

# Biologia populacional de *Pareiorhina rudolphi* (Loricariidae, Hypostominae) na microbacia do Ribeirão Grande, serra da Mantiqueira oriental, Estado de São Paulo

Francisco Manoel de Souza Braga\*, Leandro Muller Gomiero e Ursulla Pereira Souza

Grupo de Biologia e Ecologia de Peixes, Departamento de Zoologia, Universidade Estadual Paulista, Av. 24-A, 1515, 13506-900, Rio Claro, São Paulo, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: fmsbraga@rc.unesp.br

**RESUMO.** *Pareiorhina rudolphi* foi amostrada em riachos da microbacia do Ribeirão Grande, serra da Mantiqueira oriental (22°47'08"S, 45°28'17"W). As amostras foram realizadas usando-se uma unidade de pesca elétrica, em julho/2002, outubro/2001, fevereiro/2002 e abril/2002. A proporção sexual apresentou diferença significativa do esperado 1:1 ( $\chi^2 = 6,53$ ;  $p < 0,05$ ), determinando-se uma proporção de 1,6:1 (fêmea:macho). *Pareiorhina rudolphi* tem um período de desova indo da primavera ao verão, os altos valores observados para a relação gonadossomática e o fator de condição relativo em outubro e fevereiro coincidem com o período reprodutivo. O comprimento da primeira maturação gonadal de *P. rudolphi* foi de 4,45 cm para ambos os sexos. A fecundidade absoluta foi baixa, variando de quatro a 11 ovócitos. O perifiton foi usado como fonte direta de alimento para a espécie, que permanece aderida ao substrato com seus largos lábios circulares, e usam seus conspícuos dentes amarelados para raspar. Os parâmetros de crescimento, taxa de mortalidade natural e taxa de sobrevivência foram respectivamente:  $K = 0,35 \text{ ano}^{-1}$ ,  $L_{\infty} = 7,2 \text{ cm}$ ,  $t_{\text{max}} = 8,6 \text{ anos}$ ,  $M = 1,1 \text{ ano}^{-1}$ ,  $S = 33\%$ . As características apresentadas por *P. rudolphi* são adaptações ao ambiente em função de um ajuste populacional, e não de abundância da espécie.

**Palavras-chave:** *Pareiorhina rudolphi*, reprodução, alimentação, crescimento, mortalidade, riacho.

## **ABSTRACT. Population biology of *Pareiorhina rudolphi* (Loricariidae, Hypostominae) in the Ribeirão Grande system, eastern serra da Mantiqueira, São Paulo State.**

*Pareiorhina rudolphi* was sampled in streams of the Ribeirão Grande system, eastern Serra da Mantiqueira (22°47'08"S, 45°28'17" W). Samplings were carried out using an electrofishing device, during the months of July/2001, October/2001, February/2002 and April/2002. Sex-ratio diverged significantly from the expected 1:1 ratio ( $\chi^2 = 6.53$ ;  $p < 0.05$ ), standing at 1.6:1 (female: male). The spawning period for *Pareiorhina rudolphi* lasts from spring to summer, with the highest observed in October and February by the gonadosomatic index and the relative condition factor coincided with the spawning period. The length at sexual maturity of *P. rudolphi* is about 4.45 cm for both sexes. The absolute fecundity was low, and ranged from 4 to 11 oocytes. The periphyton was used as a direct food source by the species, which remain attached to the substrate with their large circular lips, and use their conspicuous slightly yellowish teeth to graze the periphyton. The growth parameters, natural mortality rate and survival rate for *P. rudolphi* were respectively:  $K = 0.35 \text{ year}^{-1}$ ,  $L_{\infty} = 7.2 \text{ cm}$ ,  $t_{\text{max}} = 8.6 \text{ years}$ ,  $M = 1.1 \text{ year}^{-1}$ ,  $S = 33\%$ . The characteristics presented by *P. rudolphi* occur in the environment in function of a population adjustment, and not of species abundance.

**Key words:** *Pareiorhina rudolphi*, reproduction, feeding, growth, mortality, stream.

## Introdução

O gênero *Pareiorhina* Gosline, 1947 é encontrado em altitudes acima de 650 m em tributários dos rios Grande, Tietê, Paraíba do Sul e São Francisco (GARAVELLO; SANTANA, 1998). A espécie *Pareiorhina rudolphi* (Miranda Ribeiro, 1914) restringe-se a riachos tributários do rio Paraíba do Sul, na serra da Mantiqueira oriental (REIS et al., 2003; BUCKUP et al., 2007).

