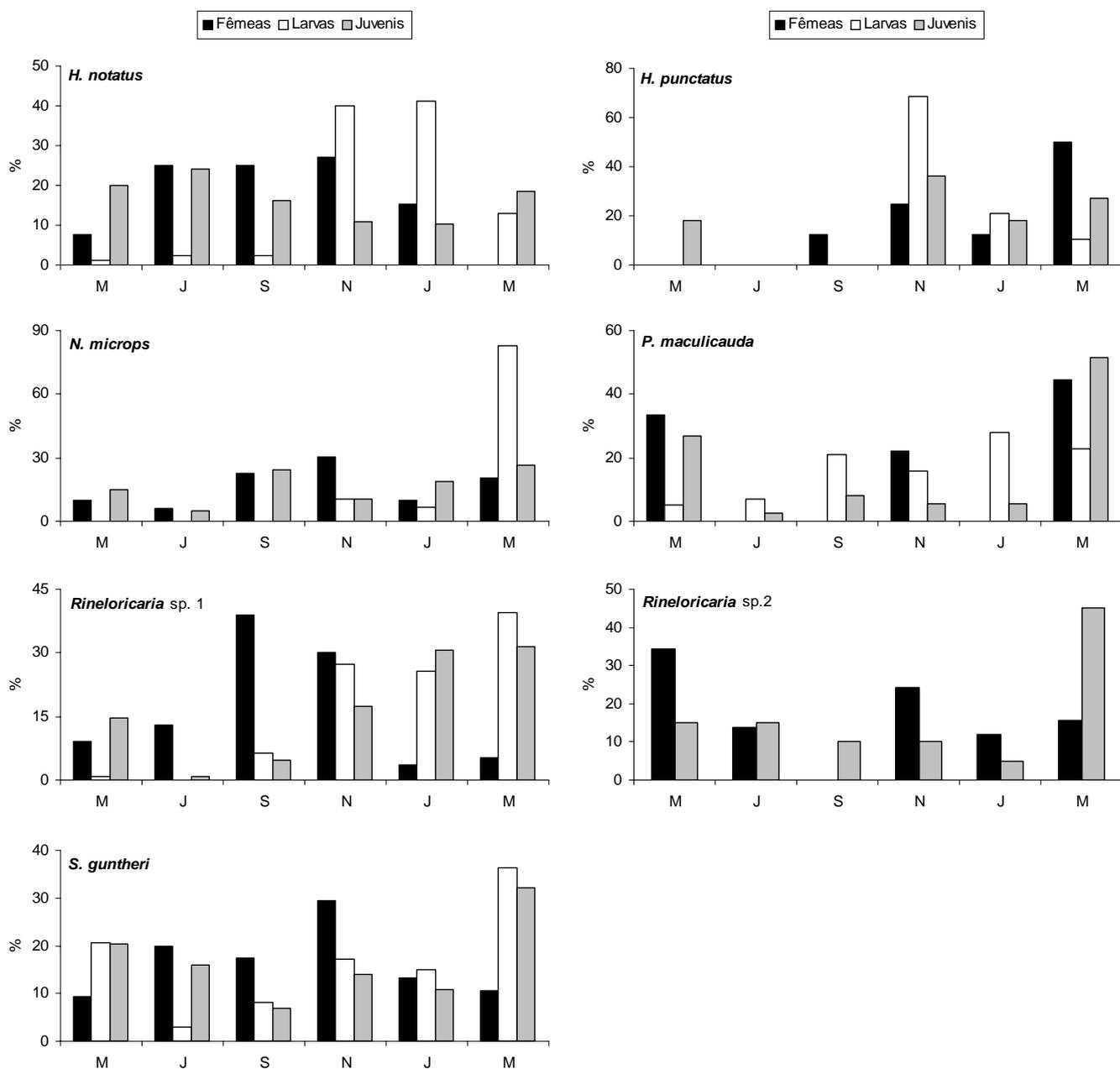


Figura 3.3.3. Frequência de distribuição percentual por período de fêmeas, larvas vs. juvenis das sete espécies de Loricariidae coletados no rio Macaé, RJ.

Tabela 3.3.2. Valores da ANOVA (F) e do teste Duncan (D) para comparação múltipla, em função do mês e localidade para larvas e juvenis das sete espécies de Loricariidae coletados no rio Macaé durante o período de março/2004 a março/2005.

Espécie	Mês						Localidade					
	F	Larvas P	D	F	Juvenis P	D	F	Larvas P	D	F	Juvenis P	D
<i>H. notatus</i>	4,07	0,01*	Nov x Mai Nov x Jul Nov x Set Jan X Mai Jan x Jul Jan x Set	0,52	0,75		3,53	0,02*	8 x 9 9 x 11 9 x 12	2,15	0,11	
<i>H. punctatus</i>	1,59	0,19		1,17	0,34		1,37	0,24		1,84	0,10	
<i>N. microps</i>	4,02	0,006*	Mar x Mai Mar x Jul Mar x Set Mar x Nov Mar x Jan	1,23	0,31		1,30	0,28		5,21	<0,001*	1 x 3; 1 x 7 2 x 7; 3 x 5 3 x 6; 3 x 8 4 x 7; 5 x 7 6 x 7; 7 x 8
<i>P. maculicauda</i>	1,67	0,19		0,90	0,50		8,65	0,003*	8 x 10 9 x 10 10 x 11 10 x 12	2,85	0,05	
<i>Rineloricaria</i> sp. 1	1,86	0,16		1,67	0,20		5,51	0,009*	4 x 6 5 x 6 6 x 7	2,41	0,11	
<i>Rineloricaria</i> sp. 2	-	-		1,93	0,18		-	-		17,76	<0,001*	4 x 5 4 x 6
<i>S. guntheri</i>	1,32	0,30		1,19	0,35		4,61	0,008*	4 x 7 4 x 8 6 x 7 6 x 8	9,33	<0,001*	4 x 5 4 x 6 4 x 7 4 x 8 5 x 6 5 x 8

Obs: * correspondem a valores estatisticamente significativos

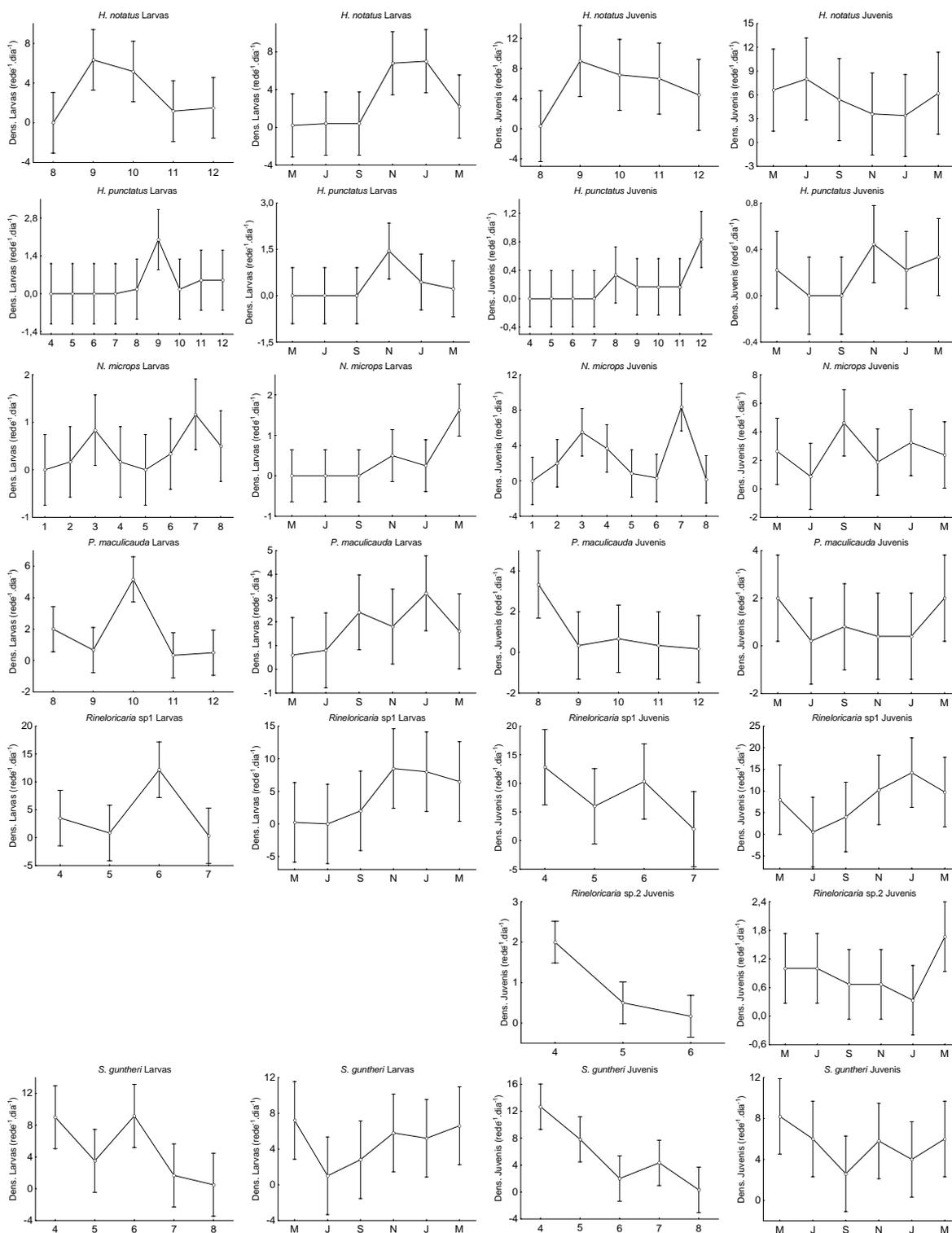


Figura 3.3.4. Densidades de larvas e juvenis das sete espécies de Loricariidae em função das localidades e meses de coleta no rio Macaé, RJ.

3.3.4.4. Período de atividade reprodutiva

A atividade reprodutiva, verificada através dos valores individuais do IGS, mostrou um incremento no período chuvoso, variando a intensidade e a duração de acordo com a espécie. Embora para algumas espécies o número de fêmeas tenha sido pequeno, como em *H. punctatus* e *P. maculicauda*, os maiores valores do IGS foram verificados no período de maior precipitação pluviométrica (Fig. 3.3.5). Para *N. microps*, os valores individuais do IGS das fêmeas acompanharam o período chuvoso (Fig. 3.3.5), correspondendo ao período mais seco do ano um período sem atividade reprodutiva, com fêmeas em recuperação e repouso sexual, e um período chuvoso com fêmeas em atividade reprodutiva, apresentando maturação avançada dos ovários. Para as espécies *H. notatus*, *Rineloricaria* sp. 1, *Rineloricaria* sp. 2 e *S. guntheri*, a reprodução parece ocorrer ao longo de todo o ano (Fig. 3.3.5), sendo que para *H. notatus* há um incremento na atividade reprodutiva no período chuvoso.

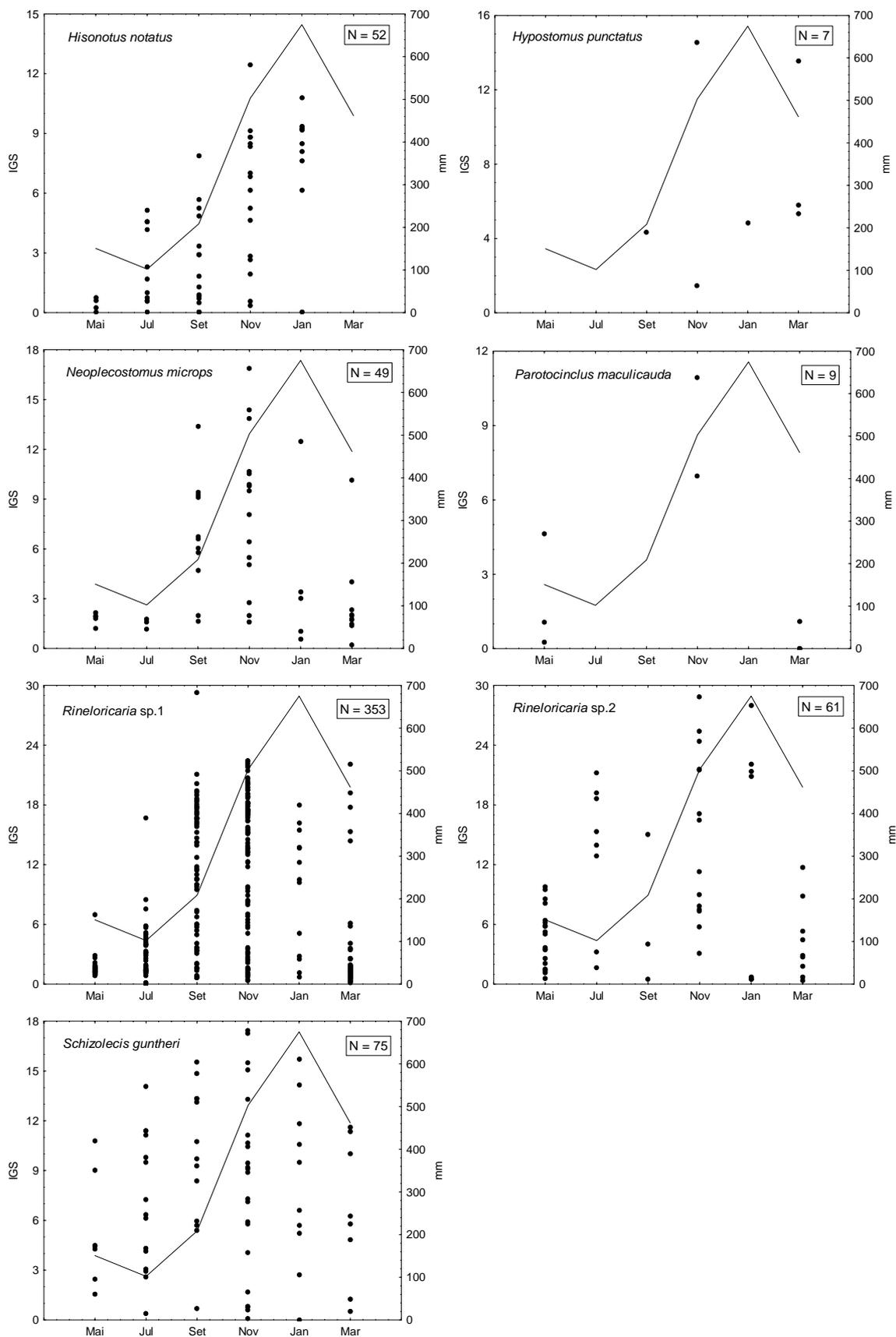


Figura 3.3.5. Variação dos valores individuais do IGS de fêmeas adultas (●) das sete espécies de Loricariidae de maio/2004 a março/2005 e média histórica pluviométrica (—) (1968 a 2005; Fonte: ANA, 2006) no rio Macaé, RJ.

3.3.4.5. Sítios reprodutivos

A procura por sítios reprodutivos nas localidades amostradas no rio Macaé levou à localização de seis desovas de *N. microps* e duas desovas de *Rineloricaria* sp. 1. Desovas de *N. microps* foram encontradas na localidade RM3 nos meses de novembro/2004 (quatro) e janeiro/2005 (duas). As desovas se encontravam aderidas à superfície inferior de pedras localizadas em corredeiras (Capítulo 3.2).

Já as desovas de *Rineloricaria* sp. 1 foram localizadas em locais de águas lentas e marginais na localidade RM4 nos meses de setembro/2004 e janeiro/2005. No mês de setembro/2004 as desovas foram encontradas em uma calha de ferro (Fig. 3.3.6) e no mês de março/2005 em uma cavidade de um tronco onde um macho com odontódeos hipertrofiados cuidava dos ovos (Fig. 3.3.7).



Figura 3.3.6. Desova de *Rineloricaria* sp.1 encontrada em uma calha de ferro na localidade 4 do rio Macaé, RJ.

Troncos de embaúba (Moraceae) e bambu (Poaceae) foram encontrados com marcas de ovos. Pelo substrato de postura e características do ambiente em que foram encontrados provavelmente correspondem à desova de *Rineloricaria* spp.



Figura 3.3.7. Macho da espécie *Rinelocaria* sp.1 localizado na cavidade de um tronco junto à desova.

3.3.5. Discussão

A duração e época do período reprodutivo são dois componentes importantes na estratégia de história de vida dos organismos. Fatores que influenciam esses componentes podem incluir não somente variações favoráveis do ambiente físico e disponibilidade de alimento, como também fatores bióticos tais como predação, competição inter e intra-específica e sistema social das espécies (Kramer, 1978).

Para os Loricariidae estudados foi verificada uma distinção na distribuição das espécies em função do gradiente longitudinal. As diferenças verificadas na distribuição entre as distintas fases ontogenéticas podem ser atribuídas a dificuldades amostrais e não necessariamente a ausência de uma fase em um sítio. Embora a ocupação dos adultos tenha sido distinta para espécies de diferentes subfamílias, as formas larvais e juvenis (por um curto período para algumas espécies) utilizaram a vegetação marginal como sítio preferencial. Este ambiente parece proporcionar proteção e alimento nesta fase em que os organismos são mais vulneráveis à predação (Holland, 1986; Sheaffer & Nickum, 1986; Scheidegger & Bain, 1995).

Com relação aos adultos, *N. microps* foi a única espécie a ocorrer nos trechos superiores, e sua distribuição está associada a trechos correntosos, como também observado por Oliveira & Lacerda (2004) e para outras espécies do gênero por Langeani (1990). *Hypostomus punctatus* também esteve associado a ambientes de água rápida, mas em locais mais profundos que *N. microps*. Outros Hypostominae

são também registrados em ambiente desta natureza (Azevedo, 1938; Garavello & Garavello, 2004; Oliveira & Lacerda, 2004).

Trechos de pouca correnteza com leito arenoso foram os sítios nos quais distribuíram-se os adultos de *Rineloricaria* sp.1 e *Rineloricaria* sp. 2, semelhante ao observado para *Rineloricaria* sp. (Barreto & Aranha, 2005) e *Loricaria simillima* (Taylor, 1983). Durante mergulhos foram vistos espécimes de *Rineloricaria* sp. 1 se ocultando no substrato arenoso. Com movimentos laterais do corpo, o loricariídeo penetra na areia e deixa exposta parte da cabeça e olhos. Comportamento semelhante foi relatado para *Rineloricaria* sp. do rio Morato (Barreto & Aranha, 2005) e para duas outras espécies de *Rineloricaria*, *R. kronei* e *R. lima* (Fogaça et al., 2003).

Embora ocorram em distintos trechos da bacia, compartilhando apenas um deles, os Hypoptopomatinae *H. notatus*, *P. maculicauda* e *S. guntheri* têm como micro hábitat as porções marginais do rio, o que parece ser um padrão geral para espécies deste grupo taxonômico (Buck & Sazima, 1995; Schaefer, 2003; Barreto & Aranha, 2005; Casatti, 2005). *Schizolecis guntheri* distribui-se, ainda, por substratos conspícuos no canal do rio, como troncos e matacões. Esse padrão de distribuição de *S. guntheri* também foi observado em outros rios de Mata Atlântica (Buck & Sazima, 1995; Fogaça et al. 2003; Barreto & Aranha, 2005).

A atividade reprodutiva de peixes associada a fatores extrínsecos, como temperatura, condutividade, chuva e nível do rio é bem descrita na literatura (Lowe-McConnell, 1987; Mazzoni & Caramaschi, 1997; Ramos & Konrad, 1998; Cruz & Langeani, 2000; Schugardt & Kirschbaum, 2004). A elevação no nível das águas atuaria como gatilho sincronizador para a desova e o pico da época de cheias como agente finalizador do período reprodutivo (Vazzoler et al., 1997). Condições apropriadas proporcionadas neste período são essenciais para que o investimento gonadal seja representado na próxima coorte. *Neoplecostomus microps* mostrou sazonalidade reprodutiva associada ao período de maiores valores pluviométricos, atestado pela diferença significativa de larvas entre os meses e a presença de desovas e fêmeas em condições reprodutivas apenas no período chuvoso. Infelizmente, a inexistência de dados reprodutivos de outras espécies desta subfamília impede comparações. Para *H. punctatus*, o aumento no esforço reprodutivo parece também ocorrer em apenas um período do ano, com ocorrência de larvas e elevação nos valores de IGS. Padrão semelhante foi encontrado para a

mesma espécie por Menezes & Caramaschi (1994) e para *Hypostomus commersoni* (Agostinho et al., 1982) e *Hypostomus ternetzi* (Suzuki et al., 2000), embora tenham sido poucos os espécimes analisados no presente estudo.

Dentre os Hypoptopomatinae, *S. guntheri* exibiu um período reprodutivo extenso verificado pelos altos valores de IGS e de ocorrência de larvas durante todo o ano. As duas outras espécies, *H. notatus* e *P. maculicauda*, que se distribuem no trecho baixo do rio, também parecem reproduzir durante todo o ano. No entanto, diferentemente de *S. guntheri*, ocorre um maior investimento reprodutivo durante o período de chuvas, verificado pelo aumento na densidade de larvas acompanhado também pelo incremento nos valores do IGS. Nos poucos registros reprodutivos para Hypoptopomatinae na literatura, foi verificado para *Pseudotothyris obtusa* desova parcelada (Menezes et al., 2000) e para *Hisonotus francirochai* uma maior frequência de indivíduos maduros durante o período chuvoso, com reprodução ocorrendo durante todo o ano (Casatti, 2005).

O tipo de ambiente ocupado parece ser determinante na estratégia reprodutiva das espécies de Hypoptopomatinae. Segundo Matthews (1998), o sucesso na sobrevivência das larvas estaria ligado ao padrão de cheias. A estabilidade do fluxo proporcionada pelo rio em seu trecho de planície, com variações de nível mais lentas durante o período de chuvas, contrasta com os pulsos rápidos do trecho médio onde o rio apresenta variações de nível em intervalos muito curtos. Este fato pode explicar o comportamento reprodutivo diferenciado para as espécies da mesma subfamília que ocupam ambientes com características hídricas distintas. Garutti (1989), estudando *Astyanax bimaculatus* em diferentes trechos de um sistema do rio Paraná, observou comportamento semelhante, onde espécimes do trecho de rio de maior ordem (*sensu* Strahler, 1957) exibiram reprodução diferenciada em relação àqueles dos trechos de menor ordem. A estabilidade produzida por um padrão histórico relativamente regular de variações de nível fluviométrico parece ser internalizada nessas espécies, produzindo um padrão de sazonalidade reprodutiva.

Atributos da história de vida das espécies são importantes ferramentas para caracterizar as comunidades (Taylor et al., 2005). As diferenças aqui observadas na distribuição de larvas de *H. notatus* e *P. maculicauda* parecem ser decorrentes da ação antrópica, apresentando reflexo no recrutamento. Segundo Wittenberg & Cook (2001) alteração de habitat é considerada a principal causa relacionada à perda de

biodiversidade, e estudos têm mostrado que a regulação do fluxo gera conseqüências no recrutamento (Scheidegger & Bain, 1995; Suzuki et al., 2000). *Hisonotus notatus* e *P. maculicauda* distribuem-se no trecho de planície em dois sítios onde estão preservadas as características originais do curso do rio, com meandros e lagoas marginais; e em outros dois onde o traçado foi modificado, sendo drenadas as várzeas e retificado o seu curso. O registro efetivo de atividade reprodutiva ocorreu apenas no trecho em que as características originais estão preservadas, o que sugere resposta das populações ao impacto.

O Loricariinae *Rineloricaria* sp. 1 mostrou um período reprodutivo prolongado, expresso por presença de indivíduos reprodutivos em grande parte do ano, elevados valores do IGS durante o ano, bem como larvas capturadas em quase todas as expedições. Desovas encontradas em setembro/04 e março/05 corroboram o fato. Ramos & Konrad (1998) encontraram para *Rineloricaria microlepidogaster*, período reprodutivo no período correspondente à primavera-verão com reprodução nos meses de temperaturas mais elevadas. Diferentemente em espécies de *Loricariichthys*, Araújo et al. (1998) e Suzuki et al. (2000) registram um padrão reprodutivo semelhante ao observado para *Rineloricaria* sp. 1, e presumido para *Rineloricaria* sp. 2.

O conceito de guildas reprodutivas se apóia em assumir que os parâmetros reprodutivos refletem a trajetória evolutiva das espécies (Balon, 1984). As primeiras tentativas para agrupar peixes em categorias que não morfológicas, iniciaram com Kryzhanovsky (1947, 1948 in Balon, 1975). Outras propostas surgiram posteriormente (Breder & Rosen, 1966; Balon, 1975; Adams, 1980; Winemiller, 1989). Segundo Balon (1975), os peixes podem ser agrupados em não guardadores, guardadores e carregadores (externos e internos). Dentre as espécies aqui estudadas nenhuma delas se incluiu na categoria de carregadora embora existam registros para espécies carregadoras externas em Loricariidae (Taylor, 1983; Menezes, 1949; Suzuki et al., 2000; Schmidt, 2001). Na guilda de guardador, foram reconhecidas *Rineloricaria* sp.1, *Rineloricaria* sp.2, *H. punctatus* e *N. microps* como do tipo espeleófila. De acordo com Balon (1975), espécies desta guilda guardam a desova em buracos e cavidades naturais ou construídas, sendo os ovos guardados pelos machos. Apenas para *Rineloricaria* sp.1 foi comprovado cuidado parental pelo macho, mas este fato parece também ocorrer para estas espécies citadas anteriormente, bem como para outros Loricariinae e Hypostominae (Azevedo, 1949;

Balon, 1975; Moodie & Power, 1982; Cruz & Langeani, 2000; Suzuki et al., 2000). No caso de *N. microps*, em função da metodologia amostral não foi possível precisar se o macho exercia cuidado, e a ausência de dados acerca destes parâmetros reprodutivos em outras espécies deste gênero limita suposições. Consideramos que *N. microps* integra esta guilda, mas estudos adicionais acerca dos processos envolvidos na reprodução são necessários para estabelecer relação parental com a desova.