Na microbacia do Ribeirão Grande, *P. rudolphi* distribui-se em riachos situados na encosta e pediplano (BRAGA; ANDRADE, 2005). No pediplano, compartilha o espaço com outra espécie menos abundante, *P. brachyrhyncha* (CHAMON et al., 2005).

Riachos são sistemas hídricos de pequeno porte e, situando-se em encostas, estão sujeitos a gradientes altitudinais que podem produzir micro-habitats ao longo de seus trajetos. A velocidade da

água, a profundidade, o substrato e a cobertura vegetal são fatores que definem a estrutura de um riacho (RINCÓN, 1999). Existem relações funcionais entre o substrato e os peixes, pois este é o local onde muitas espécies encontram alimento e que produz condições ideais para a desova, sobrevivência dos ovos e embriões (BALON, 1975; SABINO; CASTRO, 1990).

Ambientes lóticos, como os riachos, são limitados espacialmente e frágeis com respeito ao equilíbrio biológico, no entanto, aloca diversas espécies de peixes. Estudos demonstram diferentes características de comunidades de peixes que habitam o sistema peculiar formado pelos riachos. Bizerril (1995) encontrou, em um riacho costeiro do sudeste do Brasil, menor dominância de espécies na região de cabeceira e também maior estabilidade, como resposta à rápida recuperação da área às alterações no regime de chuvas. Em um curto trecho de riacho, no nordeste do Estado de São Paulo, que percorre um fragmento de floresta mesofítica subtropical, Castro e Casatti (1997) encontraram 19 espécies de peixes com hábitos alimentares onívoro, insetívoro, herbívoro e piscívoro. Casatti et al. (2001) verificaram, em um riacho no Parque Estadual do Morro do Diabo, que 22 espécies de peixes utilizaram diversos recursos alimentares e micro-habitats, favorecidas pelo pequeno porte apresentado. Lemes e Garutti (2002), estudando um trecho do córrego do Cedro, bacia do alto rio Paraná, Estado de São Paulo, coletaram 17 espécies de peixes, que se mostraram mutáveis quanto à ocorrência das espécies, estrutura populacional e ocupação de biótopos em trechos lântico e lótico do córrego. Castro et al. (2004) amostraram riachos tributários de afluentes do rio Grande, Estado de São Paulo, encontrando 64 espécies divididas em cinco guildas tróficas: onívoros nectônicos, invertívoros bentônicos, perifívoros, algívoros e onívoros bentônicos.

Pelo fato de riachos montanhosos serem ambientes aquáticos que mantêm considerável diversidade e, ao mesmo tempo, são muito frágeis, a investigação e preservação dos mesmos são atividades prioritárias. Este trabalho tem por objetivo contribuir com informações sobre a reprodução, alimentação, crescimento e mortalidade do cascudinho, *P. rudolphi*, na microbacia do Ribeirão Grande, serra da Mantiqueira oriental, Estado de São Paulo.

## Material e métodos

### Coleta de dados

A área de estudo situa-se na microbacia do Ribeirão Grande, serra da Mantiqueira oriental, Estado de São Paulo (22°47'08" S, 45°28'17" W).

Foram amostrados quatro riachos situados na encosta e pediplano: córrego do Cedro, córrego da Canjarana, córrego do Ferraz e o riacho do Ribeirão Grande. Nesses riachos, foram definidos seis pontos de coleta, amostrados nos meses de julho e outubro de 2001 e fevereiro e abril de 2002. Em cada ponto de coleta, foi utilizada uma unidade de pesca elétrica acoplada a uma fonte geradora de eletricidade, produtora de uma corrente elétrica de 300 a 500 V e 8,7 A, que percorria um trecho de 50 m com uma repetição. A descrição detalhada dos pontos de coleta e o número de exemplares coletados por ponto encontram-se em Braga e Andrade (2005).