Da mesma forma que *N. microps*, os Hypoptopomatinae só recentemente passaram a ser contemplados em estudos reprodutivos. O fato de estarem associados durante todo ciclo de vida à vegetação marginal é um forte indício de que este também seja seu sítio reprodutivo, sendo categorizado como não guardador fitófilo.

A partir da distribuição dos sete loricariídeos e do processo reprodutivo, são propostos 3 grupos:

I - Espécies com ampla distribuição no rio, com recrutamento associado ao período chuvoso - *N. microps* e *H. punctatus*;

II - Espécies que ocorrem no trecho médio do rio, com investimento reprodutivo ao longo de todo o ano - *Rineloricaria* sp. 1, *Rineloricaria* sp. 2 e *S. guntheri*;

III - Espécies da planície com recrutamento durante todo o ano e aumento da atividade reprodutiva no período chuvoso - *H. notatus* e *P. maculicauda*.

O recrutamento depende não só de condições adequadas para que a desova ocorra, mas também de sítios adequados para o desenvolvimento das larvas e juvenis. O sincronismo entre o processo reprodutivo e período chuvoso, com aumento da temperatura, cota do rio e aporte de material alóctone proporcionam aumento de refúgios e de produtividade, fase essa em que muitas espécies procuram investir na reprodução (Ramos & Konrad, 1998; Castro et al., 2002). No presente estudo a vegetação marginal apresentou um importante papel como sítio reprodutivo e como refúgio para formas iniciais de desenvolvimento. A reprodução durante o período de chuvas pode ser uma forma de reduzir a competição por alimento e refúgio com outras espécies que ocorrem nos mesmos sítios, principalmente para as espécies do grupo I, que apresentam sazonalidade reprodutiva. O investimento parental é direcionado à sobrevivência da prole, uma vez que a perda de uma coorte pode gerar futuros problemas populacionais. Já para

espécies com um longo período de reprodução, como espécies do grupo II, a perda de uma coorte pode ser contornada com um novo esforço reprodutivo. A desova em um número maior de lotes possibilita o aumento da fecundidade, o que não ocorreria em apenas uma desova (Vazzoler, 1996).

No rio Macaé, os trechos alto e médio apresentaram uma limitada faixa de vegetação marginal e que vem a ser submersa na época chuvosa. Encostas íngremes dominadas por vegetação arbórea/arbustiva e pulsos rápidos ocorrem nestes segmentos do rio, restringindo, assim, sua utilização. Diferentemente, o trecho de planície apresenta uma faixa extensa de vegetação que pode ser utilizada durante os pulsos, mais duradouros que nos segmentos superiores. Lagoas marginais no trecho baixo podem funcionar como refúgios temporários durante o intervalo dos pulsos (Garutti & Figueiredo-Garutti, 2000; Godinho & Pompeu, 2003) . A utilização destes recursos reflete no padrão reprodutivo das espécies do grupo II e grupo III, visto por espécies da mesma subfamília com distintos padrões em função de sua distribuição. Para espécies que utilizam as zonas de flutuação como criadouros, existe o risco destas variações deixarem a prole exposta com a redução no nível do rio (Marcucci et al., 2005).

A distribuição das espécies e os modos reprodutivos apontam para uma ligação entre os ambientes ocupados e os recursos disponíveis. A conservação das características naturais de todo o sistema é essencial para a manutenção de populações viáveis das espécies.

3.4. Dinâmica reprodutiva da comunidade de peixes em um rio de encosta no complexo da Serra do Mar: rio Macaé, Estado do Rio de Janeiro, Brasil

3.4.1. Introdução

As estratégias reprodutivas envolvem aspectos complexos da organização da história de vida de uma espécie, como relação entre crescimento somático e manutenção corporal vs reprodução, número e tamanho da prole, investimento na prole vs esforço reprodutivo, bem como período de reprodução (Nash, 1999). Além disso, a biologia reprodutiva é pautada por variáveis como desenvolvimento e maturação gonadal, migração, acasalamento, desova, fertilização, embriogênese, desenvolvimento larval e cuidado parental (Nikolsky, 1963; Vazzoler & Menezes, 1992; Miranda-Marure et al., 2003; Baumgartner et al., 2004). No processo reprodutivo, a ação hormonal desencadeia mudanças morfológicas no tecido gonadal (Connaughton & Aida, 1999), e, em algumas espécies também é responsável pela manifestação de características sexuais secundárias possibilitando um alto grau de dimorfismo sexual, importante fator nos processos de seleção sexual, territorialidade e comportamento agressivo (McKeown, 1984).

Uma resposta reprodutiva apropriada aos estímulos exógenos maximiza o sucesso reprodutivo, alcançando um balanço ótimo entre sobrevivência de adultos que passaram pelo processo reprodutivo e sua progênie. O custo de uma tentativa reprodutiva inapropriada varia grandemente com a estratégia reprodutiva, sendo maior nas espécies que desovam somente uma vez a cada ciclo, e consideravelmente menos nas que apresentam desova parcelada e que liberam vários lotes num período reprodutivo extenso. Entretanto, o custo metabólico inerente em toda forma reprodutiva tem resultado na seleção de mecanismos fisiológicos os quais efetivamente regulam o período de desova (Stacey, 1984). Esta maior demanda energética durante a reprodução faz com que, em alguns casos, reservas graxas sejam acumuladas e posteriormente alocadas no processo reprodutivo. Essas reservas estão envolvidas na gametogênese e também no fornecimento de energia para espécies que realizam migrações reprodutivas e atravessam um período de restrição alimentar em decorrência do grande volume abdominal ocupado pelas gônadas.

Outros atributos que atuam na efetividade do processo reprodutivo são a procura por sítios reprodutivos e a competição inter e intraespecífica por alimento

pelas larvas (Kramer, 1978; Moodie & Power, 1982). Em seus estágios iniciais de desenvolvimento, os peixes encontram um ambiente instável e imprevisível. Um grande número de descendentes é gerado, com sobrevivência variável. A estratégia de espalhá-los ao máximo para enfrentar as mais diversas condições ambientais tem como produto um recrutamento altamente inconstante (Beyer, 1989).

Os rios são sistemas dinâmicos que apresentam um gradiente físico-químico da região de nascente até sua porção final, de forma distinta de lagos, que apresentam um gradiente vertical (Jackson et al., 2001). Características estruturais e funcionais das comunidades ao longo do gradiente do rio são selecionadas para ajustar a posição mais favorável dentro do sistema físico em função da entrada de energia e de seus componentes abióticos (Vannote et al., 1980). As forças que moldam a estrutura das comunidades são aquelas que determinam quantas e quais espécies ocorrem juntas, quais espécies são comuns e quais são raras, e as interações entre elas. Esta estrutura envolve uma síntese de todos os fatores ambientais e interações ecológicas que influenciam uma assembléia de espécies que co-ocorrem (Allan, 1995).

Alterações na comunidade de peixes ao longo de um gradiente acompanham mudanças nas características do habitat e disponibilidade de recursos culminando com adição, substituição e diferenças na abundância relativa de espécies (Gorman & Karr, 1978; Schlosser, 1982; Angermeier & Karr, 1983; Poff & Allan, 1995; Jackson et al., 2001; Taylor et al., 2006). Esse padrão é freqüentemente atribuído a um aumento no tamanho e heterogeneidade do habitat, juntamente com redução na inconstância no regime de cheias que ocorre de jusante para montante. A jusante, ambientes mais estáveis, com ciclo hidrológico mais estável, selecionam respostas cíclicas na reprodução; ambientes instáveis determinam períodos reprodutivos longos ou contínuos. Uma mesma espécie pode apresentar picos reprodutivos distintos ao longo do ano ou sincronizados numa época definida em função do gradiente longitudinal (Garutti, 1989).

Para espécies que habitam ambientes com pronunciada sazonalidade ambiental, o período de acasalamento pode estar relacionado a um período curto e específico do ano. Algumas destas espécies apresentam um padrão reprodutivo migratório, com retorno sazonal às áreas de desova. Envolve a migração de adultos às regiões mais altas e subsequente movimento a jusante dos adultos, seguidos por similar deslocamento das larvas (McKeown, 1984). Neste tipo de comportamento

reprodutivo, há uma relação estreita com o regime pluviométrico e com o conseqüente aumento do nível do rio (Agostinho et al., 2003; Sato & Godinho, 2003). Para espécies não migradoras, mesmo em um ambiente que não apresente sazonalidade marcante e onde clima e alimento não limitem a reprodução, existem vantagens na reprodução cíclica. Desovas sincronizadas com agregação espacial garantem que os sexos madurem simultaneamente e mantenham variabilidade genética na população (Bye, 1984).

O rio Macaé pertence a uma bacia costeira, inserida no complexo montanhoso da Serra do Mar. É marcado pela declividade acentuada nas porções mais elevadas, atravessando um trecho de baixada em sua porção final (Costa, 2001). A sazonalidade climática é expressa através de um verão chuvoso e um inverno seco (ANA, 2007). Nesse ambiente, caracterizado por intempéries e acidentes geográficos, pretendeu-se determinar os padrões reprodutivos dominantes na ictiofauna e sua relação com fatores extrínsecos inerentes à estrutura do rio e ao clima da região.

3.4.2. Material e métodos

O rio Macaé é um rio de 6ª ordem e 137 km de extensão. É o maior rio com drenagem totalmente dentro do Estado do Rio de Janeiro. Tem sua nascente localizada na Serra de Macaé de Cima e sua foz no Oceano Atlântico, junto à cidade de Macaé (Costa, 2001).

Amostragens no rio Macaé foram realizadas entre março/2004 e março/2005, em 12 estações divididas em trecho alto (RM1 até RM4), médio (RM5 até RM8) e baixo (RM9 e RM12). Estas estações seguiram um gradiente de altitude e de ordem de grandeza do canal do rio (*sensu* Strahler, 1957), correspondendo o primeiro sítio RM1 ao de maior altitude (1090 m) e de menor ordem (3ª ordem), e a última estação RM12 de menor altitude (3 m) e maior ordem de grandeza (6ª ordem) (Fig. 3.4.1; Tab. 3.4.1).

Tabela 3.4.1. Relação da altitude (m) e ordem de grandeza nos pontos amostrados no rio Macaé, RJ.

Localidade	Altitude (m)	Ordem de grandeza
RM1	1090	3 ^a
RM2	1020	3 ^a
RM3	810	4 ^a
RM4	670	4 ^a
RM5	610	4 ^a
RM6	470	5 ^a
RM7	180	6 ^a
RM8	50	6 ^a
RM9	20	6 ^a
RM10	10	6 ^a
RM11	3	6 ^a
RM12	3	6 ^a

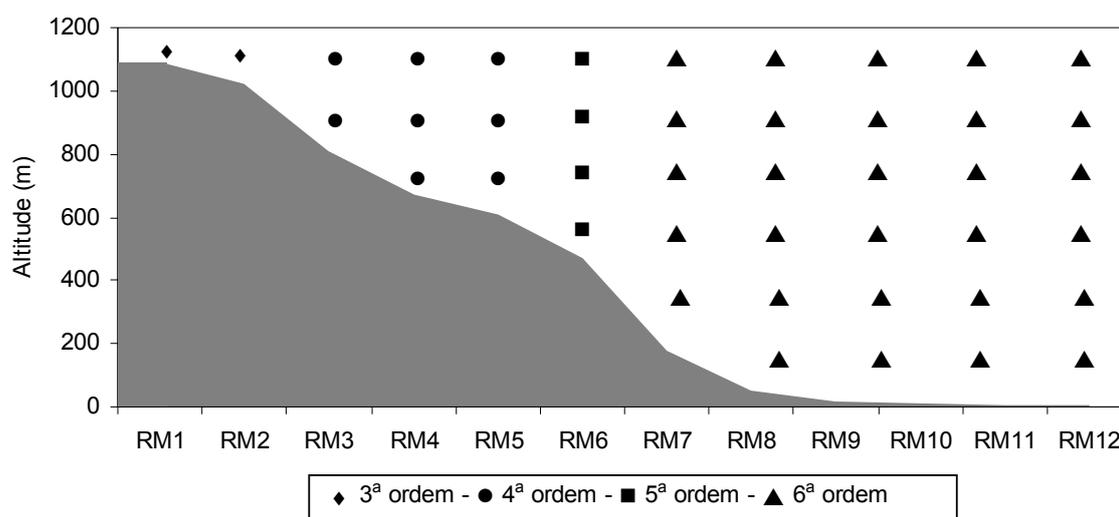


Figura 3.4.1. Gradiente de altitude (m) e ordem de grandeza nos pontos amostrados no rio Macaé, RJ

O clima na região, segundo a classificação de Köppen, é quente e úmido com chuvas de verão, sendo esta estação mais branda na região serrana. No verão, atua a massa tropical atlântica e, no inverno, a massa polar atlântica.

A série histórica de pluviometria (1968-2005) obtida no Sistema de Informações Hidrológicas HidroWeb da Agência Nacional de Águas (ANA, 2007) registra menores valores pluviométricos no trimestre junho-julho-agosto e maiores em novembro-dezembro-janeiro (Fig. 3.4.2) nos três trechos do estudo. Os dados apresentados do trecho alto são referentes à Estação Macaé de Cima, no trecho médio à Estação Galdinópolis e, no trecho baixo, à Estação Fazenda Oratório.

A inexistência de registros contínuos de cotas fluviométricas ao longo do rio Macaé não permite uma análise histórica das variações intra e interperíodos e entre os diferentes trechos do rio. No entanto, utilizando dados fragmentários existentes nos registros da ANA (2007) para as estações Macaé de Cima, Galdinópolis e Ponte do Baião (trecho baixo), compararam-se variações diárias de um mês de período chuvoso (janeiro) e de um mês de período seco (setembro). Para as estações de Macaé de Cima e Galdinópolis foram utilizados os dados diários referentes aos meses de setembro/2004 e janeiro/2005, enquanto que para a localidade de Ponte do Baião setembro/1937 e janeiro/1938. A razão dos desvios-padrão da cota do rio Macaé, entre períodos, mostra uma variação no trecho superior de 17 vezes, no trecho médio de aproximadamente nove vezes, e no trecho baixo de duas vezes e meia. Constata-se portanto que a variação fluviométrica nos trechos superior e médio é mais alta que no trecho inferior, podendo atribuir-se portanto a essas regiões maior instabilidade (Fig. 3.4.3 e Tabela 3.4.2).

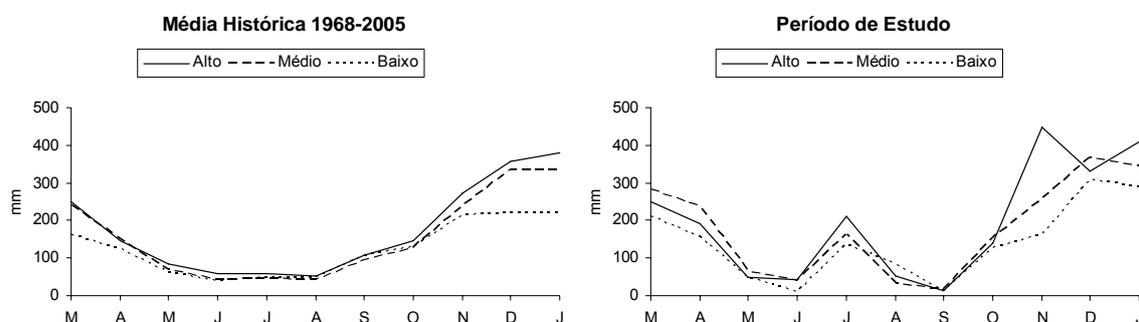


Figura 3.4.2. Valores pluviométricos (mm) relacionados à média histórica (1968-2005) e valores durante o período de estudo no rio Macaé (março/2004-março/2005). Fonte: Sistema de Informações Hidrológicas HidroWeb da Agência Nacional de Águas (2007).

Tabela 3.4.2. Valores do desvio padrão da cota do rio Macaé nas localidades de Macaé de Cima (setembro/2004 – janeiro/2005), Galdinópolis (setembro/2004 – janeiro/2005) e Ponte do Baião (setembro/1937 – janeiro/1938)

Localidade	DP Setembro	DP Janeiro
Macaé de Cima	1,32	22,53
Galdinópolis	2,41	20,88
Ponte do Baião	29,65	76,00



Figura 3.4.3. Ação dos pulsos d'água sobre a vegetação marginal no trecho alto do rio Macaé, RJ.

Distinguindo-se do padrão histórico, durante o período de estudo foi registrada elevação nos valores pluviométricos decorrente da atuação de frentes frias e a permanência do anticiclone sobre o Oceano Atlântico, favorecendo a precipitação, principalmente, na região litorânea (CPTEC/INPE, 2007). Menores valores para o trecho alto e médio foram registrados em junho, agosto e setembro. Já no trecho baixo os valores mínimos foram registrados em maio, junho e setembro. Valores

mais elevados para o trecho alto foram registrados em novembro-dezembro-janeiro. Para os trechos médio e baixo, os maiores valores de precipitação estiveram relacionados aos meses de março, dezembro e janeiro (Figura 3.4.2).

Os procedimentos de captura dos indivíduos foi o mesmo detalhado na metodologia de coleta na seção 2, correspondente a Materiais e Métodos.

Para o estabelecimento da dinâmica reprodutiva das espécies foram utilizados larvas, juvenis e adultos. Espécimes foram dissecados e classificados quanto ao estágio do ciclo reprodutivo conforme Bazzoli & Godinho (1991). O cálculo do índice gonadossomático (IGS) foi utilizado tomando por base a equação $IGS = PG \cdot 100 / PC$, onde PG = peso das gônadas e PC = peso corporal. Os valores de IGS dos espécimes coletados nos meses de março dos anos de 2004 e 2005 foram expressos por um valor médio único.

Em virtude do pequeno número de espécimes em algumas espécies, a determinação de indivíduos adultos foi realizada com base no menor indivíduo reprodutivo (maduro, desovado ou espermiado) ou através de caracteres sexuais que indicam a passagem para a fase adulta, especificamente nos machos (Arias & Reznick, 2000; Miranda-Marure et al., 2003; Rapp Py-Daniel & Cox-Fernandes, 2005).

As variáveis abióticas oxigênio dissolvido (mg/L), condutividade ($\mu\text{s}/\text{cm}$) e temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$) foram obtidas durante a amostragem em cada uma das localidades utilizando o oxímetro YSI 55 e o termo-condutímetro YSI 30. O registro desses parâmetros foi sempre realizado às 16hs, exceto nos meses sujeitos ao horário de verão, nos quais foi realizado às 17hs.

A análise de componentes principais (ACP) foi feita com uma matriz dos dados dos parâmetros ambientais e altitude log-transformados ($\log [x + 1]$) para reduzir a dimensionalidade dos dados. A importância de cada componente é refletida pelo seu autovalor associado. Autovalores maiores que 1,00 foram aceitos como significativos. As variáveis foram consideradas significativas dentro de um eixo quando sua distância d da origem era $d > \sqrt{(2/m)}$, onde m = número de variáveis (Legendre & Legendre, 1983). Uma vez que as espécies apresentaram variação espacial, os valores dos parâmetros abióticos utilizados correspondem apenas às localidades de distribuição para cada uma delas.

Para avaliar a relação entre o IGS e os parâmetros abióticos, oxigênio dissolvido, temperatura da água, condutividade e pluviometria, foi feita análise de regressão múltipla (forward stepwise).

3.4.3. Resultados

3.4.3.1. Parâmetros abióticos

Variações entre localidades e períodos foram observadas. Espacialmente, as variáveis condutividade e temperatura apresentaram menores valores nos sítios localizados nas maiores altitudes em direção aos sítios localizados em menores altitudes (Tab. 3.4.3, 3.4.5 e Fig. 3.4.4). De modo antagônico, os valores de oxigênio dissolvido mostraram seus maiores valores nas maiores altitudes e os menores na região de planície (Tab. 3.4.4 e Fig. 3.4.4).

Na análise temporal destes parâmetros, os maiores valores para condutividade estiveram relacionados ao período de janeiro e março, e os menores a julho (Tab. 3.4.5 e Fig. 3.4.4). Na maioria das localidades, o oxigênio dissolvido apresentou em novembro seus menores valores e os maiores se dividiram entre os meses de julho, setembro e março (Tab. 3.4.4 e Fig. 3.4.4). As menores temperaturas foram apontadas em julho para os sítios RM1 até RM8 e em maio nos sítios entre RM9 e RM12. Os maiores valores de temperatura também apresentaram este padrão de separação entre localidades. Para os sítios entre RM9 e RM12 no mês de março foram registrados os maiores valores, e para os demais divididos entre setembro e janeiro (Tab. 3.4.4 e Fig. 3.4.4).

Tabela 3.4.3. Temperatura da água (°C) nas localidades amostradas no rio Macaé, RJ.

	Mar	Mai	Jul	Set	Nov	Jan	Média	DPad
RM1	18,5	14,8	11,6	18,8	17,1	17,4	16,4	2,73
RM2	18,9	15,7	12,1	19,0	17,7	17,8	16,9	2,62
RM3	20,5	17,3	13,7	21,0	22,4	20,3	19,2	3,17
RM4	20,6	16,7	14,1	21,8	22,9	20,6	19,5	3,35
RM5	-	17,1	14,5	22,4	23,1	-	19,3	4,16
RM6	22,4	16,9	15,9	21,6	21,6	23,2	20,3	3,07
RM7	23,5	17,9	17,8	22,3	21,1	24,8	21,2	2,90
RM8	25,3	20,3	19,9	22,2	22,4	25,3	22,6	2,34
RM9	25,7	21,4	22,4	22,2	22,3	23,8	23,0	1,55
RM10	25,5	21,4	22,8	22,0	22,3	24,0	23,0	1,51
RM11	27,8	21,3	23,5	23,9	22,8	26,7	24,3	2,45
RM12	28,0	23,1	24,6	-	26,4	26,4	25,0	2,16

Obs: - = ausência de registro

Tabela 3.4.4. Oxigênio dissolvido na água (mg/L) nas localidades amostradas no rio Macaé, RJ.

	Mar	Mai	Jul	Set	Nov	Jan	Média	DPad
RM1	8,40	8,84	10,24	8,36	8,45	8,40	8,78	0,74
RM2	10,51	8,29	10,16	8,87	8,37	8,40	9,10	0,98
RM3	10,78	8,79	10,10	8,86	7,45	8,64	9,10	1,18
RM4	9,63	9,14	10,25	8,34	8,12	8,57	9,01	0,82
RM5	-	8,86	10,15	8,35	7,80	-	8,79	1,00
RM6	9,16	8,95	9,88	8,74	7,85	7,93	8,75	0,77
RM7	9,18	9,75	9,96	9,25	8,40	8,05	9,10	0,75
RM8	8,82	8,73	9,35	9,19	8,04	7,77	8,65	0,63
RM9	8,51	6,18	8,67	9,37	7,81	8,01	8,09	1,08
RM10	8,45	6,98	8,40	9,36	7,41	7,78	8,06	0,85
RM11	7,17	7,72	8,02	8,83	7,40	7,53	7,78	0,59
RM12	6,65	7,75	7,47	-	6,73	5,88	6,90	0,74

Obs: - = ausência de registro

Tabela 3.4.5. Condutividade da água ($\mu\text{s}/\text{cm}$) nas localidades amostradas no rio Macaé, RJ

	Mar	Mai	Jul	Set	Nov	Jan	Média	DPad
RM1	32,8	20,6	12,3	16,2	12,2	32,6	21,1	9,49
RM2	39,0	23,0	13,5	19,3	13,6	32,8	23,5	10,42
RM3	48,4	27,0	17,0	24,1	44,5	42,5	33,9	12,85
RM4	53,2	27,5	17,6	24,9	21,5	42,9	31,3	13,81
RM5	-	29,0	18,7	27,5	23,6	-	24,7	4,60
RM6	60,3	30,8	19,6	29,0	55,5	51,2	41,1	16,69
RM7	68,2	33,4	22,5	32,8	54,5	62,3	45,6	18,52
RM8	73,2	35,4	26,3	33,6	54,0	68,4	48,5	19,61
RM9	79,1	35,2	28,5	36,6	53,5	78,2	51,9	22,34
RM10	79,3	36,0	29,5	38,8	55,2	77,6	52,7	21,65
RM11	98,8	43,5	38,3	41,6	62,4	95,8	63,4	27,59
RM12	102,0	50,1	50,2	-	67,2	100,7	74,0	25,89

Obs: - = ausência de registro

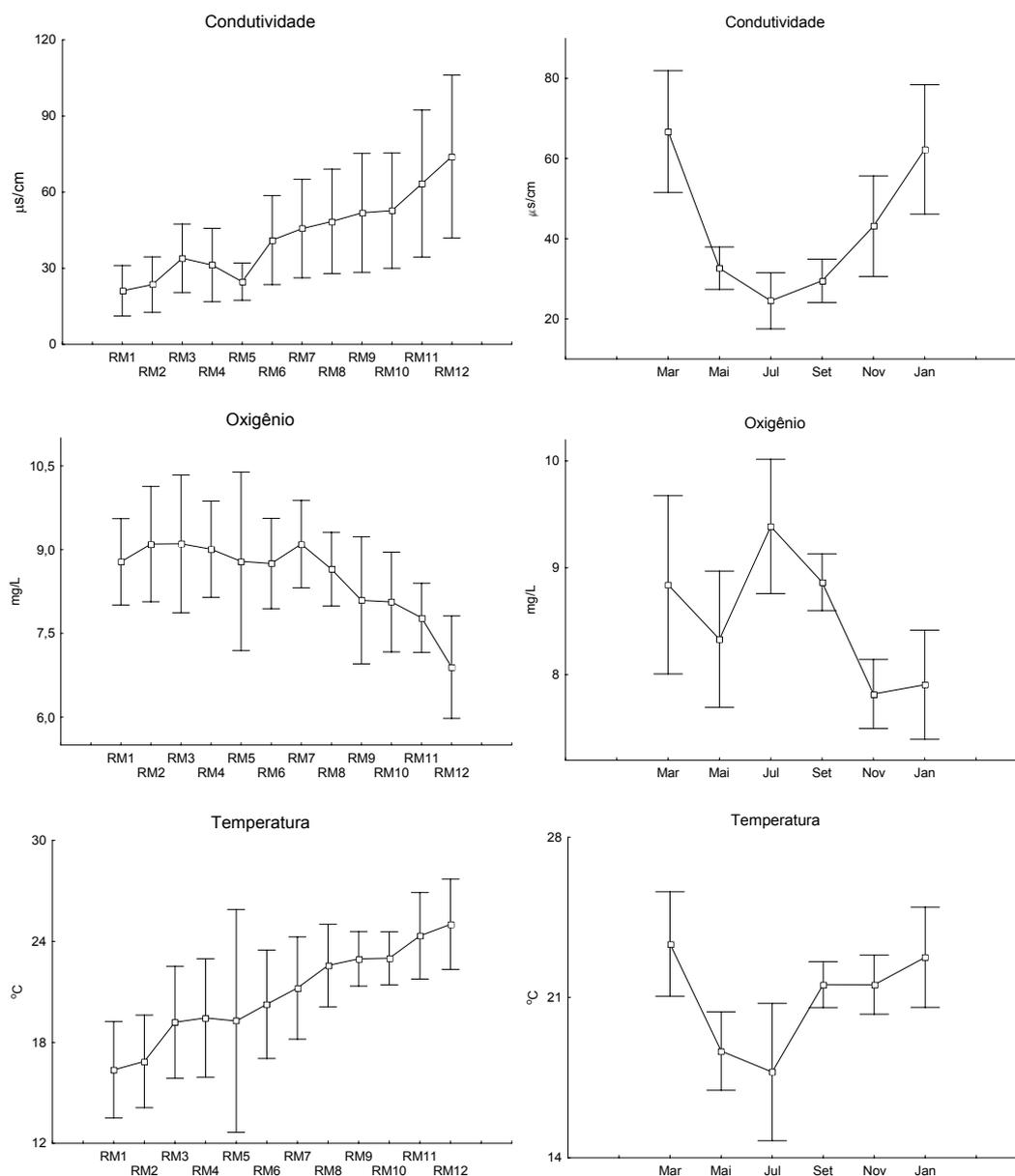


Figura 3.4.4. Variação (média e desvio-padrão) dos parâmetros condutividade, oxigênio e temperatura da água por localidade e durante o período amostral no rio Macaé, RJ.

A análise dos componentes principais (ACP) relacionando parâmetros abióticos da água e altitude nas localidades amostradas no rio Macaé apresentou somente no primeiro eixo autovalores superiores a 1,00, sendo este valor de 3,60 e explicação de 90,09% de variância (Fig. 3.4.5 e Tab. 3.4.6). Altitude e condutividade foram as variáveis que contribuíram positivamente na formação do eixo. Oxigênio e temperatura da água, por sua vez, contribuíram negativamente. Nessa análise pôde ser observada a formação de três grupos (Fig. 3.4.5 e Tab. 3.4.6). O primeiro deles formado pelos pontos RM1, RM2 e RM5; o segundo com RM3, RM4, RM6, RM7 e

RM8; e o terceiro com localidades entre RM9 e RM12 (Fig.3.4.5 e Tab. 3.4.6). A distinção entre os grupos segue o gradiente longitudinal e mostra relação com a ordem de grandeza das localidades. O agrupamento da localidade RM5 junto a RM1 e RM2 pode ser creditada à ausência de amostragens durante o período de chuvas, por impossibilidade de acesso (Fig. 3.4.5. e Tab. 3.4.6).

Tabela 3.4.6. Resultado da análise de componentes principais utilizando altitude e variáveis ambientais nas doze estações de amostragem no rio Macaé, RJ.

Variável	Eixo 1	Eixo 2
Altitude	0,978*	-0,052
Condutividade	0,891*	-0,446
Oxigênio	-0,962*	-0,230
Temperatura	-0,964*	-0,235
Autovalor	3,60	0,31
Variância	90,09%	7,76%

Obs: * - Valores significativos

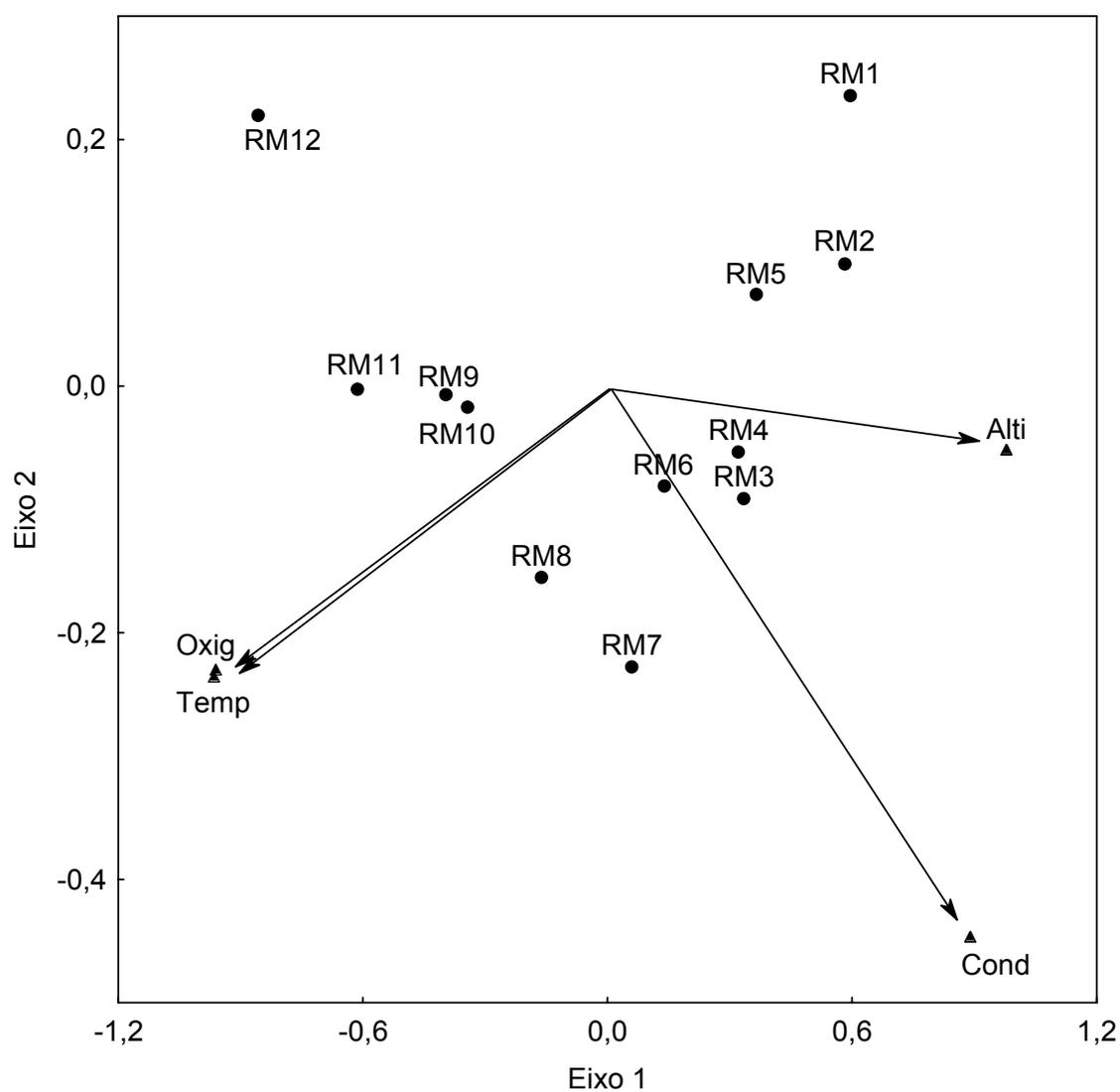


Figura 3.4.5. Relação entre os parâmetros abióticos e altitude nos distintos pontos amostrados sobre os eixos da análise de componentes principais nos pontos amostrados no rio Macaé. Alti = altitude; Cond = condutividade; Oxig = oxigênio dissolvido; Temp = temperatura da água.

3.4.3.2. Atividade reprodutiva

Neste trabalho foram analisadas reprodutivamente espécies de cinco ordens (Characiformes, Siluriformes, Gymnotiformes, Cyprinodontiformes e Perciformes) e de dois grupos constituídos por espécies de influência marinha e espécies exóticas à bacia.

Perciformes

Foram coletadas três espécies de Perciformes, todas elas da família Cichlidae: *Australoheros facetum*, *Crenicichla lacustris* e *Geophagus brasiliensis*. Para *A. facetum* um único exemplar foi amostrado, não permitindo inferências acerca de sua atividade reprodutiva. *Crenicichla lacustris* apresentou quase que a totalidade dos exemplares em repouso sexual à exceção de um macho espermiado em setembro na localidade RM11.

Machos e fêmeas de *G. brasiliensis* distribuíram-se durante todo o período amostral. A quantidade de indivíduos de ambos os sexos foi maior em março, com redução gradativa até julho e novo aumento em setembro (Fig. 3.4.6). Indivíduos reprodutivos foram observados no período de setembro a março nas localidades entre RM3 e RM7. Neste intervalo registrou-se o maior valor na média de IGS, em novembro, para fêmeas e machos (Fig. 3.4.6). Larvas de *G. brasiliensis* foram registradas no período de janeiro nas localidades RM4 e RM6. A análise de regressão do IGS de fêmeas de *G. brasiliensis* em relação às variáveis ambientais apresentou resultados altamente significativos, sendo a soma das variáveis explicando 38% (Tab. 3.4.7). As variáveis que mais influenciaram foram temperatura, condutividade e pluviometria.

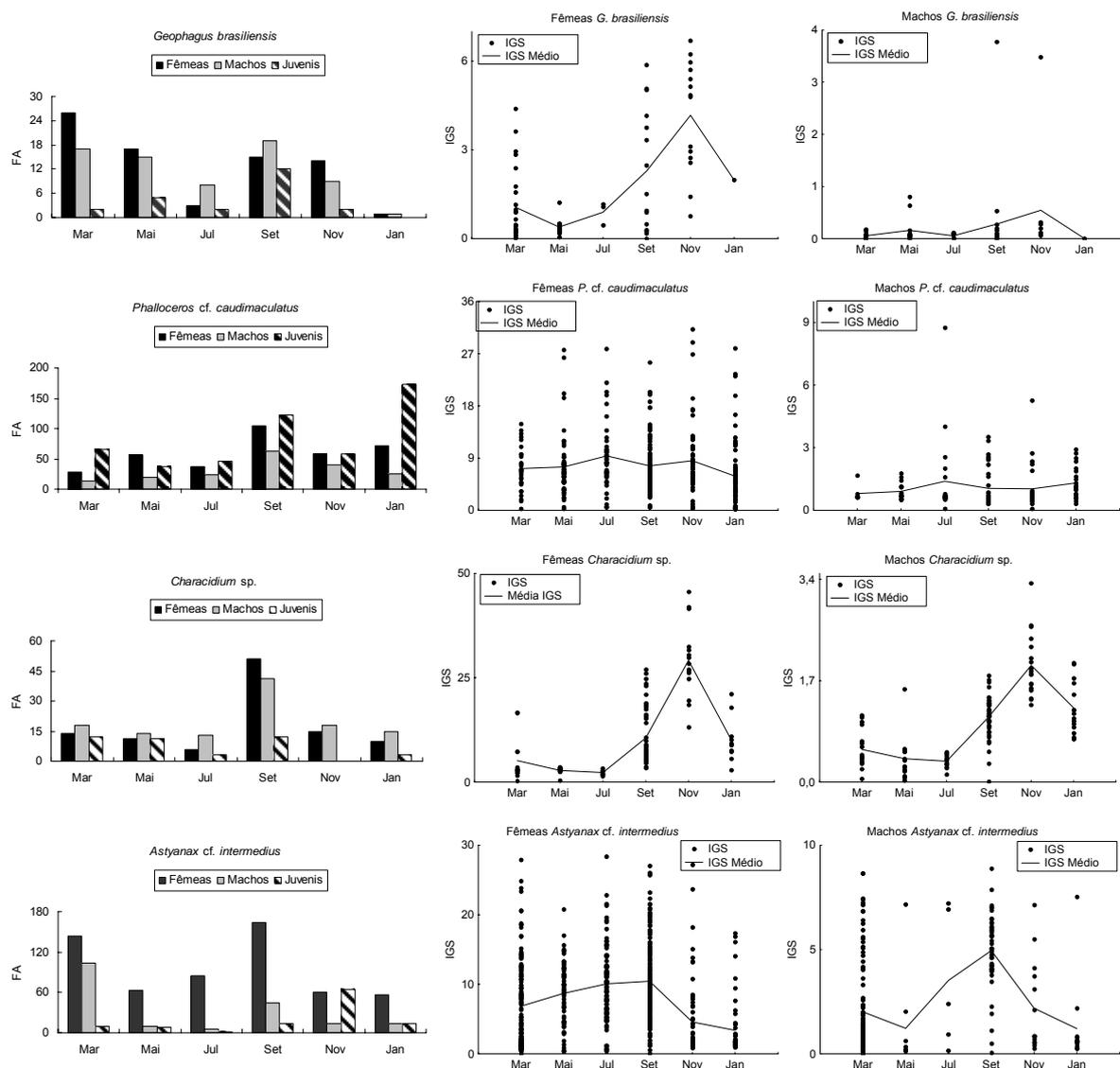


Figura 3.4.6. Freqüência absoluta (FA) de fêmeas, machos e juvenis de *Geophagus brasiliensis*, *Phalloceros cf. caudimaculatus*, *Characidium sp.* e *Astyanax cf. intermedius* coletados no rio Macaé, e valores individuais e médios de IGS de fêmeas e machos.

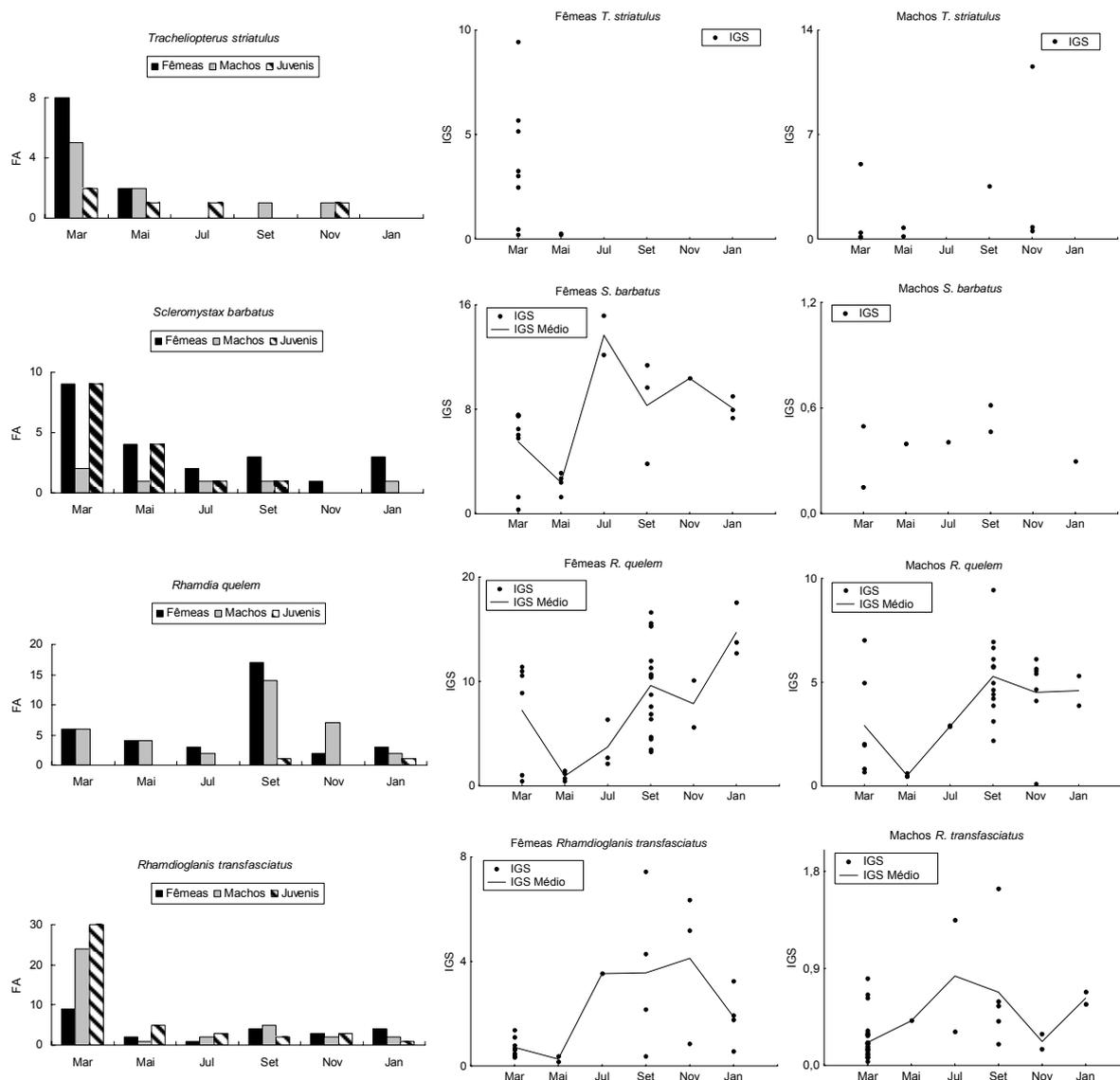


Figura 3.4.7. Frequência absoluta (FA) de fêmeas, machos e juvenis de *Trachelyopterus striatulus*, *Scleromystax barbatus*, *Rhamdia quelem* e *Rhamdioglanis transfasciatus* coletados no rio Macaé, e valores individuais e médios de IGS de fêmeas e machos.

Tabela 3.4.7. Regressão múltipla (forward stepwise) entre as variáveis ambientais oxigênio, temperatura, condutividade e pluviometria, relacionado ao índice gonadosomático para oito espécies de peixes amostradas no rio Macaé, RJ. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$, n.s. não significativo.

Espécie	Oxigênio	Temperatura	Condutividade	Pluviometria
<i>A. gr. bimaculatus</i>	-0,46**	0,68**	-1,60**	0,19**
<i>A.cf. intermedius</i>	-0,14**	0,04**	0,15**	-0,56**
<i>Characidium</i> sp.	-0,28**	0,27**	-0,29**	0,36**
<i>G. brasiliensis</i>	n.s.	0,43**	-0,44**	0,29**
<i>P. cf. caudimaculatus</i>	n.s.	n.s.	n.s.	-0,13*
<i>R. quelem</i>	n.s.	0,55**	n.s.	n.s.
<i>R. transfasciatus</i>	n.s.	n.s.	-0,51*	n.s.
<i>S. barbatus</i>	0,89**	0,62**	-1,50**	0,72**

Cyprinodontiformes

Poucos exemplares de *P. vivipara* foram amostrados, mas dentre eles fêmeas grávidas estiveram presente. Nos meses de julho e novembro, quando foram registrados, os maiores valores de IGS ocorreram em novembro nas localidades RM9 e RM11. De maneira antagônica, *P. cf. caudimaculatus* foi a espécie com o maior número de espécimes capturados dentre todas aqui estudadas. Para os dois sexos foram encontrados indivíduos em atividade reprodutiva durante todo o período amostral das localidades RM2 a RM11, exceto na localidade RM10. O maior valor médio de IGS para machos e fêmeas ocorreu no período de julho (Fig. 3.4.6), embora as variações tenham sido pequenas entre os distintos períodos. O registro na frequência de juvenis aumentou de maio até janeiro, salvo no mês de novembro (Fig. 3.4.6). A análise de regressão do IGS de fêmeas de *P. cf. caudimaculatus* em relação às variáveis ambientais apresentou resultado significativo, sendo a pluviometria a única variável que contribuiu na análise (Tab. 3.4.7).

Gymnotiformes

Para os peixes-elétricos, duas espécies de distintas famílias estiveram presentes: *Gymnotus pantherinus* (Gymnotidae) e *Eigenmannia* sp. (Sternopygidae). A captura foi baixa, constando apenas um registro para *Eigenmannia* sp. e dez para *G. pantherinus*. Duas fêmeas reprodutivas de *G. pantherinus* foram amostradas em janeiro nas localidades RM3 e RM4.

Characiformes

A Ordem Characiformes foi representada na amostragem por seis famílias, totalizando doze espécies. Anostomidae, Curimatidae e Prochilodontidae apresentaram apenas uma espécie e poucos indivíduos coletados, sendo as espécies, respectivamente, *Leporinus copelandii*, *Cyphocharax gilbert* e *Prochilodus vimboides*. *Leporinus copelandii* apresentou uma fêmea desovada em novembro na localidade RM9 e em setembro um macho maduro na localidade RM7 e um espermiado na localidade RM8. Além de espécimes reprodutivos foram registradas larvas de *L. copelandii* nos meses de setembro na localidade RM9 na margem; em novembro na margem nas localidades RM11 e RM12 e uma em deriva na localidade RM11. Fêmeas de *C. gilbert* desovadas foram encontradas em março nas localidades RM8 e RM9 e machos espermiados em novembro e janeiro na localidade RM8. Machos de *P. vimboides* não foram amostrados, sendo as duas fêmeas desovadas registradas em novembro: uma na localidade RM8 e outra na RM9.

Foram registradas no rio Macaé três espécies e poucos indivíduos da família Erythrinidae, composta por *Hoplerythrinus unitaeniatus*, *H. cf. lacerdae* e *Hoplias malabaricus*. Para *H. unitaeniatus*, apenas dois espécimes foram coletados e para *H. cf. lacerdae* quatro espécimes foram coletados sendo todos em repouso reprodutivo. Para *H. malabaricus* foi observado uma fêmea desovada em novembro na localidade RM9.

O representante da família Crenuchidae, *Characidium* sp., distribuiu-se durante todo o período amostral. O número de machos foi maior que o de fêmeas durante toda a amostragem, exceto em setembro. O IGS apresentou valores crescentes, atingindo a maior média no período de novembro para ambos os sexos (Fig. 3.4.6). Indivíduos maduros machos e fêmeas foram encontrados de setembro a março. Fêmeas maduras ocorreram de setembro a janeiro entre as localidades RM3 e RM7, sendo que em novembro todas as fêmeas se encontravam maduras. Machos apresentaram padrão similar às fêmeas, mas estendendo-se até março.

A análise de regressão do IGS de fêmeas de *Characidium* sp. em relação às variáveis ambientais apresentou resultados altamente significativos, sendo a soma das variáveis explicando 36% (Tab. 3.4.7). As variáveis que mais influenciaram foram oxigênio, temperatura, pluviometria e condutividade.

A família Characidae apresentou o maior número de espécies, cinco: *Astyanax* gr. *bimaculatus*, *Astyanax* cf. *intermedius*, *Astyanax* sp.1, *Astyanax giton* e *Oligosarcus hepsetus*. Dentre as espécies do gênero *Astyanax*, *A. gr. bimaculatus* apresentou, tanto para fêmeas quanto machos, espécimes maduros sexualmente no período de setembro e novembro, registrados nas localidades RM10, RM11 e RM12. A maior frequência de juvenis foi registrada em março. Em *Astyanax* cf. *intermedius* ambos os sexos apresentaram indivíduos maduros durante todo o ano na localidades de RM3 à RM7, mas a maior atividade reprodutiva ocorreu em setembro (Fig. 3.4.6). Nos meses de novembro e janeiro os registros passaram a ser de indivíduos desovados e espermiados, quando aumentou a ocorrência de juvenis (Fig. 3.4.6). Larvas foram capturadas entre os meses de julho (RM6), setembro (RM4 e RM6) e novembro (RM3 e RM6). Na espécie *Astyanax* sp. 1 machos e fêmeas reprodutivos ocorreram em março, novembro e janeiro nas localidades entre RM7 e RM10. Para *Astyanax giton*, fêmeas desovadas (RM9) e machos espermiados (RM11) foram registrados em setembro.

A análise de regressão do IGS de fêmeas de *A. gr. Bimaculatus* em relação às variáveis ambientais apresentou resultados altamente significativos, sendo a soma das variáveis explicando 39% (Tab. 3.4.7). As variáveis que mais influenciaram foram condutividade, oxigênio, temperatura e pluviometria. Para *Astyanax* cf. *intermedius*, a análise de regressão também apresentou resultados altamente significativos, com a soma das variáveis explicando 17% (Tab. 3.4.7). As variáveis que mais influenciaram foram pluviometria, temperatura, condutividade e oxigênio.

Fêmeas reprodutivas de *O. hepsetus* foram amostradas em março, julho e setembro na localidade RM7, e machos em março, julho, setembro e novembro nas localidades RM7, RM8, RM10 e RM11.

Siluriformes

Para Siluriformes foram assinaladas cinco famílias. Em Trichomycteridae, poucos espécimes foram coletados, mas um macho espermiado de *Trichomycterus alternatus* foi observado em setembro na localidade RM1. *Microglanis parahybae* foi a única espécie de Pseudopimelodidae. Uma fêmea desovada foi coletada na

localidade RM10 em maio e juvenis nas localidades RM9 e RM10 de setembro a março, sendo novembro o período com maior número de registros.

Auchenipteridae teve como espécies *Glanidium melanopterum* e *Trachelyopterus striatulus*. Não ocorreu registro de fêmeas para *G. melanopterum*, mas machos reprodutivos foram registrados em janeiro nas localidades RM8 e RM9 e larvas em março nas localidades RM8 e RM10 e novembro e janeiro na localidade RM9. Já em *T. striatulus*, fêmeas reprodutivas ocorreram em março nas localidades RM10, RM11 e RM12, e machos em setembro e novembro nas localidades RM11 e RM12 (Fig. 3.4.7).

Para a família Callichthyidae foi registrada uma espécie do gênero *Corydoras*, *C. nattereri*, e duas espécies do gênero *Scleromystax*, *S. barbatus* e *S. prionotus*. Fêmeas e machos de *S. barbatus* mostraram atividade reprodutiva durante toda a fase amostral nas localidades RM4, RM5 e RM6, sendo maiores valores e a média de IGS para fêmeas no período de julho (Fig. 3.4.7). As duas outras espécies, *C. nattereri* e *S. barbatus*, ambas na localidade RM9, apresentaram início de maturação em julho e setembro. Para machos de *S. barbatus* em atividade reprodutiva foi notada a presença de odontódeos na região do focinho e prolongamento do espinho das nadadeiras peitorais e dorsal.

A análise de regressão do IGS de fêmeas de *S. barbatus* em relação às variáveis ambientais apresentou resultados altamente significativos, sendo a soma das variáveis explicando 52% (Tab. 3.4.7). As variáveis que mais influenciaram foram condutividade, pluviometria, oxigênio e temperatura.

Dos representantes de Heptapteridae, *Acentronichthys leptos* e *Pimelodella lateristriga* apresentaram poucos espécimes. *Acentronichthys leptos* mostrou fêmeas reprodutivas em novembro na localidade RM4 e março na localidade RM3; e janeiro na localidade RM4 e março na localidade RM3 para os machos. Fêmeas maduras de *P. lateristriga* foram registradas em novembro nas localidades RM7 e RM9, e em março na localidade RM10. Nos machos não foi registrado indivíduo reprodutivo. *Rhamdia quelem* apresentou fêmeas maduras entre setembro e março nas localidades RM4, RM5, RM6, RM7 e RM10. Machos maduros foram encontrados no mesmo período nas localidades RM4, RM5 e RM7 (Fig. 3.4.7). *Rhamdioglanis transfasciatus* teve fêmeas e machos maduros de julho a novembro, com fêmeas nas localidades de RM2 a RM5; os machos nas localidades de RM2 a RM4 (Fig.

3.4.7). Uma larva de *R. transfasciatus* foi coletada em deriva em novembro na localidade RM4.

A análise de regressão do IGS de fêmeas de *R. transfasciatus* em relação às variáveis ambientais apresentou resultados significativos, sendo a condutividade a variável responsável pela influência na alteração. Já para *R. quelem*, a análise de regressão apresentou resultados altamente significativos, sendo a soma das variáveis explicando 30% (Tab. 3.4.7), sendo a temperatura a variável que mais influenciou na análise.

Espécies exóticas

Foram registradas duas espécies exóticas à bacia: o bagre-africano *Clarias gariepinus* e a truta arco-íris *Oncorhynchus mykiss*. Estas duas espécies apresentaram distribuição distinta, estando *C. gariepinus* no trecho baixo do rio Macaé, nas localidades RM11 e RM12 e *O. mykiss* em uma das de maior altitude, RM2. De *C. gariepinus* foram coletados apenas uma fêmea desovada em março e dois machos em repouso sexual. De *O. mykiss* apenas 3 fêmeas maduras foram encontradas nos meses de maio e julho. Fêmeas desovadas ocorreram entre julho e novembro. Machos maduros ocorreram em maior frequência nos meses de março e maio. Juvenis foram observados a partir de setembro.

Espécies com influência marinha

Para este grupo foram consideradas as espécies que em alguma fase da vida têm contato com água do mar ou com a região estuarina. Desta forma constam neste grupo as espécies *Awaous tajasica*, *Centropomus parallelus*, *Eleotris pisonis*, *Microphis lineatus* e *Mugil liza*. Foram capturados poucos indivíduos destas espécies. Os maiores registros para este grupo ocorreram entre os meses de maio e setembro. Para as espécies *C. parallelus* (RM8, RM10, RM11 e RM12), *E. pisonis* (RM11 e RM12) e *M. liza* (RM8 e RM10) todos os espécimes estavam em repouso sexual, enquanto que indivíduos de *A. tajasica* apresentaram-se espermiados na localidade RM7 a RM9. A única espécie que apresentou atividade reprodutiva foi *M. lineatus*, para a qual foram observados machos carregando ovos aderidos ao ventre nos meses de março e setembro na localidade RM11 e, em maio, na localidade RM10.

Para algumas espécies não foi possível determinar o menor indivíduo adulto, seja em função do pequeno número de indivíduos coletados, seja pela inexistência de indivíduo do outro sexo ou, ainda, pela ausência de indivíduos em fase reprodutiva (Tab. 3.4.8). *Phalloceros* cf. *caudimaculatus* foi a espécie com o maior número de representantes no estudo. Apresentou também o menor macho reprodutivo dentre todas as espécies: 16 mm. Para as fêmeas, o outro Poeciliidae, *P. vivipara* foi quem apresentou a menor fêmea reprodutiva, com 17 mm (Tab. 3.4.8).

Tabela 3.4.8. Número total de espécimes e tamanho mínimo reprodutivo (comprimento padrão em mm) para fêmeas e machos das espécies de peixes no rio Macaé, RJ.

Espécie	N	Menor exemplar adulto	
		Fêmea	Macho
<i>A. facetum</i>	1	*	*
<i>A. leptos</i>	14	59	55
<i>A. tajasica</i>	3	-	153
<i>Astyanax</i> gr. <i>bimaculatus</i>	100	71	74
<i>Astyanax</i> cf. <i>intermedius</i>	896	56	43
<i>Astyanax giton</i>	88	65	51
<i>Astyanax</i> sp.1	201	61	69
<i>C. garipepinus</i>	3	362	*
<i>C. gilbert</i>	22	114	116
<i>C. lacustris</i>	27	*	154
<i>C. nattereri</i>	72	*	*
<i>C. parallelus</i>	7	*	*
<i>Characidium</i> sp.	267	49	44
<i>E. pisonis</i>	5	*	*
<i>Eigenmannia</i> sp.	1	*	*
<i>G. brasiliensis</i>	240	85	65
<i>G. melanopterum</i>	17	-	159
<i>G. pantherinus</i>	10	175	*
<i>H. cf. lacerdae</i>	5	*	*
<i>H. malabaricus</i>	10	285	*
<i>H. unitaeniatus</i>	2	*	-
<i>L. copelandii</i>	28	254	210
<i>M. lineatus</i>	20	129	127
<i>M. liza</i>	3	-	*
<i>M. parahybae</i>	36	40	*
<i>O. hepsetus</i>	30	170	115
<i>O. mykiss</i>	210	195	140
<i>P. cf. caudimaculatus</i>	1048	19	16
<i>P. lateristriga</i>	53	122	*
<i>P. vimboides</i>	3	235	*
<i>P. vivipara</i>	17	17	20
<i>R. quelem</i>	72	144	140
<i>R. transfasciatus</i>	104	115	89
<i>S. barbatus</i>	43	50	58
<i>S. prionotus</i>	45	*	*
<i>T. alternatus</i>	17	*	65
<i>T. striatulus</i>	24	125	119

Obs: * = não pôde ser determinado; - = ausência de registro.

3.4.4. Discussão

A reprodução e o recrutamento são dois dos mais importantes eventos na história de vida de uma espécie. Em alguns casos, esses eventos envolvem movimentos das espécies entre diferentes áreas, algumas delas migrando para áreas de desova, e outras apresentando habitats particulares onde os juvenis se desenvolvem (King, 1996). Das espécies marinhas ou estuarinas, apenas em indivíduos de *M. lineatus* foi registrada atividade reprodutiva dentro do rio Macaé. Machos de *M. lineatus* apresentaram ovos na bolsa localizada no abdome, característica comum às espécies da família Syngnathidae (Ferraris-Jr., 2003; Miranda-Marure et al., 2003; Kvarnemo & Simmons, 2004). O tamanho do menor macho reprodutivo de *M. lineatus* no rio Macaé, 127 mm, é superior aos valores encontrados para a mesma espécie por Miranda-Marure et al. (2003) no estuário Tecolutla (México) e por Perrone (1990) no rio Jacu (Brasil) de 90 mm e 95 mm, respectivamente. Fêmeas adultas também foram maiores no rio Macaé, 129 mm contra 110 mm observado por Miranda-Marure et al. (2003). Tal discordância pode sugerir um retardo na maturação ou pode ser resultante do baixo número de indivíduos capturados no rio Macaé.

Os ovos carregados pelos machos de *M. lineatus* no rio Macaé apresentaram a mesma fase de desenvolvimento embrionário. Segundo Miranda-Marure et al. (2003), fêmeas e machos procuram parceiros que apresentem tamanhos equivalentes. Quando o acasalamento ocorre entre um macho de maior tamanho que a fêmea, a quantidade de ovos produzidos por esta fêmea pode não ser suficiente para preencher o espaço da bolsa. O macho busca então outra parceira que com seus ovos ocupe a fração restante da bolsa. Mas, segundo Perrone (1989 *apud* Perrone & Gasparini, 2002), essa variação no número de ovos na bolsa incubadora não está relacionada com o tamanho do peixe. Para esse autor, a variação estaria relacionada a falhas no mecanismo de transferência dos ovócitos para a bolsa incubadora ou até mesmo à predação dos ovos por outros peixes, uma vez que a bolsa incubadora não apresenta estrutura de proteção. A reprodução de *M. lineatus* em outras localidades na região tropical ocorre durante todo o ano (Perrone, 1990; Miranda-Marure et al., 2003), o que também pode se repetir no rio Macaé, embora não tenham sido coletados indivíduos durante todo o estudo. Em cativeiro, a dificuldade com a reprodução é observada principalmente após a

eclosão, uma vez que as larvas parecem apresentar dependência marinha (Gilmore, 1977; Perrone & Gasparini, 2002).

A presença de juvenis de *C. parallelus* no rio Macaé nos meses de janeiro, março e maio poderia ser explicada pela maior produtividade do sistema no período chuvoso. Espécies marinhas que visitam ocasionalmente ambientes dulcícolas e estuarinos são atraídas pela disponibilidade de presas de fácil captura (Whitfield, 1994). Juvenis procuram baías, lagoas e sistemas de água doce como refúgio e sítio alimentar, e adultos que passaram pelo processo reprodutivo fazem desses ambientes seu sítio alimentar (Peters et al., 1998).

Foram observadas distinções no tempo de duração do período reprodutivo das demais espécies. Em função disto, o trabalho segue relacionando os processos reprodutivos referentes ao período de reprodução contínuo ou sazonal, sendo as espécies de diferentes ordens e famílias agrupadas dentro destas duas unidades reprodutivas.

Um prolongado período reprodutivo representa uma importante estratégia para garantir a sobrevivência da prole num ambiente instável. A liberação fracionada de ovócitos permite que larvas oriundas de posturas diferentes passem pela fase planctófaga em tempos diferentes, reduzindo a competição pelo mesmo alimento, além de diminuir a competição por sítio de desova entre fêmeas que reproduzem na mesma época (Nikolsky, 1963). Pode, também, ser uma estratégia para garantir reposição em populações sujeitas a eventos de desestruturação violenta e imprevisível do hábitat, como em cabeças d'água, comuns em rios serranos (Garutti, 1989; Menezes & Caramaschi, 1994; Mazzoni et al., 2002). Seria esperado ser a estratégia dominante no trecho superior da bacia do rio Macaé.

Essa estratégia é observada aqui para espécies de pequeno porte de diferentes grupos filogenéticos que se distribuem no trecho superior-médio e/ou associados à vegetação marginal. A instabilidade fluvial parece induzir reprodução durante todo o ano. No período mais estável, com menor pluviosidade, ocorreu um maior investimento reprodutivo nas espécies *P. cf. caudimaculatus*, *S. barbatus*, *Astyanax cf. intermedius*.

Para *P. cf. caudimaculatus* que se distribui nas zonas rasas e de remanso (Sabino & Castro, 1990; Casatti et al., 2001), esta condição de estabilidade fluvial favorece o encontro entre parceiros e justifica a maior média de IGS encontrada neste período. Para espécies que possuem ritual de corte como *P. cf.*

caudimaculatus, é importante que as condições do ambiente sejam favoráveis. A diminuição dos juvenis em novembro pode estar relacionada ao início do período chuvoso. Com o aumento no volume do rio, os processos erosivos nas margens se intensificam e, provavelmente, a fauna aquática associada a esse tipo de ambiente, na qual se inclui *P. cf. caudimaculatus*, é carregada pela força das águas, principalmente aqueles indivíduos com capacidade limitada de natação (Pavlov, 1994).

A exemplo de outros Poeciliidae, *Phalloceros cf. caudimaculatus* e *Poecilia vivipara* exibem estratégia reprodutiva com fecundação e desenvolvimento ocorrendo internamente. Entre as vantagens da viviparidade está (i) proteção aos embriões em desenvolvimento, (ii) dispersão da prole em melhores habitats, (iii) transferência passiva da imunidade e (iv) transferência de nutrientes da mãe para os embriões em desenvolvimento (referências em Marsh-Matthews et al., 2001). O recrutamento de *P. cf. caudimaculatus* ocorrendo durante todo o ano, provavelmente permite uma rápida recolonização após um distúrbio, seja ele natural ou antrópico.

O período reprodutivo estendido de *Astyanax cf. intermedius*, demonstrado pela distribuição de adultos reprodutivos e larvas, ratifica a proposição de Nikolski (1963) na qual o longo período beneficiaria a sobrevivência e a manutenção de populações em ambientes instáveis. Garutti (1989) estudando *Astyanax bimaculatus* e Mazzoni et al. (2005) a espécie *Astyanax janae* também encontraram o padrão de reprodução por um período longo. Garutti (1989) ainda verificou que a resposta reprodutiva para a espécie se modifica à medida que o sistema fluvial aumenta de ordem, com um período reprodutivo mais curto no ponto que o rio apresenta maior ordem de grandeza.

Os Callichthyidae exibem basicamente dois tipos de estratégias reprodutivas. No primeiro deles, característico dos Callichthyinae, um ninho é construído utilizando material vegetal e bolhas produzidas pelo macho. O ninho de bolhas flutuantes apresenta importância no fornecimento de oxigênio para os ovos pelo posicionamento dos ovos acima da superfície da água, como também os protegendo de adversidades (Hostache & Mol, 1998). O segundo referente aos Corydoradinae caracteriza-se pela ingestão do esperma pela fêmea. Nesse caso a fêmea fica disposta perpendicular ao macho próximo à sua abertura genital, na “posição T”. A fêmea ingere o esperma juntamente com uma pequena quantidade de água, o qual é transportado rapidamente através de seu intestino e eliminado na bolsa formada

pelas nadadeiras pélvicas. Os ovos são liberados pouco tempo depois da eliminação do esperma e inseminados dentro da bolsa enquanto ela permanece momentaneamente no fundo antes de depositar os ovos em um substrato (Kohda et al., 1995). *Scleromystax barbatus* apresentou reprodução durante todo ano mas o maior investimento parece ter ocorrido no período de inverno, com menores valores pluviométricos. O padrão reprodutivo para *S. prionotus* e *C. barbatus* também parece ser de reprodução durante todo o ano, mas o maior investimento parece ocorrer durante a época de chuvas em que o trecho baixo do rio Macaé transborda para as áreas laterais. É sabido que a inundação da planície durante o verão chuvoso na zona tropical aumenta a disponibilidade de microhabitats e recursos alimentares (Lowe-McConnell, 1987; Araújo & Garutti, 2002). Este padrão parece se repetir para *M. parahybae* e *P. vivipara*.

Para *T. alternatus* o padrão reprodutivo foi de longa duração, coincidindo com o de outras espécies do gênero estudadas em riacho (Casatti, 2003; Rosa, 2003). A dependência da dinâmica da água nas espécies do gênero torna-se evidente em espécies cavernícolas, em que a condição imposta pelo ambiente seleciona uma dinâmica de ciclo reprodutivo curto. Trajano (1997) observou, em uma população de *T. itacarambiensis*, reprodução sazonal ocorrendo no fim do período chuvoso, o que coincide com o maior aporte de material alóctone nesta estação. Com isso, aumentam as chances de sobrevivência da prole uma vez que os recursos em ambiente cavernícola são escassos. Em tal ambiente, ocorrendo a reprodução, também diminuem as chances dos ovos e juvenis serem carreados.

Variações nos fatores abióticos (e.g. luz, temperatura, níveis de oxigênio, turbidez e cheias) e bióticos (e.g. alimentação, competição e predação) levam a um período específico ou vezes do ano que são favoráveis ao processo reprodutivo. A sazonalidade reprodutiva é controlada por mecanismos fisiológicos que dão ao organismo uma noção de tempo e/ou medidas das variações do ambiente, permitindo controles temporais específicos de vários componentes do processo reprodutivo (Bye, 1984; Nash, 1999).

A incorporação de padrões sazonais na biota de rios tropicais está menos ligada a variações na temperatura e mais a fatores associados à pluviosidade. Para peixes tropicais, em que o fotoperíodo e a temperatura não atuam como fatores limitantes da reprodução, a disponibilidade de alimento e locais de desova têm papel marcante na determinação do ritmo reprodutivo. Nestes ambientes, alterações do

nível fluviométrico determinam variações nessa disponibilidade (Lowe-McConnell, 1987); o rápido incremento no nível de nutrientes com o início das cheias, é seguido por uma explosão de produtividade e conseqüente aumento na disponibilidade de alimento (Bye, 1984). Para que as larvas possam explorar essa condição, é necessário que a gametogênese se inicie e se complete antes da ocorrência das cheias (Vazzoler & Menezes, 1992).

O padrão sazonal aqui observado para Anostomidae, alguns Characidae, Curimatidae, Erythrinidae, Prochilodontidae, Auchenipteridae e Heptapteridae é compatível com o que tem sido registrado na literatura com reprodução associada aos meses mais quentes e chuvosos (Rosa-Jr. & Schubart, 1945; Godoy, 1967; Basile-Martins et al., 1975; Romagosa et al., 1984; Vazzoler & Menezes, 1992; Hartz & Barbieri, 1994; Duarte & Araújo, 2000; Brito & Bazzoli, 2003; Medeiros et al., 2003). Embora tenha sido reportada distinção nos valores pluviométricos no período de estudo em relação à média histórica, o comportamento conservativo das espécies evidencia o forte caráter filogenético na estratégia reprodutiva.

Um dos peixes exóticos no rio Macaé, *C. gariepinus*, também segue este ritmo reprodutivo nas drenagens de distribuição natural, com processo de amadurecimento gonadal influenciado pela temperatura da água e fotoperíodo, sendo o aumento no nível da água o principal fator responsável pelo desencadeamento da reprodução (Van der Waal, 1974; Yalçin et al., 2001). O bagre africano parece ter seu ciclo reprodutivo ocorrendo por completo no rio Macaé. Se considerarmos os tamanhos dos menores indivíduos maduros registrados por Yalçin et al. (2001), 233 mm de comprimento total para a fêmea e 247 mm de comprimento total para machos, todos os exemplares coletados no rio Macaé podem ser considerados adultos. Espécie com hábito predatório e apetite voraz, tem dieta variada, alimentando-se de peixes nativos, moluscos, pequenos patos e pássaros (Barua, 1999). A presença deste peixe, que resiste a condições ambientais extremas, já foi registrada em outras bacias hidrográficas brasileiras (Alves et al., 1999; Braun et al., 2003; Vitule et al., 2006) e vem sendo observada com apreensão.

A fertilização interna entre os Auchenipteridae é uma característica peculiar ao grupo. Os espermatozoides são introduzidos no oviduto através de um órgão copulatório antes da maturação dos ovócitos, e a fertilização ocorre no momento da desova, independente da presença do macho. Os testículos apresentam regiões distintas para produção de espermatozóide e para produção de uma substância

gelatinosa insolúvel em água que é injetada na fêmea após a transferência do esperma. Esta substância gelatinosa forma um tampão no oviduto. Dessa forma, a presença de machos não é requerida no momento da liberação dos ovos (von Ihering, 1937) como nas demais que apresentam fertilização externa (Balon, 1984).

O registro de indivíduos apenas do sexo masculino de *G. melanopterus* no período reprodutivo pode ser explicado pela maior atividade que os machos apresentam no período reprodutivo em busca de parceiras (Lowe-McConnell, 1987), que ganha em intensidade quando associado à fertilização interna. A garantia da paternidade pode fazer com que machos apresentem uma maior atividade que as fêmeas. A cópula bem sucedida com mais de uma parceira garantiria assim, uma maior representatividade na progênie com seus genes.

Espécies do gênero *Prochilodus* e algumas do gênero *Leporinus* são descritas na literatura como grandes migradores reprodutivos (Godoy, 1967; Vazzoler & Menezes, 1992). A presença de espécimes adultos e larvas de *L. copelandii* na porção média/baixa do rio Macaé durante o período reprodutivo e juvenis apenas no trecho baixo é indicação de padrão reprodutivo migratório, sendo as regiões mais altas sítios reprodutivos e as regiões a jusante, sítios de alimentação, crescimento e engorda (Godoy, 1967). A migração rio acima até regiões de corredeiras para desovar, principalmente à noite, ocorre provavelmente devido a condições favoráveis nesses locais, como de alta concentração de oxigênio e transporte para áreas onde o desenvolvimento embrionário pode ocorrer (Rosa-Jr. & Schubart, 1945; Baumgartner *et al.*, 2004). Larvas identificadas como pertencentes à ordem Characiformes (Capítulo 3.1) também foram encontradas em deriva durante o período chuvoso nas proximidades do trecho encachoeirado. O período de desova relacionado à capacidade de desenvolvimento de suas larvas parece ser uma característica crítica da sazonalidade reprodutiva (Matthews, 1998).

Embora seja uma espécie de pequeno porte que vive em ambientes correntosos, *Characidium* sp. também seguiu este padrão sazonal. Mazzoni *et al.* (2002), em investigação acerca da reprodução de uma espécie desse gênero no rio Ubatiba (RJ), encontraram padrão distinto, com reprodução contínua ao longo do ano. A diferença na duração da reprodução entre as duas espécies pode estar relacionada à pequena extensão do rio Ubatiba (~16 km) em relação ao rio Macaé (137 km), pois uma falha no recrutamento poderia comprometer as populações do primeiro. O prolongado período reprodutivo representaria assim uma importante

estratégia para garantir a sobrevivência da prole num ambiente provavelmente mais instável, como citado anteriormente. A capacidade que espécies deste gênero apresentam de escalar cachoeiras é também uma importante condição na colonização de áreas a montante (Buckup et al., 2000).

Experimentos conduzidos em laboratório têm apresentado importantes resultados acerca dos parâmetros envolvidos na reprodução de Gymnotiformes. Com a variação da condutividade, fotoperíodo e nível da água dos tanques é possível simular condições que ocorrem na natureza. A adaptabilidade ao confinamento e a boa resposta aos tratamentos permite que estudos sejam desenvolvidos relacionados à reprodução, cuidado parental, desenvolvimento ontogenético e eletrofisiologia (Zupanc & Heiligenberg, 1989; Britz et al., 2000; Kirschbaum & Schugardt, 2002; Quintana et al., 2004). Em ambiente natural a reprodução de Gymnotiformes também tem sido reportada (Barbieri & Barbieri, 1982; Silva et al., 2003; Crampton & Hopkins, 2005), sendo o período chuvoso apontado como época reprodutiva, o que também parece ocorrer para *G. pantherinus* no rio Macaé, onde foram registrados os maiores valores de condutividade no período chuvoso.

Dentre os Perciformes, os Cichlidae são conhecidos pelo papel dos pais no cuidado com a prole com graus variados (Fontenele, 1950; Fontenele, 1951; Braga, 1952; Cacho et al., 1999). Esse é um dos fatores que contribui para que a introdução de espécies desse grupo em um ambiente fora de sua distribuição biogeográfica obtenha êxito (Shafland, 1999; Magalhães et al., 2002). *Geophagus brasiliensis* é uma espécie amplamente distribuída no Brasil, provavelmente tratando-se de um complexo de espécies (Buckup & Teixeira, 2007). A tática reprodutiva utilizada pela espécie parece ser moldada pelo tipo de ambiente que ocupa, como verificaram Mazzoni & Iglesias-Rios (2002). A população do rio Ubatiba apresentou atividade reprodutiva durante todo o ano, enquanto a população da Lagoa de Maricá, onde o rio desemboca, reproduziu entre setembro e abril. A sazonalidade parece ser o fator regulador neste caso, o que também é relatado para *Cichla monoculus* (Novaes et al., 2004; Oliveira, 1998; Chellapa et al., 2003; Gomiero & Braga, 2003; Marques & Resende, 2005).

Para o Heptapteridae *R. transfasciatus* e o Characidae *O. hepsetus* foi verificado padrão reprodutivo sazonal, mas estes, diferentemente das outras espécies, iniciam no período marcado pelo menor regime de chuvas. Duas outras

espécies de *Oligosarcus*, *O. jenynsii* e *O. robustus*, também exibiram comportamento reprodutivo semelhante (Nunes et al., 2004). Paugy (2002) credita esta antecipação do período reprodutivo em espécies piscívoras à estratégia na qual o predador se beneficiará futuramente de uma maior disponibilidade de alimento. A mudança durante a ontogenia na dieta de *O. hepsetus* de insetívora para piscívora (Araújo et al., 2005) parece refletir esse padrão, com garantia de presas para a prole.

A espécie exótica *O. mykiss*, que ocorre no alto rio Macaé, é uma das espécies com o maior número de introduções no mundo, ocorrendo em todos os continentes (Welcomme, 1988). Diferente deste grupo de espécies que apresenta desovas associadas ao período chuvoso, *O. mykiss* teve seu período reprodutivo no rio Macaé estabelecido entre maio e julho. De acordo com os registros obtidos através de exemplares adultos e de indivíduos juvenis, a população encontra-se reproduzindo naturalmente no rio Macaé (Almeida, 2006). As características na localidade de ocorrência estão dentro do padrão requerido para a desova, crescimento e reprodução (Takino et al., 1984; Gall & Crandell, 1992; Tabata, 1997), constituindo risco potencial à fauna aquática nativa, como relatado para outras regiões em que a espécie foi introduzida (Welcomme, 1988).

A diversidade de padrões reprodutivos foi evidenciada neste trabalho. Não há como precisar qual ou quais os fatores determinam ou seriam mais importantes no desencadeamento do processo reprodutivo, mas a sazonalidade mostrou ser um atributo importante. Considera-se que a sazonalidade em ambientes tropicais não segue o ritmo climatológico trimestral observado nas zonas temperadas. Ela pode ser entendida como um período ao longo do ano delimitado por circunstâncias climáticas e/ou fluviométricas cíclicas e coincidente com comportamentos cíclicos das populações que podem se manifestar de forma intensa (ciclos curtos) ou fraca (ciclos longos). Espécies não sazonais não respondem especificamente a nenhum período do ano, seja seco ou chuvoso, quente ou frio. As respostas reprodutivas diferenciadas podem ser atribuídas a três razões:

1. Presença de grupos filogenéticos distintos – Espécies pertencentes a cinco ordens (Characiformes, Siluriformes, Gymnotiformes, Cyprinodontiformes e Perciformes) e espécies com influência marinha e exóticas à bacia foram aqui observadas. São espécies com atributos intrínsecos a cada grupo, selecionados

evolutivamente, que não se modificam (e.g. fecundação interna) independente do tipo de ambiente ocupado e das condições que estão sujeitas.

2. Competição por sítio reprodutivo – A reprodução de todas as espécies simultaneamente levaria a uma maciça procura por sítios para postura, e muitos desses não estariam disponíveis. Para espécies que apresentam cuidado parental, a reprodução da população num mesmo período e o aumento na predação do(s) responsável(is) pela proteção acarretaria em prejuízo na reposição da população.

Para espécies com tamanho desigual e com mesmos requerimentos por sítios reprodutivos (e.g. *Rineloricaria* spp. e *H. punctatus*), um outro problema poderia ser gerado. O maior porte de uma das espécies poderia ser utilizado para expulsar aquela de menor porte do local eleito para a postura ou a retirada de ovos em desenvolvimento do substrato. A alternativa adotada pela reprodução por um período estendido aumenta a possibilidade para que as espécies localizem sítios adequados para desova sem a necessidade de competir pelo recurso.

3. Ambiente favorável ao desenvolvimento e nutrição das larvas – Para que o recrutamento seja eficiente, não basta apenas que a desova seja realizada. O período em que as larvas eclodem deve coincidir com a época favorável ao seu desenvolvimento. Um ambiente propício com sítios para refúgio e alimentação é necessário. Espécies da região alta e trecho médio mostraram reprodução por um longo período, o que sugere ser uma resposta à instabilidade hídrica do ambiente. Dessa forma garantem o sucesso no recrutamento. Algumas espécies do trecho baixo também parecem exibir esse modo mais prudente de reprodução (e.g. *M. parahybae*), mas um maior investimento reprodutivo ocorre na fase de chuvas, quando há um incremento na disponibilidade de recursos. Para as espécies com reprodução sazonal que utilizam sítios distintos durante a fase de desenvolvimento inicial e quando adultos (e.g. espécies migradoras), o ambiente adequado nas primeiras fases de vida torna ainda mais crítico. Sua ausência pode gerar reflexos nas futuras coortes.

Dentro do proposto para este trabalho verificou-se que as características fisiográficas e climáticas que atuam de diferentes maneiras ao longo do rio Macaé, geram situações de maior instabilidade nos trechos superior e médio durante o período de chuvas, afetando o ciclo de vida das espécies de diferentes modos. Ciclos reprodutivos longos que seriam esperados para a maioria das espécies na

verdade só foram registrados para 21% destas. Das demais 89% apresentaram sazonalidade relacionadas ao período chuvoso e 11% ao período seco.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O rio Macaé é uma das bacias que fazem parte do sistema hidrográfico do Atlântico Leste. Segundo Bizerril & Primo (2001), estes antigos sistemas fluviais de pequena extensão geralmente apresentam baixa complexidade, tornando-se susceptíveis à ocorrência de eventos de desestruturação do ambiente (e.g. fortes chuvas) e tendem a manter populações naturalmente pequenas. De fato, as regiões alta e média do rio Macaé apresentam características fisiográficas semelhantes a muitas outras drenagens do estado do Rio de Janeiro como relatado por Bizerril & Primo (op. cit), mas a parte baixa foge deste padrão. Ladeado por cadeias de montanhas, o canal do rio dá espaço a um traçado sinuoso com a presença de uma várzea inundável (no segmento não retificado). Embora seja uma drenagem pouco extensa, se compararmos à vizinha bacia do rio Paraíba do Sul, sua porção de planície chama a atenção. Tem função análoga a rios de maior porte como na bacia do rio Paraná (Agostinho & Zalewski, 1996; Baumgartner et al., 1997) e do São Francisco (Pompeu & Godinho, 2003; Sato et al., 1987).

As localidades amostradas ao longo do rio Macaé exibiram diferenças tanto espaciais quanto temporais. Os valores dos parâmetros abióticos tendem a acompanhar o gradiente do rio, crescentes dos pontos mais elevados até a última localidade para condutividade e temperatura, e decrescentes para oxigênio. Temporalmente, os maiores valores para temperatura e condutividade ocorreram no verão, e os menores no inverno. O oxigênio mostrou valores antagônicos aos dois parâmetros anteriores: maiores valores no inverno e menores no verão. A semelhança entre as características das localidades levou à formação de 3 grupos. O primeiro agrupamento registrou os dois pontos mais elevados, RM1 e RM2, junto a RM5. A presença da localidade RM5 é justificada com base na ausência de amostragens no período chuvoso, época em que condutividade e temperatura apresentaram elevação. Os registros apenas no período do ano com temperatura mais amena e menor condutividade fizeram com que este ponto se agrupasse aos dois outros de maior altitude. O segundo agrupamento registrou os pontos restantes dos trechos alto (RM3 e RM4) e médio (RM6, RM7 e RM8). O terceiro grupo contemplou, sem exceções, todos os pontos da planície do trecho com meandros, RM9 e RM10 e o trecho retificado RM11 e RM12. Estes grupos, de certa forma, expressaram também a distribuição das espécies (Caramaschi et al., 2006).

O padrão sazonal de reprodução foi predominante na maioria das espécies do presente estudo, mas algumas espécies distribuídas nos trechos superior e médio, apresentaram reprodução por um período prolongado, como *S. guntheri*, *Rineloricaria* sp.1, *Rineloricaria* sp.2, *S. barbatus*, *P. cf. caudimaculatus* e *Astyanax* cf. *intermedius*. Nesse caso, a disponibilidade de indivíduos aptos à reprodução durante a maior parte do ano garante a reposição das populações num ambiente com características instáveis, em que mudanças bruscas podem ser fatais a formas vulneráveis como ovos e larvas (Capítulo 3.4). As demais espécies apresentaram períodos reprodutivos mais curtos e concentrados nos meses de chuva (*A. leptos*, *Characidium* sp., *H. punctatus*, *N. microps*) ou de seca (*O. mykiss*).

À medida que o rio Macaé deixa sua região mais alta e dirige rumo à foz, exhibe uma complexidade em sua estrutura que vem acompanhada pelo aumento no número de espécies. Na parte inferior, um maior número de espécies de grande porte passa a ocupar o ambiente, como por exemplo *Leporinus copelandii*. Espécies de maior porte, normalmente, apresentam alta fecundidade absoluta, não exibem cuidado com a prole e, em alguns grupos, são espécies que realizam migrações reprodutivas no período de maior regime pluviométrico (Nikolski, 1963; Godoy, 1967; Lowe-McConnell, 1987; Agostinho et al., 2003; Sato et al., 2003; Sato & Godinho, 2003). Estes eventos funcionam como gatilhos na medida que desencadeiam e estimulam os mecanismos responsáveis pela reprodução, desde o início do desenvolvimento das gônadas até a escolha da melhor época para a desova ocorrer, garantindo uma maior sobrevivência da prole (Munro, 1990).

A migração das espécies localizadas na porção de planície do rio Macaé é interrompida por um obstáculo natural. Uma queda d'água de aproximadamente 25 metros entre as localidades RM6 e RM7 mostrou ser uma barreira intransponível para espécies com distribuição a jusante (Caramaschi et al., 2006). Evidências da migração acima da localidade RM7 e até próximo da barreira consistem no registro de larvas de *L. copelandii* na localidade RM7. Trechos de rio com uma série de corredeiras parecem ser as localidades procuradas por peixes migradores para reproduzir (Rosa-Jr. & Schubart, 1945; Agostinho et al., 2003; Baumgartner et al., 2004). No rio Macaé, este também parece ser um padrão para *L. copelandii*. Fatores como a velocidade da água que auxilia no transporte dos ovos e a maior concentração de oxigênio são variáveis importantes neste processo (Baumgartner et al., 2004). Esta capacidade que os ovos apresentam em flutuar na superfície é dado

pelo grande espaço perivitelino existente em ovos de peixes do gênero *Leporinus* e *Prochilodus* (Sato et al., 2003; Balon, 1975).

Os parâmetros abióticos acompanhados durante o trabalho variaram sazonalmente, e parecem atuar como gatilhos na reprodução das espécies. Pluviometria parece ser o responsável por desencadear as alterações nos parâmetros abióticos de forma mais intensa, na medida que o aumento na condutividade é gerado pelo carreamento de material alóctone para a calha do rio, com conseqüente aumento no nível do rio e da produtividade no sistema. Embora as variações na cota do rio não tenham sido mensuradas, as observações durante o período de estudo mostraram evidente elevação no nível do rio Macaé decorrente do aumento na pluviometria. Em reservatórios, este aumento na cota do rio às vezes não está associado ao período de verão chuvoso, pois o nível do reservatório é ditado pela demanda energética (Godinho, 1994). A assincronia entre reprodução e nível de água do reservatório pode afetar a produtividade mas favorecer aquelas espécies com períodos reprodutivos mais extensos.

Para espécies com este padrão reprodutivo há um maior investimento somático no seu início de vida, sendo o investimento reprodutivo direcionado a um período específico do ano. São espécies que ocupam o canal do rio, com maior longevidade e maturação sexual tardia (Winemiller, 1989). Muitas delas desenvolvem reservas graxas durante o período não-reprodutivo, sendo alocadas para a formação do vitelo e também fornecendo energia durante o processo migratório. Reservas musculares e hepáticas também são utilizadas na vitelogênese (Bennemann et al., 1996; Brito & Bazzoli, 2003). Embora tenham sido amostrados poucos exemplares de *L. copelandii*, observaram-se menores percentuais de gordura visceral no período de novembro e janeiro se comparado aos outros períodos. Estes menores valores graxos poderiam ser justificados como sendo destinados ao processo reprodutivo.

Diferindo deste padrão, espécies de pequeno porte, ocupando principalmente a região marginal, como *P. cf. caudimaculatus*, *P. maculicauda* e *H. notatus* mostraram investimento precoce e processo reprodutivo contínuo. Não são espécies longevas e prolíferas como as de maior porte, mas investem na qualidade do ovo, através da maior quantidade de vitelo, ou até mesmo gerando a prole internamente como é o caso dos Poeciliidae (Winemiller, 1989). A eclosão com maior quantidade de vitelo maximiza a sobrevivência da prole, pois dessa forma as larvas estariam

aptas a passar um maior período de restrição alimentar caso as condições do ambiente sejam desfavoráveis (Nikolsky, 1963). Esse é um processo oposto ao das espécies migradoras, nas quais as larvas, com poucos dias de vida consomem todo o vitelo, e passam rapidamente à alimentação exógena, quando os recursos alimentares tornam-se indispensáveis. Esse sincronismo entre início do período de alimentação exógena e disponibilidade de recursos alimentares para as larvas é um dos fatores primordiais para o sucesso no recrutamento das espécies com reprodução sazonal. Portanto, no rio Macaé a predominância de reprodução sazonal sugere uma disponibilidade cíclica de recursos alimentares para as larvas.

A coleta de ovos e larvas é uma importante ferramenta na determinação de áreas de desova, bem como para atestar o sucesso do investimento gonadal. Para isso, informações básicas acerca dos eventos envolvidos na reprodução em ambiente natural são extremamente úteis quando se tem como objetivo coletar as formas iniciais de desenvolvimento. Registros obtidos através do aquarismo também são importantes e servem como ponto de partida para o estudo em campo de muitas espécies. A escolha pela coleta na margem e em deriva no canal foi tomada com base nas características reprodutivas das espécies que ocorrem no rio Macaé. Muitas delas apresentavam a vegetação marginal como microhabitat na fase adulta, o que levou a crer que as fases anteriores de desenvolvimento também ocupavam mesmo ambiente. Para isso, foi idealizado um aparelho que pudesse coletar os indivíduos juvenis e adultos associados à margem como também ovos e larvas. Uma peneira de menor tamanho que possibilitasse a locomoção dentro da água e a facilidade no manuseio do material coletado foram as principais preocupações para que o aparelho obtivesse eficiência e praticidade.

A coleta realizada com esta peneira comprovou a importância de coletas junto à vegetação marginal, principalmente para espécies de pequeno porte, e a complementaridade que traz adicionando outras espécies. Amostragens somente em deriva restringiriam a captura de espécies que apresentam a margem como microhabitat, seja ele momentâneo ou duradouro. O registro destas espécies na deriva é ocasional, o que é limitante para qualquer inferência sobre o hábito reprodutivo das mesmas.

A grande diversidade de peixes na região Neotropical muitas vezes se torna uma barreira ao conhecimento da história de vida das espécies. Para as formas iniciais de desenvolvimento de peixes de Mata Atlântica pouco se conhece. As

espécies contempladas são aquelas com ampla distribuição geográfica que também ocorrem em bacias litorâneas. Para espécies exclusivas deste bioma, são inexistentes os registros de desenvolvimento larval. A dificuldade encontrada no presente estudo com a identificação, para algumas espécies, veio solucionada através de uma série de indivíduos de tamanhos distintos. Isto possibilitou distinguir, por exemplo, formas larvais de espécies sintópicas como *P. maculicauda* e *H. notatus*, e *Schizolecis guntheri* e *Neoplecostomus microps* (Figura 4.1).



Figura 4.1. Formas iniciais das espécies *Hisonotus notatus* (A), *Neoplecostomus microps* (B), *Parotocinclus maculicauda* (C) e *Schizolecis guntheri* (D).

O investimento reprodutivo observado em períodos diferenciados pode ser vantajoso para as espécies quando evita a competição por sítios reprodutivos e por alimento nas primeiras fases de desenvolvimento, que é o período mais crítico de sobrevivência. Atributos filogenéticos, morfológicos e o cuidado exercido pelo(s) pai(s) também contribuem, maximizando a sobrevivência da prole, como fecundação interna nos Poeciliidae e Auchenipteridae; ocultação da desova em Loricariidae, e proteção à prole em Loricariidae, Gymnotiformes e Cichlidae. Nas espécies com fertilização interna, dois modos distintos ocorreram dentre as espécies coletadas no rio Macaé. No primeiro deles, a fertilização ocorre internamente seguida da liberação do ovo, que se desenvolve externamente; observada nos Auchenipteridae *T. striatulus* e *G. melanopterum*. Embora não tenha sido atestada a presença de espermatozoides no trato genital feminino, os registros para a família, na literatura científica, apontam este como o processo reprodutivo para o grupo (von Ihering, 1937; Breder & Rosen, 1966; Meisner et al., 2000). No segundo, ocorre a fertilização

dos ovócitos internamente mas o desenvolvimento do embrião segue por completo no corpo da fêmea. Quando concluído o desenvolvimento, a fêmea libera a prole, que já apresenta capacidade de se alimentar e deslocar por conta própria. Espécies como *P. cf. caudimaculatus* e *P. vivipara* foram os representantes deste modo reprodutivo. A vantagem para espécies com este tipo de fertilização dá-se pela não obrigatoriedade da presença do macho no momento da fecundação do ovócito, uma vez que houve a transferência dos espermatozóides para o interior da fêmea. Para os Poeciliidae há registro de viabilidade dos espermatozóides por até 10 meses (Vazzoler, 1996). Em eventos com perda de indivíduos da população, como chuvas intempestivas características do trecho alto do rio Macaé, fêmeas que realizaram cópulas com os machos antes destes episódios poderiam continuar gerando a progênie independente da presença de machos por um período.

Para peixes com fecundação externa, importantes registros foram alcançados. No caso dos Loricariidae, foi observado um macho de *Rineloricaria* sp.1 cuidando da desova, dentro da cavidade formada em um tronco. Uma outra desova foi localizada em uma calha de ferro que se apoiava ao fundo do rio, mas neste caso não foi possível capturar o macho. Nas duas situações, a desova estava disposta na porção sem contato com o fundo do rio, o que evita a abrasão pelo sedimento que é carregado junto ao leito do rio. Nesta espécie, machos apresentam dimorfismo sexual acentuado no período reprodutivo. Odontódeos hipertrofiados se desenvolvem nas laterais da cabeça e do corpo, e na face superior da nadadeira peitoral. A utilização destas projeções deve estar associada ao contato no momento da corte. O macho pode empregar também o firme movimento que apresenta, deslocando a nadadeira peitoral em direção à cabeça para executar um abraço nupcial. Outra espécie do gênero, *Rineloricaria* sp.2, também apresentou odontódeos hipertrofiados no corpo, mas nesta espécie, se restringiram à cabeça e nadadeiras peitorais. Este padrão de desova em cavidade apresenta correspondência na literatura (Balon, 1975; Moodie & Power, 1982; Cruz & Langeani, 2000), conforme registrado nos capítulo 3.3. Para outro Loricariidae, *Neoplecostomus microps*, as observações no rio Macaé foram as primeiras registradas para uma espécie do gênero. O sítio reprodutivo foi encontrado em pedras no trecho de corredeira e foi verificado o dimorfismo sexual na região genital entre os sexos e na projeção epidérmica junto ao espinho da nadadeira peitoral dos machos (Capítulo 3.2).

No caso das espécies que desovam nas massas de água e que não apresentam cuidado parental, a alteração no traçado original do rio Macaé parece estar afetando aquelas que dependem da dinâmica dos pulsos de inundação na planície. Com a retificação do rio Macaé, as águas correm em um canal mais profundo e suas várzeas foram drenadas para plantação de monoculturas ou para formação de pastagens para criação de bovinos. Em grande parte do trecho de planície não há vegetação marginal. A pastagem que serve de forragem ao gado invade as barrancas, e por fim chega até a água. Ovos e larvas em deriva não têm onde completar o desenvolvimento em um lugar que não seja a margem. Prova disso foi a elevada captura de larvas na margem nas localidades retificadas, RM11 e RM12 e um número inexpressivo em deriva. Uma maior predação pode estar ocorrendo nesse processo de deriva e os sítios desfavoráveis ao desenvolvimento podem estar contribuindo para a baixa densidade de algumas espécies neste trecho.

Não só espécies que dependem da sazonalidade dos pulsos de inundação apresentaram respostas negativas ao impacto. Foram também verificadas diferenças no investimento reprodutivo das duas espécies de Hypoptopomatinae, espécies características de ambiente marginal que ocorrem no segmento de planície. No trecho retificado, o recrutamento foi deficiente se comparado ao trecho em que o rio segue seu curso natural. As alterações em função da velocidade da água e do tipo de substrato para postura podem estar atuando como fatores limitantes. O percurso meândrico proporciona velocidades distintas nas margens e disponibiliza sítios heterogêneos onde as condições de desenvolvimento para cada espécie são mais favoráveis. A presença de um extenso canal retilíneo pode resultar em um aumento da velocidade da água, o que, associado ao desmatamento ciliar, leva a uma ampliação do processo erosivo.

Outro agravante para a biota aquática do rio Macaé diz respeito às introduções dos exóticos *Clarias gariepinus* e *Oncorhynchus mykiss*. Duas outras espécies exóticas não foram amostradas, mas foram citadas por ribeirinhos para o trecho inferior: tilápia, provavelmente *Tilapia rendalii* e pacu *Piaractus mesopotamicus*. Acredita-se que a espécie por eles chamada de tilápia corresponda a *T. rendalii* pois esta espécie amplamente distribuída em drenagens pelo Brasil, e presente em localidades próximas ao rio Macaé, nas lagoas Imboassica e Carapebus (Caramaschi et al., 2004).

Embora não tenha sido verificada a presença de peixes na dieta de *O. mykiss* (Almeida, 2006), não é descartada a possibilidade desta espécie preda larvas ou juvenis de peixes em deriva. Como observado no presente estudo, juvenis de *P. caudimaculatus* e uma larva de *N. microps* foram amostradas em deriva. Por ser uma espécie generalista-oportunista que se posiciona junto aos trechos de corredeira predando itens em deriva (Almeida, 2006), *O. mykiss* poderia se beneficiar destes indivíduos, que, com reduzida capacidade natatória são carreados das margens para as regiões de maior corrente no rio onde as trutas se posicionam.

Da mesma forma, a predação de larvas, juvenis e espécies de menor porte pelo bagre-africano ocorre no trecho baixo (Miriam Albrecht, com. pess.). É conhecido como um predador voraz com hábitos generalistas, que se alimenta de peixes, moluscos, insetos, crustáceos e aves (Barua et al., 2001; Yalçin et al., 2001; Mili & Teixeira, 2006; Vitule et al., 2006). Em uma drenagem do Estado do Espírito Santo, Mili & Teixeira (2006) observaram na dieta de *C. gariepinus* exemplares de espécies dos gêneros *Astyanax* e *Parotocinclus*, e de uma mesma espécie que compõem a fauna do rio Macaé, *P. vivipara*. Para *Tilapia rendalli*, a competição por sítios reprodutivos com espécies nativas não ocorreria, uma vez que a espécie apresenta incubação oral (Breder & Rosen, 1966). Por outro lado, não é descartada a possibilidade de haver competição por outros recursos.

Embora na bacia do rio Macaé existam áreas de proteção que preservam as condições necessárias à manutenção das diferentes estratégias reprodutivas registradas para a ictiofauna, existem, por outro lado, projetos que podem representar ameaças a essa diversidade. Empreendimentos hidrelétricos vêm sendo projetados para o rio Macaé em Lumiar e Quartéis e um em Glicério, mas este no tributário da margem esquerda, o rio São Pedro. A construção de hidrelétricas acarretam o represamento do rio, com conseqüente inundação das margens e a transformação do trecho lótico em lântico. Os parâmetros físico-químicos da água, disponibilidade de alimento e sítios reprodutivos são alterados e substituídos por outros que favorecem espécies pré-adaptadas, como sobejamente documentado para outras bacias hidrográficas brasileiras (Agostinho et al., 1992; Agostinho et al., 1994; Oliveira & Lacerda, 2004). Duas hidrelétricas estão previstas para o trecho médio do rio Macaé, onde existe uma fauna intimamente associada ao ambiente de corredeira, como *Characidium* sp. e *N. microps*. Este último, como visto no capítulo 3.2, apresenta uma especificidade quanto ao sítio de postura dos ovos e o ambiente

que ocupa nas distintas fases de vida. Ambas as espécies serão provavelmente deslocadas e ficarão restritas a tributários e a montante.

Um barramento na região de planície próximo à localidade de Ponte do Baião, previsto na década de 70 do século passado não foi executado. Sua construção estaria relacionada à regularização do fluxo do rio e irrigação (SEMADS, 1999). Caso esta obra houvesse sido concretizada, juntamente com a retificação, um trecho muito curto de rio estaria disponível para espécies migradoras, como *Leporinus copelandii* e *Prochilodus vimboides*, e o acesso às áreas de várzea estaria severamente reduzido.

A notável diversidade de padrões reprodutivos em peixes sempre atraiu a atenção de pesquisadores. Tipos de fertilização, desenvolvimento larval e cuidado parental são algumas das variáveis. A maioria das espécies de peixes são não-guardadores, que espalham um grande número de pequenos ovos com pouco vitelo nas massas d'água. Este estilo reprodutivo parece ser a condição reprodutiva mais ancestral em peixes e está de acordo com a teoria mais plausível para a origem dos cordados (Balon, 1984). O processo evolutivo da reprodução de peixes parte deste comportamento de espalhar os ovos a ocultá-los, e de guardar a prole em um sítio a carregá-la sobre ou dentro do corpo dos pais (Balon, 1975). Dessa forma, espécies que apresentam ovos com maior quantidade de vitelo, garantindo maior suprimento de energia endógena, refletem maior especialização (Balon, 1990).

A heterogeneidade de ambientes permitiu a ocorrência de estilos reprodutivos distintos ao longo do curso do rio Macaé, o que segundo Wootton (1984) conta ainda com os atributos morfológicos e a filogenia da ictiofauna. Dentre as espécies que desovam nas massas de água, chama a atenção a presença de espécies migradoras que ocorrem no trecho de planície. O rio Macaé difere do padrão de riachos encontrados na drenagem do Atlântico Leste pelo segmento de rio com zona de inundação. Espécies como *L. copelandii* e *P. vimboides* desovam nas massas de água, e ovos e larvas derivam a procura de sítios favoráveis ao desenvolvimento. Referências para espécies migradoras que também desovam na calha de rios com planície de inundação são registradas em grandes bacias hidrográficas brasileiras (Rosa-Jr. & Schubart, 1945; Godoy, 1954; Godoy, 1976; Agostinho et al., 2003; Sato & Godinho, 2003). Normalmente, estas espécies de maior porte apresentam grande importância no comércio de pescado em muitas regiões.

Outro grupo é representado por espécies que apesar de não desovarem em “substrato aberto”, podem apresentar suas larvas em processo de deriva. São espécies que mostram ovos com diferentes graus de adesividade. Estes ovos são depositados na vegetação marginal após a eclosão a larva, ou até mesmo processos de remoção dos ovos pela força da corrente, podem entrar em processo de deriva. As espécies de *Astyanax* do rio Macaé parecem ocupar este posto. Larvas de espécies deste gênero foram encontradas tanto em deriva, bem como na margem. A deriva destas formas iniciais de desenvolvimento no rio Macaé parece ser interrompida pela vegetação sobre a água, mudanças na direção do fluxo conduzindo a um local que sirva de refúgio e trechos com reduzida velocidade, onde larvas com capacidade natatória alcançam um refúgio.

Para *Astyanax* cf. *intermedius*, curtos deslocamentos reprodutivos parecem ocorrer na porção alta do rio Macaé. O registro para a espécie na localidade RM3 se deu nos meses de setembro e novembro com fêmeas em atividade reprodutiva, acompanhadas por larvas e juvenis apenas no mês de novembro. Esta presença pontual em conjunto com formas iniciais de desenvolvimento e juvenis leva a crer que esta espécie é capaz de realizar curtas migrações reprodutivas à procura de sítios favoráveis à desova.

Para os Corydoradinae, representados pelas espécies do gênero *Corydoras* e *Scleromystax*, após o processo de fecundação dos ovócitos na bolsa formada pelas nadadeiras pélvicas (Kohda et al., 1995), os ovos provavelmente são depositados na vegetação marginal. O desenvolvimento parece ocorrer neste ambiente, e após a eclosão as larvas devem permanecer nas proximidades, pois estas espécies estiveram freqüentemente associadas a locais de menor velocidade da água. Nenhuma larva ou juvenil de espécies desta subfamília foi coletada em deriva, o que corrobora esta hipótese.

Um dos poucos registros de comportamento reprodutivo para a família Crenuchidae diz respeito à espécie *Characidium fasciatum*. Na coletânea de modos reprodutivos realizada por Breder & Rosen (1966), há uma discordância quanto à posição onde os ovos são depositados nas plantas. Um dos autores por eles citado afirma que os ovos são depositados em moitas de plantas junto ao fundo sem cuidado parental, enquanto outro descreve a desova ocorrendo em plantas próximas à superfície. Em função do hábito de vida, alimentar e observações subaquáticas de

Characidium sp., a probabilidade da desova ocorrer em plantas junto ao fundo é maior que na superfície.

Uma espécie com comportamento totalmente distinto dos aqui observados é registrado na literatura científica para *O. mykiss*, que oculta a desova sob o cascalho. Nesta espécie, a fêmea escava o ninho no cascalho. Este processo pode demorar até dois dias. Um ritual de acasalamento ocorre antes do macho e fêmea liberarem os gametas no fundo do ninho construído, que é posteriormente coberto novamente por cascalho (referências em Breder & Rosen; Balon, 1975). Embora tenham ocorrido tentativas fracassadas para localização dos sítios de postura da truta arco-íris, este modo reprodutivo de salmonídeos é bem documentado na literatura e é esperado que, mesmo em um ambiente fora de sua distribuição natural, deva continuar ocorrendo. Alevinos foram observados nos mergulhos subaquáticos e alguns indivíduos foram coletados.

A colonização das regiões de maior altitude por espécies de menor porte no rio Macaé ocorreu acompanhada do cuidado com a prole e o maior investimento no tamanho do ovo. Estas características evitam a predação de ovos/larvas e demandam maior energia endógena para as larvas suportarem períodos de restrição alimentar, mas vem acompanhada de uma fecundidade absoluta baixa (Nikolsky, 1963; Balon, 1975). Para Wootton (1990), esta é uma tendência evolutiva, onde há uma diminuição do tamanho do ovo para maximizar a fecundidade, que tende ser inversamente proporcional (Blaxter, 1969; Marsh, 1986). A fecundidade absoluta baixa é uma característica entre peixes de habitats oligotróficos (Coburn, 1986) e daqueles que apresentam um maior investimento parental, uma vez que ocorre um incremento no investimento por parte do(s) pai(s), aumentando a chance de sobrevivência da prole (Nikolsky, 1963; Balon, 1975; Suzuki et al., 2000).

As distinções no tempo reprodutivo observadas entre os Loricariidae no trecho alto podem estar relacionadas ao fato do rio Macaé apresentar características oligotróficas. Algumas espécies mostraram sazonalidade reprodutiva (*H. punctatus* e *N. microps*) enquanto outras não (*S. guntheri*, *Rineloricaria* sp.1 e *Rineloricaria* sp.2). A maior produtividade no ambiente durante o período chuvoso e a ampliação dos sítios marginais, onde as larvas rumam após a eclosão (Capítulo 3.1), possibilitam a ocupação destes espaços por todas as espécies, provavelmente reduzindo a competição por refúgio e sítio trófico, se compararmos com a mesma situação no período de estiagem.

Para os Heptapteridae *R. quelem* e *P. lateristriga*, evidências apontam para que a desova ocorra no fundo do rio. Segundo Amaral et al. (1998), *Pimelodella pappenheimi* procura as raízes e folhas no fundo do rio para se ocultar no período chuvoso, o que também pode representar o seu sítio reprodutivo. Godinho et al. (1978) sugerem que a reprodução de *Rhamdia hilarii* ocorra em ambientes não turbulentos devido às características dos ovos que são demersais, livres e com espaço perivitelino reduzido. Os ovos de *R. quelem* também são livres e com espaço perivitelino reduzido conforme Sato et al. (2003). O curto período de embriogênese e a elevada fecundidade (Sato et al., 2003) podem estar relacionados a uma elevada predação de seus ovos que depositados nestes locais de pouca corrente.

Embora não tenha sido registrado durante mergulhos no rio Macaé, na literatura existem registros para outros grupos que dispensam cuidado com a prole, como Perciformes (Cichlidae), Gymnotiformes e Erythrinidae. Os Cichlidae, por exemplo, procuram estruturas como pedras, troncos ou superfícies lisas para desovar. Primeiramente limpam a região escolhida, para em seguida realizar a liberação dos gametas. Ao eclodir, os pais carregam as larvas para um local seguro e as protegem (Fontenele, 1951; Breder & Rosen, 1966). As glândulas adesivas localizadas na porção superior da cabeça das larvas (Nakatani et al., 2001; Kunz, 2004) têm importante papel quando estas larvas são transportadas para a vegetação ou ninhos localizados no fundo do rio pois auxiliam na fixação ao substrato ou até mesmo a outras larvas.

Para os Gymnotiformes também é registrado o comportamento parental com a desova em ninho cuidada apenas pelo macho. Crampton & Hopkins (2005), encontraram ninhos de *Gymnotus mamiraua* em meio a um emaranhado de raízes na vegetação flutuante, e para *G. carapo* em depressões no substrato e também junto a raízes de macrófitas aquáticas. Além deste cuidado com a desova, Kirschbaum & Schugardt (2002) registram 250 larvas de aproximadamente 15 mm sendo carregadas na boca por um macho de *G. carapo*. *Sternopygus macrurus* também mostra cuidado parental pelo macho, quando guarda os ovos (Kirschbaum & Schugardt, 2002). Para os gêneros *Eigenmannia* e *Apteronotus* é relatada apenas a escolha do substrato de postura que é feita entre folhas de plantas flutuantes e em pequenos buracos e fissuras, respectivamente (Kirschbaum & Schugardt, 2002). A partir das evidências apontadas, acredita-se que *G. pantherinus*, como outras espécies do gênero, dispensem cuidado com a prole.

Um equívoco na literatura fica a cargo de Hoedeman (1956 apud Breder & Rosen, 1966) que atribui viviparidade a *G. carapo*, uma vez que durante o transporte de algumas fêmeas da espécie “nasceram” 27 jovens com aproximadamente 30 mm. Como registrado por Kirschbaum & Schugardt (2002), machos desta espécie carregam as larvas na boca, ficando o equívoco duplamente qualificado quando assume a viviparidade para espécie e que transportava fêmeas, quando pelo menos um macho estava dentre os espécimes.

Erythrinidae corresponde à única família de Characiformes do rio Macaé com representantes que dispensam cuidado parental, pelo menos dentre os que foram amostrados e até onde vai o conhecimento acerca das espécies registradas. As espécies do gênero *Hoplias* e *Hoplerythrinus* constroem ninhos em locais de pouca profundidade e pouca correnteza. O substrato é escavado com o auxílio das nadadeiras e na cavidade formada ocorre a liberação dos gametas e fecundação (Azevedo & Gomes, 1943). Depressões naturais nas margens podem ser utilizadas como sítio para depositar os ovos, até mesmo buracos feitos pelos cascos de animais domésticos quando entram na água para dessedentar (Paiva, 1974). Não há dúvidas acerca do cuidado exercido nas espécies desta família, mas há registros que apontam apenas para cuidado do macho (Breder & Rosen, 1966) e outros em que o cuidado pode ser feito pelos dois sexos (Sato et al., 2003; Prado et al., 2006). O ninho é defendido agressivamente contra invasores. Dentre as espécies desta família, apenas o macho de *H. unitaeniatus* apresenta caráter sexual externo, uma marca, semelhante a uma cicatriz de operação pouco acima do poro genital (Azevedo, 1939 apud Paiva, 1974).

Espécies que carregam a prole fora do corpo ou no interior são, segundo Balon (1975), aquelas que apresentam o modo reprodutivo mais especializado. Dentre aquelas que carregam a prole até o momento da liberação para o ambiente, o local para a gestação ocorrer deve ser compartimentalizado do resto do corpo da mãe para manter um ambiente apropriado para o desenvolvimento do embrião e protegê-lo do sistema imune materno, assim como permitir trocas metabólicas entre o embrião e a mãe (Grove & Wourms, 1994). Nesta categoria se incluem as espécies da família Poeciliidae, *P. cf. caudimaculatus* e *P. vivipara*. Estas características para uma espécie de pequeno porte são fundamentais quando ocupam ambientes instáveis, como é o caso de *P. cf. caudimaculatus*. Um dos

principais motivos para o sucesso na sua ocupação das zonas mais elevadas do rio Macaé certamente pode ser creditado à viviparidade.

Três outras espécies fazem parte desta categoria. Duas referentes aos Auchenipteridae *G. melanopterum* e *T. striatulus*, que desempenham papel de espécies ovíparas. Apresentam fertilização interna (von Ihering, 1937; Breder & Rosen, 1966; Meisner et al., 2000), e num segundo momento realizam a postura dos ovos junto à vegetação marginal. Acredita-se este seja o sítio onde os ovos são depositados, pois este foi o local onde foi encontrado o maior número de larvas de *G. melanopterum*.

Uma única espécie carregadora de ovos foi registrada. Machos de *M. lineatus* com ovos na bolsa abdominal estiveram presentes na porção baixa do rio Macaé. O cuidado parental através de incubação dos ovos na bolsa ventral dos machos é característico da família Syngnathidae, podendo esta bolsa ser aberta, sem proteção, como no caso de *M. lineatus*, ou fechada em outras espécies (Miranda-Marure et al., 2003; Kvarnemo & Simmons, 2004).

Como registrado anteriormente, há uma carência de informações acerca dos processos envolvidos em ambiente natural para muitas espécies de peixes de Mata Atlântica. Algumas das espécies aqui registradas não apresentam na literatura registro acerca de parâmetros envolvidos no processo reprodutivo (e.g. sítio reprodutivo e cuidado parental), bem como ocorreram em baixas densidades no rio Macaé. O ambiente ocupado durante o ciclo vital pode fornecer indícios de seus atributos reprodutivos, e se comparado a espécies que utilizam o mesmo tipo de ambiente com requerimentos semelhantes, importantes relações podem ser estabelecidas.

De acordo com os modos reprodutivos de Balon (1975), são propostos os seguintes agrupamentos para as espécies do rio Macaé:

Não Guardadores

- Espécies que desovam em substrato aberto
 - Pelágicos: *L. copelandii*, *P. vimboides*
 - Fitófilos: *A. leptos*, *A. gr. bimaculatus*, *A. cf. intermedius*, *A. giton*, *Astyanax* sp.2, *Characidium* sp., *C. gilbert*, *H. notatus*, *M. parahybae*, *O. hepsetus*, *P. maculicauda*, *R. transfasciatus*, *S. guntheri*, e *T. alternatus*
 - Litopelagófilos: *P. lateristriga* e *R. quelem*

- Espécies que ocultam a prole
 - Litófilo: *O. mykiss*

Guardadores

- Espécies que desovam em ninhos
 - Litófilos: *A. facetum*, *C. lacustris*, *G. brasiliensis*
 - Fitófilos: *C. gariepinus*, *Eigenmannia* sp. e *G. pantherinus*
 - Cavidades: *E. pisonis*, *H. punctatus*, *N. microps*, *Rineloricaria* sp.1, *Rineloricaria* sp.2
 - Polífilos: *H. unitaeniatus*, *H. malabaricus* e *H. cf. lacerdae*

Carregadores

- Carregadores externos
 - Transferem os ovos: *C. nattereri*, *S. barbatus*, *S. prionotus*
 - Carregam a prole em bolsa: *M. lineatus*
- Carregadores internos
 - Facultativos: *T. striatulus* e *G. melanopterum*
 - Obrigatórios: *P. cf. caudimaculatus* e *P. vivipara*

Foi verificado neste trabalho que a fisiografia e as mudanças nos parâmetros abióticos ocorrem ao longo do gradiente amostrado do rio Macaé. A regulação da reprodução na maioria das espécies de peixe mostrou-se relacionada às variações sazonais, representando um importante atributo desencadeador do processo reprodutivo. A escolha pelo período com maiores valores pluviométricos parece estar relacionada à maior produtividade do sistema, onde há uma maior disponibilidade de recursos e microhabitats. As demais espécies respondem à sazonalidade exibindo um período reprodutivo prolongado como estratégia para garantir reposição em populações sujeitas a eventos de desestruturação imprevisível do hábitat, comuns em rios serranos.

5. PERSPECTIVAS

Embora seja uma das principais bacias hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro, a bacia do rio Macaé passou despercebida por muitos pesquisadores durante anos. Segundo MMA (2000), é uma das bacias que ocupa a região com maior taxa de endemismo para peixes de Mata Atlântica. O seu conhecimento pode não ocorrer na totalidade em função da descaracterização que a bacia vem sofrendo, de forma mais intensa desde a segunda metade do último século. Espécies podem ter sido extintas sem haver o registro, uma vez que não existem dados pretéritos acerca da biodiversidade.

O presente estudo traz importantes contribuições acerca da biologia reprodutiva de espécies de Mata Atlântica, e quiçá de espécies endêmicas à bacia como *Rineloricaria* sp.1 e *Rineloricaria* sp.2. Apesar disso, algumas informações carecem de refinamento e outras devem ser buscadas para melhor entendimento dos processos envolvidos na reprodução dos peixes do rio Macaé, bem como para sua conservação. São eles:

- Estudos de comportamento reprodutivo a longo prazo: estes estudos devem envolver atividades de campo como também em laboratório. A criação em cativeiro de espécies de pequeno-médio porte pode desvendar particularidades não observados em campo. A reprodução destas espécies em cativeiro pode preencher uma lacuna quando se trata das formas iniciais de desenvolvimento, um tema pouco representado para espécies de Mata Atlântica.

- Estudos envolvendo componentes bióticos no processo reprodutivo: foram abordadas na tese apenas as variáveis abióticas. Não é descartada a possibilidade da atuação de fatores bióticos dentro do processo reprodutivo. A determinação de componentes bióticos, como avaliação da disponibilidade de recursos e potenciais relações predador-presa nos diferentes meso e microhabitats devem ser investigadas em futuros estudos.

- Estudos direcionados às espécies exóticas: a presença destas espécies no rio Macaé coloca em risco toda a fauna aquática. Um estudo específico para estas espécies é fundamental para verificar o grau de estabelecimento (Almeida, 2006), e seu potencial de invasão.

- Utilizar as informações geradas pela academia na gestão da bacia do rio Macaé: como abordado no corpo da tese, empreendimentos estão sendo implementados e outros são iminentes. Importantes informações disponibilizadas devem servir de ferramenta no processo de gestão dos recursos hídricos do Macaé.

- Atividades de educação ambiental: promover junto à população da bacia do rio Macaé atividades de educação ambiental mostrando a importância e os benefícios da preservação dos remanescentes florestais e da biota associada.

REFERÊNCIAS

- Adams, P.B. 1980. Life history patterns in marine fishes and their consequences for fisheries management. **Fish. Bull.**, 78(1): 1-12.
- Agostinho, A.A. & Zalewski, M. 1996. A planície alagável do alto rio Paraná: importância e preservação. EDUEM, Maringá. 100 p.
- Agostinho, A.A.; Gomes, L.C.; Suzuki, H.I. & Júlio Jr., H.F. 2003. Migratory fishes of the upper Paraná River Basin, Brazil. In: Carosfeld, J.; Harvey, B.; Ross, C. & Baer, A. (eds.). **Migratory fishes of South America**. IDRC & Word Bank. Pp: 19-98.
- Agostinho, A.A.; Julio-Jr., H.F. & Borghetti, J.R. 1992. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de caso: reservatório de Itaipu. **Revista Unimar**, 14 (supl.): 89-107.
- Agostinho, A.A.; Julio-Jr., H.F. & Petrere-Jr., M. 1994. Itaipu reservoir (Brazil): impacts of the impoundment on the fish fauna and fisheries. Pp. 171-184. In: Cowx, I.G. (Org.). **Rehabilitation of freshwater fisheries**. Fishing News Books.
- Agostinho, A.A.; Narahara, M.Y. & Godinho, H. 1982. Morfologia dos ovários de *Plecostomus commersonii* (Valenciennes, 1840) Osteichthyes-Loricariidae: Desenvolvimento dos ovócitos e escala de maturidade. **Rev. Brasil. Biol.**, 42: 71-77.
- Albrecht, M.P. 2005. Estrutura trófica da ictiofauna do rio Tocantins na região de influência da usina hidrelétrica Serra da Mesa, Brasil Central. Tese (Instituto de Biologia, Departamento de Ecologia, UFRJ). 194 p.
- Allan, J.D. 1995. Stream Ecology: structure and function of running waters. Chapman & Hall, London. 388 p.
- Almeida, H.L. 2006. Introdução da truta arco-íris *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) no Rio Macaé, Nova Friburgo (RJ): histórico, estrutura populacional, reprodução e dieta. Dissertação (Instituto de Biologia, Departamento de Ecologia, UFRJ).
- Alves, C.B.M.; Vono, V. & Vieira, F. 1999. Presence of the walking catfish *Clarias gariepinus* (Burchell) (Siluriformes, Clariidae) in Minas Gerais State hydrographic basins, Brazil. **Rev. bras. Zool.**, 16: 259-263.
- Amaral, M.F.; Aranha, J.M.R. & Menezes, M.S. 1998. Reproduction of the freshwater catfish *Pimelodella pappenheimi* in Southern Brazil. **Stud. Neotrop. Fauna & Environm.**, 33: 106-110.
- ANA. 2006. **Agência Nacional de Águas**. Disponível em <http://www.ana.gov.br/>. Acesso em 31/08/2006.
- ANEEL. 2006. **Agência Nacional de Energia Elétrica – Bacias**. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/>. Acesso em 11/08/2006.

Angermeier, P.L. & Karr, J.R. 1983. Fish communities along environmental gradients in a system of tropical streams. **Environ. Biol. Fishes**, 9(2): 117-135.

Antoniutti, D.M.; Ranzani-Paiva, M.J.T.; Godinho, H.M. & Paiva, P. 1985. Peso total/comprimento total, crescimento e idade do cascudo *Plecostomus albopunctatus* Regan, 1908 (Osteichthys, Loricariidae) do Rio Jaguari, São Paulo, Brasil. **Bol. Inst. Pesca**, 12: 105-120.

Aquino, A.E. 1994. Secondary sexual dimorphism of the dermal skeleton in two species of the hypoptopomatine genus *Otocinclus* (Siluriformes: Loricariidae). **Ichthyol. Explor. Freshwaters**, 5(3): 217-222.

Aranha, J.M.R.; Takeuti, D.F. & Yoshimura, T.M. 1998. Habitat use and food partitioning of the fishes in the Mergulhão Stream (coastal stream of Atlantic Forest, Brazil). **Revista de Biología Tropical**, 46(4): 951-959.

Araújo, F.G.; Andrade, C.C.; Santos, R.N. & Santos, A.F.G.N. 2005. Spatial and seasonal changes in the diet of *Oligosarcus hepsetus* (Characiformes, Characidae) in a Brazilian reservoir. **Rev. Brasil. Biol.**, 65(1): 1-8.

Araújo, F.G.; Fichberg, I. & Duarte, S. 1998. Ciclo reprodutivo de *Loricariichthys spixii* (Steindachner, 1882)(Pisces – Loricariidae) na represa de Ribeirão das Lajes, RJ. **Acta Biológica Leopoldensia**, 20(2): 309-318.

Araújo-Lima, C.A.R.M. & Oliveira, E.C. 1998. Transport of larval fish in the Amazonas. **J. Fish Biol.**, 53(suppl. A): 297-306.

Araújo, R.B. & Garutti, V. 2002. Biologia reprodutiva de *Aspidoras fuscoguttatus* (Siluriformes, Callichthyidae) em riacho de cabeceira da bacia do alto rio Paraná. **Iheringia, Sér. Zool.**, 92(4): 89-98.

Arias, A. & Reznick, D. 2000. Life history of *Phalloceros caudimaculatus*: a novel variation on the theme of livebearing in the Family Poeciliidae. **Copeia**, 3: 792-798.

Armbruster, J.W. 2004. Phylogenetic relationships of the suckermouth armoured catfishes (Loricariidae) with emphasis on the Hypostominae and the Ancistrinae. **Zoological Journal of the Linnean Society**, 141: 1-80.

Arratia, G.A. 1983. Preferencias de habitat de peces Siluriformes de aguas continentales de Chile (Fam. Diplomystidae y Trichomycteridae). **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, 18(4): 217-237.

Axelrod, H.R. & Burgess, W.E.; Pronek, N. & Walls, J.G. 1997. **Dr. Axelrod's Atlas of Freshwater Aquarium Fishes**. TFH. 9ª Ed. 1152 p.

Azevedo, M.A.; Malabarba, L.R. & Fialho, C.B. 2000. Reproductive biology of the inseminating Glandulo-caudinae *Diapoma speculiferum* Cope (Teleostei: Characidae). **Copeia**, 4: 983-989.

Azevedo, P. 1938. O cascudo dos açudes nordestinos *Plecostomus plecostomus*. **Arquivos do Instituto Biológico**, 9: 211-224.

Azevedo, P. & Gomes, A.L. 1943. Contribuição ao estudo da biologia da traíra *Hoplias malabarica* (Bloch, 1794). **Bolm. Ind. Anim.**, 5(4): 15-64.

Balon, E.K. 1975. Reproductive guilds of fishes: a proposal and definition. **J. Fish. Res. Board. Can.**, 32(6): 821-864.

Balon, E.K. 1984. Patterns in the evolution of reproduction styles in fishes. Pp: 35-53. In: Potts, G.W. & Wootton, R.J. (eds.). **Fish Reproduction: strategies and tactics**. London. Academic Press.

Balon, E.K. 1990. Epigenesis and na epigeneticist: the development of some alternative concepts on the early ontogeny and evolution of fishes. **Guelph Ichthyology Reviews**, 1: 1-48.

Barbieri, G. & Barbieri, M.C. 1982. Fecundidade e tipo de desova de *Gymnotus carapo* (Linnaeus, 1758) na represa do Lobo, Estado de São Paulo (Pisces, Gymnotidae). **J. Bras. Ci.**, 2(7): 25-29.

Barreto, A.P. & Aranha, J.M.R. 2005. Assembléia de peixes de um riacho da Floresta Atlântica: composição e distribuição espacial (Guaraqueçaba, Paraná, Brasil). **Acta Biol. Sci.**, 27(2): 153-160.

Barua, S.P.; Khan, M.M.H. & Reza, A.H.M.A. 2001. The status of alien invasive species in Bangladesh and their impact on the ecosystems. Pp. 1-8. Balakrishna (Ed.). **Report of Workshop on Alien Invasive Species, GBF-SSEA**. Colombo IUCN Regional Biodiversity Programme, Asia, Colombo, Sri Lanka.

Basile-Martins, M.A.; Godinho, H.M.; Fenerich, N.A. & Bramley-Barker, J.M. 1975. Influência de fatores abióticos sobre a maturação dos ovários de *Pimelodus maculatus* Lac. 1803 (Pisces, Siluroidei). **Bol. Inst. Pesca**, 4(1): 1-28.

Baumgartner, G.; Nakatani, K.; Cavicchioli, M. & Baumgartner, M.S.T. 1997. Some aspects of the ecology of fish larvae in the floodplain of the High Paraná River, Brazil. **Revta. bras. Zool.**, 14(3): 551-563.

Baumgartner, G.; Nakatani, K.; Gomes, L.C.; Bialetzki, A.; Sanches, P.V. & Makrakis, M.C. 2004. Identification of spawning sites and natural nurseries of fishes in the upper Paraná River, Brazil. **Env. Biol. Fishes**, 71: 115-125.

Bazzoli, N. & Godinho, H.P. 1991. Reproductive biology of the *Acestrorhynchus lacustris* (Reinhardt, 1874) (Pisces: Characidae) from Três Marias Reservoir, Brazil. **Zool. Anz.**, 226(5/6): 285-297.

Bennemann, S.T.; Orsi, M.L. & Shibata, O.A. 1996. Atividade alimentar de espécies de peixes do rio Tibagi, relacionada com o desenvolvimento de gordura e das gônadas. **Rev. bras. Zool.**, 13: 501-512.

Beyer, J.E. 1989. Recruitment stability and survival – simple size-specific theory with examples from the early life dynamics of marine fish. **Dana**, 7: 45-147.

Bizerril, C.R.S.F. & Primo, P.B.S. 2001. **Peixes de águas interiores do Estado do Rio de Janeiro**. SEMADS, Rio de Janeiro. 417 p.

Blaxter, J.H.S. 1969. Development: eggs and larvae. p. 177-252. In: Hoar, W.S. & Randall, D.J. (eds). **Fish Physiology**. Vol. 3. Academic Press, London.

Blumer, L.S. 1979. Male parental care in the bony fishes. **Quart. Ver. Biol.**, 54: 149-161.

Böhlke, J.; Weitzman, S.H. & Menezes, N.A. 1978. Estado atual da sistemática de peixes de água doce da América do Sul. **Acta Amazônica**, 8(4): 657-677.

Braga, R. 1952. Ninhos de tucunarés *Cichla temensis* Humboldt e *Cichla ocellaris* Bloch & Schneider. **Rev. Brasil. Biol.**, 12: 273-278.

Braun, A.S.; Milani, P.C.C. & Fontoura, N.F. 2003. Registro de introdução de *Clarias gariepinus* (Siluriformes, Clariidae) na Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biociências**: 11: 101-102.

Breder, C.M. Jr. & Rosen, D.E. 1966. **Modes of reproduction in fishes**. TFH Publ., Neptune City.

Brito, M.F.G. & Bazzoli, N. 2003. Reproduction of the surubim catfish (Pisces, Pimelodidae) in the São Francisco River, Pirapora region, Minas Gerais, Brazil. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, 55(5): 624-633.

Britski, H.A. & Garavello, J.C. 2003. *Hisonotus inesperatus*: new species, from the upper Rio Paraná Basin (Pisces: Ostariophysi: Loricariidae). **Copeia**, 3: 588-593.

Britto, M.R.; Lima, F.C.T. & Santos, A.C.A. 2005. A new *Aspidoras* (Siluriformes: Callichthyidae) from rio Paraguaçu basin, Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, 3(4): 473-479.

Britz, R.; Kischbaum, F. & Heyd, A. 2000. Observations on the structure of larval attachment organs in three species of gymnotiforms (Teleostei: Ostariophysi). **Acta Zoologica**, 81: 57-67.

Britzki, H.A. & Garavello, J.C. 2003. *Hisonotus inesperatus*: new species, from the Upper Rio Paraná Basin (Pisces: Ostariophysi: Loricariidae). **Copeia**, 3: 588-593.
Buck & Sazima, 1995

Buck, S. & Sazima, I. 1995. Na assemblage of mailed catfishes (Loricariidae) in southeastern Brazil: distribution, activity, and feeding. **Ichyol. Explor. Freshwaters**, 6(4): 325-332.

Buckup, P.A. 1998. Biodiversidade de peixes de Mata Atlântica. p. 2-8. *In: Base de Dados Tropical (ed.) Padrões de Biodiversidade da Mata Atlântica do Sudeste e Sul do Brasil*. Disponível em: <http://www.bdt.fat.org.br/workshop/mata.atlantica/SE-S/peixes>. Acesso em 12 mar. 2004.

Buckup, P.A. 2007. Família Loricariidae: Neoplecostominae. Pp. 82. *In: Buckup, P.A.; Menezes, N.A. & Ghazzi, M.S. (Eds.). Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil*. Série Livros, 23. Rio de Janeiro, Museu Nacional. 195 p.

Buckup, P.A. & Teixeira, J.M.S. 2007. Família Cichlidae. Pp. 139-148. *In: Buckup, P.A.; Menezes, N.A. & Ghazzi, M.S. (Eds.). Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil*. Série Livros, 23. Rio de Janeiro, Museu Nacional. 195 p.

Buckup, P.A.; Zamprogno, C.; Vieira, F. & Teixeira, R.L. 2000. Waterfall climbing in *Characidium* (Crenuchidae: Characidiinae) from eastern Brazil. *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 11(3): 273-278.

Burns, J.R.; Weitzman, S.H.; Lange, K.R. & Malabarba. 1998. Sperm ultrastructure in Characid fishes. Pp 235- 244. *In: Malabarba, L.R.; Reis, R.E.; Vari, R.P.; Lucena, Z.M.S. & Lucena C.A.S. (org.). Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*. EDIPUCRS, Porto Alegre. 603 p.

Bye, V.J. 1984. The role of environmental factors in the timing of reproductive cycles. Pp. 187-205. *In: Potts, G.W. & Wootton, R.J. (eds.). Fish Reproduction: strategies and tactics*. London. Academic Press.

Cacho, M.S.R.F.; Yamamoto, M.E. & Chellappa, S. 1999. Comportamento reprodutivo do acará bandeira, *Pterophyllum scalare* Cuvier & Valenciennes (Osteichthyes, Cichlidae). *Rev. bras. Zool.*, 16(1): 653-664.

Caramaschi, E.P.; Brito, M.F.G. & Lazzarotto, H. 2006. Fish assemblage variations along the environmental gradient of a Neotropical stream: Rio Macaé (Rio de Janeiro, South-eastern Brazil). *In: Ecology of Stream Fish: state of the art an future prospects II*. Leon, Spain. P. 70.

Caramaschi, E.P.; Sánchez-Botero, J.I.; Hollanda-Carvalho, P.; Brandão, C.A.S.; Soares, C.L.; Novaes, J.L.C. & Bartolette, R. 2004. Peixes das lagoas costeiras do norte fluminense: estudos de caso. Pp. 309-337. *In: Rocha, C.F.D.; Esteves, F.A. & Scarano, F.R. Pesquisas de longa duração na Restinga de Jurubatiba: ecologia, história natural e conservação*. RiMa, São Carlos.

Casatti, L. 2002. Alimentação dos peixes de um riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, bacia do alto rio Paraná, sudeste do Brasil. *Biota Neotropica*, 2(2):1-14.

Casatti, L. 2003. Biology of a catfish, *Trichomycterus* sp. (Pisces, Siluriformes), ina pristine stream in the Morro do Diabo State Park, Southeastern Brazil. *Stud. Neotr. Fauna Environm.*, 38(2): 105-110.

Casatti, L. 2004. Ichthyofauna of two streams (silted and reference) in the upper Paraná River Basin, Southeastern Brazil. *Braz. J. Biol.*, 64(4): 757-765.

Casatti, L. 2005. Fish assemblage structure in a first order stream, Southeastern Brazil: longitudinal distribution, seasonality, and microhabitat diversity. **Biota Neotropica**, 5(1): 75-83.

Casatti, L.; Carvalho, F.R.; Veronezi-Jr., J.L. & Lacerda, D.R. 2006. Reproductive biology of the neotropical suuperferaceous *Pamphorichthys hollandi* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae). **Ichthyol. Explor. Freshwaters**, 17(1): 59-64.

Casatti, L.; Langeani, F. & Castro, R.M.C. 2001. Peixes de riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, bacia do alto rio Paraná, SP. **Biota Neotropica**, 1(1): 1-15

Castro, R.M.C. 1999. Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processos causais. Pp. 139-155. In: Caramaschi, E.P.; Mazzoni, R. & Peres-Neto, P.R. (Org.). **Ecologia de peixes de riachos: estado atual e perspectivas**. Série, Oecologia Brasiliensis, 6. Rio de Janeiro. PPGÉ.

Castro, R.J.; Nakatani, K.; Bialetski, A.; Sanches, P.V. & Baumgartner, G. 2002. Temporal distribution and composition of the ichthyoplankton from Leopoldo's Inlet on the upper Paraná River floodplain (Brazil). **J. Zool.**, 256: 437-443.

Cetra, M. & Petrere-Jr., M. 2006. Fish-assemblage structure of the Corumbataí River basin, São Paulo State, Brazil: characterization and antropogenic disturbances. **Braz. J. Biol.**, 66(2A): 431-439.

Chadderton, W.L. & Allibone, R.M. 2000. Habitat use and longitudinal distribution patterns of native fish from a near pristine Stewart Island, New Zeland, stream. **New Zeland Journal of Marine and Freshwater Research**, 34: 487-499.

Chao, N.L. 2001. The fishery, diversity and conservation of ornamental fishes in the Rio Negro Basin, Brazil – a review of Project Piaba (1989-99). Pp. 161-204. In: Chao, N.L.; Petry, P.; Prang, G.; Sonneschien, L. & Tlusty, M. (eds.). **Conservation and management of ornamental fish resources of the Rio Negro Basin, Amazonia, Brazil – Project Piaba**. Manaus, EDUA. 310 p.

Chellapa, S.; Câmara, M.R.; Chellappa, N.T.; Beveridge, M.C.M. & Huntingford, F.A. 2003. Reproductive ecology of a Neotropical cichlid fish, *Cichla monoculus* (Osteichthyes: Cichilidae). **Braz. J. Biol.**, 63(1): 17-26.

Coburn, M.M. 1986. Egg diameter variation in eastern North American minnows (Pisces: Cyprinidae): correlation with vertebral number, habitat, and spawning behaviour. **Ohio J. Sci.**, 86:110-120.

Connaughton, M.A. & Aida, K. 1999. Female reproductive system, Fish. Pp: 193-204. In: Knobil, E. & Neil, J.D. (org.). **Encyclopedia of Reproduction**. Academic Press. Vol. 2.

Constanz, G.D. 1985. Allopternal care in the tessellated darter, *Etheostoma olmstedi* (Pisces: Percidae). **Environ. Biol. Fish.**, 14: 175-183.

Costa 2001. Enchentes no estado do Rio de Janeiro: uma abordagem geral. Projeto PLANAGUA SEMADS/GTZ. 160 p.

Costa, H. 2001. Enchentes no Estado do Rio de Janeiro – uma abordagem geral. SEMADS, Rio de Janeiro. 160 p.

CPTEC/INPE. 2007. **Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Boletim de informações climáticas.** Disponível em <http://www.cptec.inpe.br/infoclima/>. Acesso em 20/03/2007.

Crampton, W.G.R. & Hopkins, C.D. 2005. Nesting and parental care in the weakly electric fish *Gymnotus* (Gymnotiformes: Gymnotidae) with descriptions of larval and adult electric organ discharges of two species. **Copeia**, 2005(1): 48-60.

Cruz, A.L. & Langeani, F. 2000. Comportamento reprodutivo do cascudo *Liposarcus anisitsi* (Eigenmann & Kennedy, 1903) (Ostariophysi: Loricariidae: Hypostominae) em cativeiro. **Comum. Mus. Ciênc. Tecnol. PUCRS, Ser. Zool.**, 13: 109-115.

Dale-Jones III, E.B.; Helfman, G.S.; Harper, J.O. & Bolstad, P.V. 1999. Effects of riparian forest removal on fish assemblages in southern Appalachian streams. **Conservation Biology**, 13(6): 1454-1465.

Darwin, C. 1996. **O Beagle na América do Sul.** Trad. Lia Vasconcelos. Ed. Paz e Terra, Coleção Leitura. Rio de Janeiro. 72 p.

Delariva, R.L. & Agostinho, A.A. 2001. Relationship between morphology and diets of six Neotropical loricariids. **J. Fish Biol.**, 58: 832-847.

Duarte, S. & Araújo, F.G. 2000. Distribuição espacial e temporal de *Hypostomus affinis* na Represa de Ribeirão das Lajes. **Acta Biológica Leopoldensia**, 22(2):261-276.

Feiden, A.; Hayashi, C.; Boscolo, W.R. & Reidel, A. 2006. Desenvolvimento de larvas de *Steindachneridion* sp. em diferentes condições de refúgio e luminosidade. **Pesq. agropec. bras.**, 41(1): 133-137.

Ferraris-Jr., C.J.; Isbrücker, I.J.H. & Nijssen, H. 1986. *Neblichthys pilosus*, a new genus and species of mailed catfish from the Rio Bária system, southern Venezuela (Pisces, Siluriformes, Loricariidae). **Rev. Fr. Aquariol.**, 13(3): 69-72.

Ferraris-Jr., C.J. 2003. Family Hypoptopomatinae. Pp. 321-329. In: Reis, R.E.; Kullander, S.O. & Ferraris-Jr., C.J. (Eds.) **Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America.** Edipucrs, Porto Alegre. 729 p.

Ferraris-Jr., C.J. 2007. Checklist of catfishes, recent and fossil (Osteichthyes: Siluriformes) and catalogue of siluriform primary types. **Zootaxa** 1418: 1-628

Fisch-Muller, S.; Mazzoni, R. & Weber, C. 2001. Genetic and morphological evidences for two new sibling species of *Ancistrus* (Siluriformes: Loricariidae) in upper rio Tocantins drainage, Brazil. **Ichthyol. Explor. Freshwaters**, 12(4): 289-304.

Flecker, A.S.; Taphorn, D.C.; Lovell, J.A. & Feifarek, B.P. 1991. Drift of characin larvae, *Bryconamericus deuterodonoides*, during the dry season from Andean piedmont streams. **Environ. Biol. Fishes**, 31: 197-202.

Fogaça, F.N.O.; Aranha, J.M.R. & Esper, M.L.P. 2003. Ictiofauna do rio do Quebra (Antonina, PR, Brasil): ocupação espacial e hábito alimentar. **Interciencia**, 28(3): 168-173.

Fontenele, O. 1950. Contribuição para o conhecimento da biologia dos tucunarés, Actinopterygii, Cichlidae, em cativeiro. Aparelho de reprodução, hábitos de desova e incubação. **Rev. Brasil. Biol.**, 10: 503-519.

Fontenele, O. 1951. Contribuição para o conhecimento da biologia do apaiari "Astronotus ocellatus" (Spix) (Pisces, Cichlidae), em cativeiro. Aparelho de reprodução. Hábitos de desova e prolificidade. **Rev. Brasil. Biol.**, 11(4): 467-484.

Franco, E.A.H. & Budy, P. 2005. Effects of biotic and abiotic factors on the distribution of trout and salmon along a longitudinal stream gradient. **Environ. Biol. Fishes**, 72: 379-391.

Fundação Dom Cintra. 2006. Plano diretor de desenvolvimento sustentável de Quissamã – RJ. Relatório Final Parte I – Estudos de Diagnósticos.

Gall, G.A.E. & Crandell, P.A. 1992. The rainbow trout. **Aquaculture**, 100: 1-10.

Garavello, J.C. & Garavello, J.P. 2004. Spatial distribution and interaction of four species of the catfish genus *Hypostomus* Lacépède with bottom of rio São Francisco, Canindé do São Francisco, Sergiipe, Brazil (Pisces, Loricariidae, Hypostominae). **Braz. J. Biol.**, 64(3B): 591-598.

Garrod, D.J. & Horwood, J.W. 1984. Reproductive strategies and the response to exploitation. Pp. 367-384. In: Potts, G.W. & Wootton, R.J. **Fish Reproduction**. Academic Press, London. 410 p.

Garutti, V. & Figueiredo-Garutti, M.L. 2000. Migração lateral de *Liiposarcus anisitsi* (Siluriformes, Loricariidae) no rio Preto, bacia do alto Paraná. **Iheringia, ser. Zool.**, 88: 25-31.

Garutti, V. 1988. Distribuição longitudinal da ictiofauna de um córrego da região noroeste do Estado de São Paulo, Bacia do rio Paraná. **Rev. Brasil. Biol.**, 48: 747-759.

Garutti, V. 1989. Contribuição ao conhecimento reprodutivo de *Astyanax bimaculatus* (Ostariophysi, Characidae), em cursos de água da Bacia do rio Paraná. **Rev. Brasil. Biol.**, 49(2): 489-495.

Gatz Jr., A.J. 1979. Ecological morphology of freshwater stream fishes. **Tulane Studies in Zoology and Botany**, 21(2): 91-121.

- Gilmore, R.G. 1977. Notes on the opoossum pipefish, *Oostethus lineatus*, from the Indian River Lagoon and vicinity, Florida. **Copeia**, 4: 781-783.
- Godinho, A.L. & Kynard, B. 2006. Migration and spawning of radio-tagged zulega (*Prochilodus argenteus*, Prochilodontidae) in a dammed Brazilian River. **Trans. Am. Fish. Soc.**, 135: 811-824.
- Godinho, A.L. & Pompeu, P.S. 2003. A importância dos ribeirões para os peixes de piracema. Pp. 361-372. In: Godinho, H.P. & Godinho, A.L. (org.). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas.
- Godinho, A.L. 1994. Biologia reprodutiva da piaba-facão *Triportheus guentheri* (Characiformes, Characidae) e o manejo hidrológico da represa de Três Marias. **Rev. Brasil. Biol.**, 54(3): 515-524.
- Godinho, H.M.; Fenerich, N.A. & Narahara, M.Y. 1978. Desenvolvimento embrionário de *Rhamdia hilarii* (Valenciennes, 1840) (Siluriformes, Pimelodidae). **Rev. Brasil. Biol.**, 38(1): 151-156.
- Godoy, M.P. 1975. **Peixes do Brasil – Subordem Characoidei**. V. 3. Piracicaba, Ed. Franciscana. 226 p.
- Godoy, M.P. 1954. Locais de desovas de peixes num trecho do rio Mogi Guaçu, Estado de São Paulo, Brasil. **Rev. Brasil. Biol.**, 14(4): 375-396.
- Godoy, M.P. 1967. Dez anos de observações sobre periodicidade migratória de peixes do rio Mogi Guassu. **Rev. Brasil. Biol.**, 27(1): 1-12.
- Gomiero, L.M. & Braga, F.M.S. 2003. Relação peso-comprimento e fator de condição para *Cichla cf. ocellaris* e *Cichla monoculus* (Perciformes, Cichlidae) no reservatório de Volta Grande, rio Grande – MG/SP. **Acta Scientiarum**, 25(1): 79-86.
- Gorman, O.T. & Karr, J.R. 1978. Habitat structure and stream fish communities. **Ecology**, 59(3): 507-515.
- Grove, B.D. & Wourms, J.P. 1994. Follicular placenta of the viviparous fish *Heterandria Formosa*: II. Ultrastructure and development of the follicular epithelium. **J. Morph.**, 220: 167-184.
- Hartz, S.M. & Barbieri, G. 1994. Dinâmica da reprodução de *Cyphocharax voga* (Hensel, 1869) da Lagoa Emboaba, RS, Brasil (Characiformes, Curimatidae). **Rev. Brasil. Biol.**, 54(3): 459-468.
- Helfman, G.S.; Collette, B.B. & Facey, D.E. 1997. **The diversity of fishes**. Blackwell, Massachusetts. 528 p.
- Hoeinghaus, D.J.; Winemiller, K.O. & Birnbaum, J.S. 2006. Local and regional determinants of stream fish assemblage structure: inferences based on taxonomic vs. functional groups. **Journal of Biogeography**, 34: 324-338.

Holland, L.E. 1986. Distribution of early life history stages of fishes in selected pools of the Upper Mississippi River. **Hydrobiologia**, 136: 121-130.

Hordes, S.S. 1945. *Loricaria macrops*, a rare catfish, breeds. **The Aquarium**, 13: 181.

Hostache, G. & Mol, J.H. 1998. Reproductive biology of the neotropical armoured catfish *Hoplosternum littorale* (Siluriformes – Callichthyidae): a synthesis stressing the role of the floating bubble nest. **Aquat. Living Resour.**, 11(3): 173-185.

Houde, E.D. 1994. Differences between marine and freshwater fish larvae: implications for recruitment. **ICES Journal of Marine Science**, 51: 91-97.

von Ihering, R. 1937. Oviductal fertilization in the South American catfish *Trachycorystes*. **Copeia**, 4: 201-205.

INEPAC. 2007. **Instituto Estadual do Patrimônio Cultural – Guia de bens tombados**. Disponível em http://www.inepac.rj.gov.br/modules.php?name=Guia&file=consultada_detalhe_bem&idbem=99. Acesso em 06/03/2007.

Jackson, D.A.; Peres-Neto, P.R. & Olden, J.D. 2001. What controls who is where in freshwater fish communities – the roles of biotic, abiotic, and spatial factors. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, 58: 157-170.

Jiménez-Segura, L.; Godinho, A.L. & Petrere-Jr. M. 2003. As desovas de peixes no alto-médio São Francisco. Pp. 373-387. In: Godinho, H.P. & Godinho, A.L. (org.). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas. 468p.

Johnson, S.L. & Jones, J.A. 2000. Stream temperature responses to forest harvest and debris flows in western Cascades, Oregon. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, Suppl. 2: 30-39.

Keenleyside, M.H.A. 1979. **Diversity and adaptation in fish behaviour**. Springer-Verlag, Berlin.

Keenleyside, M.H.A. 1981. Parental care patterns of fishes. **Am. Nat.**, 117: 1019-1022.

King, M. 1996. **Fisheries biology, assessment and management**. Oxford Fishing Books. 341 p.

Kirschbaum, F. & Schugardt, C. 2002. Reproductive strategies and developmental aspects in mormyrid and gymnotiform fishes. **Journal of Physiology**, 96: 557-566.

Kohda, M.; Tanimura, M.; Kikue-Nakamura, M. & Yamagishi, S. 1995. Sperm drinking by female catfishes: a novel mode of insemination. **Environ. Biol. Fishes**: 42: 1-6.

Kramer, D.L. 1978. Reproductive seasonality in the fishes of a tropical stream. **Ecology**, 59(5): 976-985.

- Kunz, Y.W. 2004. **Developmental Biology of Teleost Fishes**. Springer. 636 p.
- Kvarnemo, C. & Simmons, L.W. 2004. Testes investment and spawning mode in pipefishes and seahorses (Syngnathidae). **Biological Journal of the Linnean Society**, 83: 369-376.
- Langeani, F. 1990. Revisão do gênero *Neoplecostomus* Eigenmann & Eigenmann, 1888, com a descrição de quatro novas espécies do sudeste brasileiro (Ostariophysi, Siluriformes, Loricariidae). **Comum. Mus. Ciênc. PUCRS, sér. zool.**, 3(1): 3-31.
- Lazzarotto, H.; Brito, M.F.G. & Caramaschi, E.P. 2007. Threatened fishes of the world: *Pareiorhaphis garbei* (Ihering, 1911) (Ostariophysi: Loricariidae). **Environ. Biol. Fish.**, 78: 91-92.
- Legendre, L. & Legendre, P. 1983. **Numerical Ecology**. Elsevier, New York.
- Lewinsohn, T.M. & Prado, P.I. 2005. Quantas espécies há no Brasil? **Megadiversidade**, 1(1): 36-42.
- Lima, M.P.M. & Guedes-Bruni, R.R. 1994. **Reserva Ecológica de Macaé de Cima, Nova Friburgo, RJ: Aspectos florísticos das espécies vasculares**. V.1 Jardim Botânico, Rio de Janeiro. 404 p.
- Lowe-McConnell, R.H. 1987. **Ecological studies in tropical fish communities**. Cambridge: University Academic Press. 382 p.
- Macaé. 2006. **Portal da prefeitura da cidade de Macaé – Rio Macaé**. Disponível em <http://www.macaee.rj.gov.br/>. Acesso em 05/09/2006.
- Magalhães, A.L.B.; Anaral, I.B.; Ratton, T.F. & Brito, M.F.G. 2002. Ornamental exotic fishes in the Glória reservoir and Boa Vista stream, Paraíba do Sul river basin, state of Minas Gerais, southeastern Brazil. **Comum. Mus. Ciênc. PUCRS, sér. zool.**, 15(2): 265-278.
- Marcucci, K.M.I.; Orsi, M.L. & Shibatta, O.A. 2005. Abundância e aspectos reprodutivos de *Loricariichthys platymetopon* (Siluriformes, Loricariidae) em quatro trechos da represa Capivara, médio rio Paranapanema. **Iheringia, Ser. Zool.**, 95(2): 197-203.
- Marsh, E. 1986. Effects of egg size on offspring fitness and maternal fecundity in the orangethroat darter, *Etheostoma spectabile* (Pisces: Percidae). **Copeia**, 1986: 18-30.
- Marsh-Matthews, E.; Skierkowski, P. & DeMarais, A. 2001. Direct evidence for mother-to-embryo transfer of nutrients in the livebearing fish *Gambusia geiseri*. **Copeia**, 1: 1-6.
- Marques, D.K.S. & Resende, E.K. 2005. **Distribuição do tucunaré *Cichla cf. monoculus* (Osteichthyes, Cichlidae) no Pantanal**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 60. Corumbá, Embrapa. 28 p.

- Matthews, W.J. 1998. **Patterns in freshwater fish ecology**. Chapman & Hall. 756 p.
- Mazzoni, R. & Caramaschi, E.P. 1997. Observations on the reproductive biology of female *Hypostomus luetkeni* Lacépède, 1803. **Ecology of Freshwater Fish**, 6: 53-56.
- Mazzoni, R. & Iglesias-Rios, R. 2002. Environmentally related life history variations in *Geophagus brasiliensis*. **J. Fish Biol.**, 61: 1606-1618.
- Mazzoni, R. & Lobón-Cerviá, J. 2000. Longitudinal structure, density and production rates of a Neotropical stream fish assemblage: the river Ubatiba in Serra do Mar, southeast Brazil. **Ecography**, 23: 588-602.
- Mazzoni, R. & Petito, J. 1999. Reproductive biology of a Tetragonopterinae (Osteichthyes, Characidae) of the Ubatiba fluvial system, Maricá – RJ. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 42(4): 455-461.
- Mazzoni, R.; Fenerich-Verani, N. & Caramaschi, E.P. 2002. Reproductive biology of a Characinae (Osteichthyes, Characidae) from the Ubatiba River, Maricá-RJ. **Braz. J. Biol.**, 62: 487-494.
- Mazzoni, R.; Mendonça, R.S. & Caramaschi, E.P. 2005. Reproductive biology of *Astyanax janaeirensis* (Osteichthyes, Characidae) from the Ubatiba River, Maricá, Brazil. **Braz. J. Biol.**, 65(4): 643-649.
- McKeown, B.A. 1984. **Fish Migration**. Oregon: Timber Press. 224 p.
- Medeiros, A.P.T.; Chellappa, N.T. & Chellappa, S. 2003. Aspectos reprodutivos do cangati, *Parauchenipterus galeatus* Linnaeus (Osteichthyes, Auchenipteridae) na Lagoa de Extremoz, Rio Grande do Norte, Brasil. **Rev. bras. Zool.**, 20(4): 647-650.
- Meisner, A.D.; Burns, J.R.; Weitzman, S.H. & Malabarba, L.R. 2000. Morphology and histology of the male reproductive system in two species of internally inseminating south american catfishes, *Trachelyopterus lucenai* and *T. galeatus* (Teleostei: Auchenipteridae). **J. Morphol.**, 246: 131-141.
- Menezes, M.S. & Caramaschi, E.P. 1994. Características reprodutivas de *Hypostomus* grupo *H. punctatus* no rio Ubatiba, Maricá, RJ (Osteichthyes, Siluriformes). **Rev. Brasil. Biol.**, 54: 503-513.
- Menezes, M.S.; Takeuti, D.F.; Aranha, J.M.R. & Verani, J.R. 2000. Desenvolvimento gonadal de machos e fêmeas de *Pseudotothyris obtusa* (Ribeiro, 1911) (Loricariidae, Hypoptopomatinae). **Acta Biol. Par.**, 29(1,2,3,4): 89-100.
- Menezes, M.S.; Aranha, J.M.R. & Caramaschi, E.P. 1998. Ocorrência e aspectos da biologia reprodutiva de *Harttia loricariformis* (Loricariinae) no trecho inferior do rio Paraíba do Sul (Rio de Janeiro, Brasil). **Acta Biol. Par.**, 27(1,2,3,4): 15-26.

Menezes, N.A. 1998. Padrões de distribuição da biodiversidade de Mata Atlântica do sul e sudeste brasileiro: peixes de água doce. p. 8-12. *In: Base de Dados Tropical (ed.) Padrões de Biodiversidade da Mata Atlântica do Sudeste e Sul do Brasil.* Disponível em: <http://www.bdt.fat.org.br/workshop/mata.atlantica/SE-S/peixes>. Acesso em 12 mar. 2004.

Menezes, N.A.; Castro, R.M.C.; Weitzman, S.H. & Weitzman, M.J. 1990. Peixes de riacho da floresta costeira atlântica brasileira: um conjunto pouco conhecido e ameaçado de vertebrados. *In: Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira : Estrutura, função e manejo.* São Paulo. Acad. Ciênc. Estado de São Paulo. Vol I: 290-295.

Menezes, R.S. 1949. Incubação labial de ovos pelo macho de *Loricaria typus* Bleeker, da Lagoa do Peixe, Piauí, Brasil (Actinopterygii, Loricariidae, Loricariinae). *Rev. Brasil. Biol.*, 9(3): 381-387.

Mili, P.S.M. & Teixeira, R.L. 2006. Notas ecológicas do bagre-africano *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) (Teleostei, Clariidae), de um córrego do Sudeste do Brasil. *Bol. Mus. Biol. Mello Leitão (N. Sér.)*, 19: 45-51.

Miranda-Marure, M.E.; Martínez-Perez, J.A. & Brown-Peterson, N.J. 2003. Reproductive biology of the opossum pipefish, *Microphis brachyurus lineatus*, in Tecolutla Estuary, Veracruz, México. *Gulf and Caribbean Research*, 16: 101-108.

MMA. 2000. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos. Brasília. 40 p.

MMA. 2004. Instrução Normativa nº 5, de 21 de maio de 2004.

Molina, W.F.; Gurgel, H.C.B.; Vieira, L.J.S. & Canan, B. 1996. Ação de um predador exógeno sobre um ecossistema aquático equilibrado. I. Extinções locais e medidas de conservação genética. *Revista UNIMAR*, 18(2): 335-345.

Moodie, G.E.E. & Power, M. 1982. The reproductive biology of an armoured catfish, *Loricaria uracantha*, from Central America. *Environ. Biol. Fishes*, 7(2): 143-148.

Munro, A.D. 1990. Tropical freshwater fish. Pp. 145-239. *In: Munro, A.D.; Scott, A.P. & Lam, T.J. (eds.). Reproductive seasonality in teleosts: environmental influences.* Florida, CRC Press. 254 p.

Moser, H.G. & Ahlstrom, E.H. 1970. Development of the lanternfish (Family Myctophidae) in the California Current, Part.1. Species with narrow-eyed larvae. *Bull. Los Angeles Cty. Mus. Nat. Hist.*, 7: 1-145.

Munro, A.D. 1990. Tropical freshwater fish. Pp. 145-239. *In: Munro, A.D.; Scott, A.P. & Lam, T.J. (ed.). Reproductive seasonality in teleosts: environmental influences.* Florida: CRC Press. 254p.

Myers, N; Mittermeier, R.A.; Mittermeier, C.G.; Fonseca, G.A.B. & Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-845.

Naas, K.; Huse, I. & Iglesias, J. 1998. Illumination in first feeding tanks for marine fish larvae. **Aquacultural Engineering**, 15(4): 291-300.

Nakatani, K.; Agostinho, A.A.; Baumgartner, G.; Bialetzki, A.; Sanches, P.V.; Makrakis, M.C. & Pavanelli, C.S. 2001. **Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação**. EDUEM, Maringá. 378 p.

Nash, J.P. 1999. Seasonal reproduction, Fish. In: Knobil, E. & Neil. J.D. (eds.). **Encyclopedia of Reproduction**. Academic Press. 4: 329-340.

Nelson, J.S. 1994. **Fishes of the world**. 3 Ed. John Wiley & Sons, New York.

Nikolsky, G.V. 1963. **The ecology of fishes**. Academic Press, London. 352 p.

Novaes, J.L.C.; Caramaschi, E.P. & Winemiller, K.O. 2004. Feeding of *Cichla monoculus* Spix, 1829 (Teleostei, Cichlidae) during and alter reservoir formation in the Tocantins River, Central Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 16(1): 41-49.

Nunes, D.M.; Pellanda, M. & Hartz, S.M. 2004. Dinâmica reprodutiva de *Oligosarcus jenynsii* e *O. robustus* (Characiformes, Characidae) na Lagoa Fortaleza, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Ser. Zool.**, 94(1): 5-11.

Oliveira, A.B. 1998. Táticas alimentares e reprodutivas do tucunaré-comum (*Cichla monoculus* Agassiz, 1813) no reservatório da UHE de Balbina-AM, Brasil. Manaus, INPA, 74 p.

Oliveira, E.C. & Araújo-Lima, C.A.R.M. 1998. Distribuição das larvas de *Mylossoma aureum* e *M. duriventre* (Pisces: Serrasalminidae) nas margens do rio Solimões, AM. **Rev. Brasil. Biol.**, 58(3): 349-358.

Oliveira, J.C. & Lacerda, A.K.G. 2004. Alterações na composição e distribuição longitudinal da ictiofauna na área de influência do reservatório de Chapéu d'Uvas, bacia do rio Paraíba do Sul (MG), pouco depois da sua implantação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 6(1): 45-60.

Osse, J.W.M.; van den Boogaart, J.G.M. 1999. Dynamic morphology of fish larvae, structural implications of friction forces in swimming, feeding and ventilation. **J. Fish Biol.**, 55(Supl. A): 156-174.

Paiva, M.P. 1974. Crescimento, alimentação e reprodução da traíra *Hoplias malabaricus* (Bloch), no nordeste brasileiro. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 32 p.

Parker, G.A. 1982. Why are there so many tiny sperm? Sperm competition and the maintenance of two sexes. **J. theor. Biol.**, 96: 281-294.

Paugy, D. 2002. Reproductive strategies of fishes in a tropical temporary stream of the Upper Senegal basin: Baoulé River in Mali. **Aquatic Living Resources**, 15: 25-35.

- Pavlov, D.S. 1994. The downstream migration of young fishes in rivers: mechanisms and distribution. **Folia Zoologica**, 43(3): 193-208.
- Pereira, E.H.L. & Reis, R.E. 2002. Revision of the loricariid genera *Hemipsilichthys* and *Isbrueckerichtys* (Teleostei: Siluriformes), with description of five new species of *Hemipsilichthys*. **Ichthyol. Explor. Freshwaters**, 13: 97-146.
- Perrone, E.C. & Gasparini, J.L. 2002. Peixes-cachimbo do Brasil. **Habitat**, 71: 10-17.
- Perrone, E.C. 1990. Aspectos da alimentação e reprodução de *Oostethus lineatus* (Kaup, 1856) (Pisces: Syngnathidae) do Rio Jacu (Espírito Santo – Brasil). **Anais da Sociedade Nordestina de Zoologia**: 3: 249-260.
- Peters, K.M.; Matheson-Jr, R.E. & Taylor, R.G. 1998. Reproduction and early life history of common snook, *Centropomus undecimalis* (Bloch), in Florida. **Bulletin of Marine Science**, 62(2): 509-529.
- Pianka, E.R. 1970. ON r- and K-selection. **Am. Nat.**, 100: 592-597.
- Pimm, S.L.; Russell, G.J.; Gittleman, J.L. & Brooks, T.M. 1995. The future of biodiversity. **Science**, 269(5222): 347-350.
- de Pinna, M. C.C. 1998. Phylogenetic relationships of Neotropical Siluriformes: historical overview and synthesis of hypotheses. Pp. 279-330. In: Malabarba, L.R.; Reis, R.E.; Vari, R.P.; Lucena, Z.M.S. & Lucena C.A.S. (org.). **Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes**. EDIPUCRS, Porto Alegre. 603 p.
- Poff, N.L. & Allan, J.D. 1995. Functional organization of stream fish assemblages in relation to hydrological variability. **Ecology**, 76(2): 606-627.
- Poff, N.L. & Ward, J.V. 1990. the physical habitat template of lotic systems: recovery in the context of historical pattern of spatio-temporal heterogeneity. **Environmental Management**, 14: 629-646.
- Pompeu, P.S. & Godinho, H.P. 2003. Ictiofauna de três lagoas marginais do médio São Francisco. Pp. 167-181. In: Godinho, H.P. & Godinho, A.L. (org.). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. PUC Minas, Belo Horizonte. 468 p.
- Ponton, D. & Merigoux, S. 2001. Description and ecology of some early life stages of fishes in the River Sinnamary (French Guiana, South America). **Folia Zoologica**, 50(Monogr.1): 116 p.
- Pouilly, M.; Barrera, S. & Rosales, C. 2003. Changes of taxonomic and trophic structure of fish assemblages along an environmental gradient in the Upper Beni watershed (Bolivia). **J. Fish Biol.**, 68: 137-156.
- Power, M.E. 1984. Habitat quality and the distribution of algae-grazing catfish in a Panamarian stream. **J. Anim. Ecol.**, 53: 357-374.

Prado, C.P.A.; Gomiero, L.M. & Froehlich, O. 2006. Spawning and parental care in *Hoplias malabaricus* (Teleostei, Characiformes, Erythrinidae) in the Southern Pantanal, Brazil. **Braz. J. Biol.**, 66(2B): 697-702.

Py-Daniel, L.H. 1991. *Chaetostoma jegui* n. sp. from Uraricoera, Brazil (Osteichthyes; Siluroidei; Loricariidae). **Ichthyol. Explor. Freshwaters**, 2(3): 239-246.

Querol, M.V.M.; Querol, E. & Gomes, N.N.A. 2002. Fator de condição gonadal, índice hepatossômático e recrutamento como indicadores do período de reprodução de *Loricariichthys platymetopon* (Osteichthyes, Loricariidae), bacia do rio Uruguay médio, sul do Brasil. **Iheringia, Ser. Zool.**, 92(3): 79-84.

Quintana, L.; Silva, A.; Berois, N. & Macadar, O. 2004. Temperature induces gonadal maturation and affects electrophysiological sexual maturity indicators in *Brachyopomus pinnicaudatus* from a temperate climate. **J. Exp. Biol.**, 207:1843-1853.

Ramos, L.A. & Konrad, H.G. 1998. Contribuição ao estudo da biologia reprodutiva de *Rineloricaria microlepidogaster* (Osteichthyes, Loricariidae) do rio dos Sinos, RS. **Acta Biológica Leopoldensia**, 20(2): 299-307.

Rapp Py-Daniel, L.H. & Cox-Fernandes. 2005. Dimorfismo sexual em Siluriformes e Gymnotiformes (Ostariophysi) da Amazônia. **Acta Amazônica**, 35(1): 97-110.

Reis, R.E. 2004. *Otocinclus cocama*, a new uniquely colored loricariid catfish from Peru (Teleostei: Siluriformes), with comments on the impact of taxonomic revisions to the Discovery of new taxa. **Neotropical Ichthyology**, 2(3): 109-115.

Reis, R.E.; Kullander, S.O. & Ferraris, C.J. Jr. 2003. **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre, EDIPUCRS. 742 p.

Reis, R.E.; Pereira, E.H.L. & Armbruster, J.W. 2006. Delturinae, a new loricariid catfish subfamily (Teleostei, Siluriformes), with revisions of *Delturus* and *Hemipsilichthys*. **Zoological Journal of the Linnean Society**, 147: 277-299.

Rícan, O.; Musilová, Z.; Muska, M. & Novák, J. 2005. Development of coloration patterns in Neotropical cichlids (Teleostei: Cichlidae: Cichlasomatinae). **Folia Zoologica**, 54(Monogr.1): 46 pp.

Ricklefs, R.E. 1990. **Ecology**. W.H. Freeman and Company, New York. 3ª Ed. 896 p.

Rizzini, C.T. 1979. Tratado de fitogeografia do Brasil. V.2. Aspectos ecológicos. São Paulo, Hucitec/Edusp.

Romagosa, E.; Godinho, H.M.; Narahara, M.Y. 1984. Tipo de desova e fecundidade de *Curimatus gilberti* (Quoy & Gaimard, 1824), da Represa de Ponte Nova, Alto Tietê. **Rev. Brasil. Biol.**, 44(1): 1-8.

Rosa, D.C.O. 2003. Reprodução da cambeva *Trichomycterus vermiculatus* (Eigenmann, 1917) (Pisces, Siluriformes) no ribeirão Tripuí, Estação Ecológica do

Tripuí, bacia do alto rio Doce, MG. Monografia de Bacharelado em Ciências Biológicas (Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto). 56 p.

Rosa-Jr., H. & Schubart, O. 1945. Anotações sobre a biologia do curimbatá ("*Prochilodus*") do Rio Mogi-Guassú, São Paulo. **Rev. Brasil. Biol.**, 5(4): 541-555.

Sabaj, M.H.; Armbruster, J.W. & Page, L.M. 1999. Spawning in *Ancistrus* (Siluriformes: Loricariidae) with comments on the evolution of snout tentacles as a novel reproductive strategy: larval mimicry. **Ichthyol. Explor. Freshwaters**, 10(3): 217-229.

Sabino, J. & Castro, R.M.C. 1990. Alimentação, período de atividade e distribuição espacial dos peixes de um riacho da floresta Atlântica (Sudeste do Brasil). **Rev. Brasil. Biol.**, 50: 23-36.

Sanches, P.V.; Baumgartner, G.; Bialecki, A.; Suiberto, M.R.; Gomes, F.D.C.; Nakatani, K. & Barbosa, N.D.C. 2001. Caracterização do desenvolvimento inicial de *Leporinus friderici* (Osteichthyes, Anostomidae) da bacia do rio Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum**, 23(2): 383-389.

Sarmiento-Soares, L.M.; Martins-Pinheiro, R.F.; Aranda, A.T. & Chamon, C.C. 2006. *Microglanis pataxo*, a new catfish from southern Bahia coastal rivers, Northeastern Brazil (Siluriformes: Pseudopimelodidae). **Neotropical Ichthyology**, 4(2): 157-166.

Sato, Y. & Godinho, H.P. 2003. Migratory fishes of the São Francisco River. In: Carosfeld, J.; Harvey, B.; Ross, C. & Baer, A. (eds.). **Migratory fishes of South America**. IDRC & Word Bank. Pp: 195-232.

Sato, Y.; Cardoso, E.L. & Amorim, J.C.C. 1987. Peixes das lagoas marginais do rio São Francisco a montante da represa de Três Marias (Minas Gerais). Brasília, Codevasf. 42 p.

Sato, Y.; Fenerich-Verani, N.; Nuñez, A.P.O.; Godinho, H.P. & Verani, J.R. 2003. Padrões reprodutivos de peixes da bacia do rio São Francisco. Pp. 229-274. In: Godinho, H.P. & Godinho, A.L. **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas. 468 p.

Schaefer, S.A. 1997. The Neotropical cascudinhos: systematics and biogeography of the *Otocinclus* catfishes (Siluriformes: Loricariidae). **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, 148: 1-120.

Schaefer, S.A. 1998. Conflict and resolution: impact of new taxa on phylogenetic studies of the Neotropical cascudinhos (Siluroidei: Loricariidae). Pp. 375-400. In: Malabarba, L.R.; Reis, R.E.; Vari, R.P.; Lucena, Z.M.S. & Lucena C.A.S. (org.). **Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes**. EDIPUCRS, Porto Alegre. 603 p.

Schaefer, S.A. 2003. Subfamily Hypoptopomatinae. Pp. 321-329. In: Reis, R.E.; Kullander, S.O. & Ferraris-Jr., C.J. (Eds.) **Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America**. Edipucrs, Porto Alegre. 729 p.

Scheidegger, K.J. & Bain, M.B. 1995. Larval fish distribution and microhabitat use in free-flowing and regulated rivers. **Copeia**, 1995(1): 125-135.

Schlosser, I.J. 1982. Fish community structure and function along the gradients in a headwater stream. **Ecological Monographs**, 52: 395-414.

Schmidt, R.E. & Ferraris-Jr., C.J. 1985. A new species of *Parotocinclus* (Pisces: Loricariidae) from Guyana. **Proc. Biol. Soc. Wash.**, 98(2): 341-346.

Schmidt, R.E. 2001. *Loricaria cataphracta*: parental care and description of early larvae. **Ichthyol. Explor. Freshwaters**, 12(3): 235-240.

Schoenfuss, H.L. & Blob, R.W. 2003. Kinematics of waterfall climbing in Hawaiian freshwater fishes (Gobiidae): vertical propulsion at the aquatic-terrestrial interface. **J. Zool.**, 261: 191-205.

Schubart, O. 1954. A piracema no rio Mogi Guassú (Estado de São Paulo). **Dusenya**, 5(1): 49-59.

Schugardt, C. & Kirschbaum, F. 2004. Control of gonadal maturation and regression by experimental variation of environmental factors in the mormyrid fish, *Mormyrus rume proboscirostris*. **Environ. Biol. Fishes**, 70: 227-233.

SEMADS. 1999. **Subsídios para gestão dos recursos hídricos das bacias hidrográficas dos rios Macacu, São João, Macaé e Macabu**. Projeto PLANAGUA SEMADS/GTZ. 281 p.

Shafland, P.L. 1999. The introduced butterfly peacock (*Cichla ocellaris*) in Florida. III. Length distribution analyses. **Reviews in Fisheries Science**, 7(2): 115-126.

Sheaffer, W.A. & Nickum, J.G. 1986. Backwaters áreas as nursery habitats for fishes in Pool 13 of the Upper Mississippi River. **Hydrobiologia**, 136: 131-140.

Silva, A.; Quintana, L.; Galeano, M & Errandonea, P. 2003. Biogeography and breeding in Gymnotiformes from Uruguay. **Environ. Biol. Fishes**, 66: 329-338.

Smith, C.; Reichard, M.; Jurajda, P. & Pryzbylski, M. 2004. The reproductive ecology of the European bitterling (*Rhodeus sericeus*). **J. Zool.**, 262: 107-124.

Sparks, R.E. 1995. Need for ecosystem management of large rivers and their floodplains. **BioScience**, 45: 168-182.

Stacey, N.E. 1984. Control of the timing of ovulation by exogenous and endogenous factors. P. 207-222. In: Pots, G.W. & Wootton, R.J. (eds.). **Fish Reproduction**. Academic Press, London. 410 p.

Strahler, A.N. 1957. quantitative analysis of watershed geomorphology. **Trans. Am. Geophys. Union**, 38: 913-920.

Sutherland, A.B.; Meyer, J.L. & Gardiner, E.P. 2002. Effects of land cover on sediment regime and fish assemblage structure in four southern Appalachian streams. **Freshwater Biology**, 47: 1791-1805.

Suzuki, H.I.; Agostinho, A.A. & Winemiller, K.O. 2000. Relationship between oocyte morphology and reproductive strategy in loriciid catfishes of the Paraná River, Brazil. **J. Fish Biol.**, 57: 791-807.

Tabata, Y.A. 1997. Truticultura: situação mundial e no Brasil. Pp. 137-148. In: **Anais do Workshop Internacional de Aqüicultura**, 1. São Paulo.

Takino, M.; Maier, M.H. & Stempniewski, H.L. 1984. Características físicas e químicas da água em ambientes de altitude elevada – Campos do Jordão – SP. **Bol. Inst. Pesca**, 11: 1-12.

Taylor, C.M.; Holder, T.L.; Fiorillo, R.A.; Williamns, L.R.; Thomas, R.B. & Watten-Jr, M.L.W. 2006. Distribution, abundance, and diversity of stream fishes under variable environmental conditions. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, 63: 43-54.

Taylor, J.N. 1983. Field observation on the reproductive ecology of three species of armoured carfishes (Loricariidae: Loricariinae) in Paraguay. **Copeia**, (1): 257-269.

Teixeira, T.P.; Pinto, B.C.T.; Terra, B.F.; Estiliano, E.O.; Garcia, D. & Araújo, F.G. 2005. **Iheringia, Ser. Zool.**, 95(4): 347-357.

Trajano, E. 1997. Food and reproduction of *Trichomycterus itacarambiensis*, cave catfish from south-eastern Brazil. **J. Fish Biol.**, 51: 53-63.

Van der Waal, B.C.W. 1974. Observations on the breeding habits of *Clarias gariepinus* (Burchell). **J. Fish. Biol.**, 6: 23-27.

Vannote, R.L.; Minshall, G.W.; Cummins, K.W.; Sedell, J.R. & Cushing, C.E. 1980. The river continuum concept. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, 37: 130-137.

Vazzoler, A.E.A.M.; Lizama, M.A.P. & Inada, P. 1997. Influências ambientais sobre a sazonalidade reprodutiva. Pp. 267-280. In: Vazzoler, A.E.A.M.; Agostinho, A.A. & Hahn, N.S. (eds.). **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá: EDUEM. 460 p.

Vazzoler, A.E.A.M. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá, EDUEM. 169 p.

Vazzoler, A.E.A.M. & Menezes, N.A. 1992. Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysii). **Rev. Brasil. Biol.**, 52(4): 627-640.

- Vitule, J.R.S.; Umbria, S.C. & Aranha, J.M.R. 2006. Introduction of the african catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) into Southern Brazil. **Biological Invasions**, 8: 677-681.
- Webb, P.W. 1989. Station-holding by three species of benthic fishes. **J. Exp. Biol.**, 145: 303-320.
- Weber, C. 2003. Subfamily Hypostominae. Pp. 351-372. In: Reis, R.E.; Kullander, S.O. & Ferraris-Jr., C.J. 2003 (eds.). **Check List of Freshwater Fishes of South and Central America**. Porto Alegre. EDIPUCRS
- Welcomme, R.L. 1988. International introductions of inland aquatic species. **FAO Fish. Tech. Pap.**, 294: 1-318.
- Whitfield, A.K. 1994. A review of the ichthyofaunal biodiversity in southern African estuarine systems. **Annals Museum Republic African Central Zoology**, 275: 149-163.
- Winemiller, K.O. & Rose, K.A. 1992. Patterns of life-history diversification in North American fishes: implications for population regulation. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, 49: 2196-2218.
- Winemiller, K.O. 1989. Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments. **Oecologia**, 81: 225-241.
- Winemiller, K.O. 1990. Spatial and temporal variation in tropical fish trophic networks. **Ecological Monographs**, 60: 331-367.
- Wittenberg, R. & Cook, M.J.W. 2001. Invasive alien species: a toolkit of best prevention an management practices. CABI Bioscience Switzerland Centre, Delmont.
- Wootton, R.J. 1984. Introduction: strategies and tactics in fish reproduction. Pp. 1-12. In: Potts, G.W. & Wootton, R.J. **Fish Reproduction: strategies and tactics**. Academic Press, London.
- Wootton, R.J. 1990. **Ecology of teleost fishes**. Chapman & Hall, London.
- Wosiacki, W.B. & Oyakawa, O.T. 2005. Two new species of the catfish genus *Trichomycterus* (Siluriformes: Trichomycteridae) from the rio Ribeira de Iguape Basin, Southeastern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, 3(4): 465-472.
- Wourms, J.P. 1972. The developmental biology of annual fishes III. Pre-embryonic and embryonic diapause variable duration in the eggs of annual fishes. **J. Exp. Zool.**, 182: 389-414.
- WWF. 2006. **Fundo Mundial para a Natureza – Mata Atlântica**. Disponível em http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/biomas/bioma_mata_atl/index.cfm. Acesso em 31/08/2006

Zupanc, G.K.H. & Heiligenberg, W. 1989. Sexual maturity-dependent changes in neuronal morphology in the prepacemaker nucleus of adult weakly electric knifefish, *Eigenmannia*. **Journal of Neuroscience**, 9(11): 3816-3827.

Yalçın, S.; Solak, K. & Akyurt, I. 2001. Certain reproductive characteristics of the catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) living in the River Asi, Turkey. **Turk. J. Zool.**, 25: 453-460.