Os exemplares coletados foram fixados em formol a 10% no local e transportados para o laboratório de Biologia e Ecologia de Peixes do Departamento de Zoologia da Unesp-Rio Claro, onde, após alguns dias de estocagem, foram transferidos para álcool a 70%, para a tomada de dados biológicos. De cada exemplar, foram obtidos o comprimento total em centímetros (C) e o peso total em gramas (P); em seguida, os exemplares foram dissecados e analisados em estereomicroscópio para constatação do sexo, estágio de maturidade gonadal, grau de gordura acumulada na cavidade visceral e grau de repleção do estômago. Os estádios de maturidade gonadal (EM) foram classificados adotando-se os critérios estabelecidos por Vazzoler (1996) em: A (imaturo), B (em maturação ou repouso), C (maduro) e D (esgotado). Os ovários, nos estádios B avançado e C, foram pesados em balança analítica com aproximação de décimos de grama, e os ovários, no estágio C, foram colocados em solução de Gilson para dissociação dos ovócitos e estimativa da fecundidade e do tipo de desova (VAZZOLER, 1996). O grau de gordura acumulada na cavidade visceral (GA) foi obtido adotando-se os graus: 1 sem gordura, 2 com acúmulo de gordura e 3 com a cavidade visceral repleta de gordura. O grau de repleção do estômago (GR) foi analisado adotando-se também os graus: 1 estômago vazio, 2 estômago com alimento e 3 estômago repleto de alimento. Os estômagos com grau 3 foram separados para serem analisados quanto aos itens alimentares ingeridos.

### Análise dos dados

Os comprimentos obtidos dos exemplares foram agrupados em classes com intervalo de 0,3 cm, considerando-se machos, fêmeas e total de indivíduos. Para os estádios de desenvolvimento gonadal, graus de gordura acumulada na cavidade visceral e de repleção do estômago, foram construídas distribuições de frequências percentuais

por período, agrupando-se os sexos.

Com os valores de peso do peixe ( $P_t$ ) e peso dos ovários ( $P_o$ ), foi estimada a relação gonadosomática média por período, utilizando-se da expressão  $RGS = (P_o / P_t) \times 100$  (VAZZOLER, 1996). Os ovários maduros (estádio de maturidade C) que foram dissociados tiveram seus ovócitos contados em sua totalidade e obtido o diâmetro de cada um em estereomicroscópio com aumento de 16 vezes, utilizando-se ocular micrométrica de aumento de dez vezes, sendo uma divisão da ocular micrométrica (d.o.m.) igual a 61,2  $\mu\text{m}$ .

Aos dados de peso e comprimento de machos e fêmeas foi ajustada a equação alométrica  $\gamma = ax^b$ , sendo  $\gamma$  o peso,  $x$  o comprimento e  $a$  e  $b$  constantes estimadas pelo método dos mínimos quadrados, após transformação logarítmica dos dados (SANTOS, 1978).

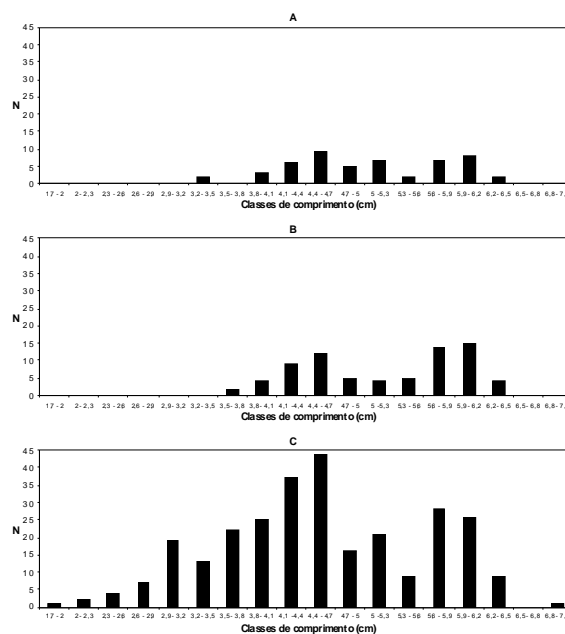
O fator de condição alométrico médio foi estimado para machos e fêmeas, por período, utilizando-se da expressão  $K_A = P / C^b$ , sendo  $P$  o peso,  $C$  o comprimento e  $b$  a constante da equação alométrica da relação peso e comprimento estimada para machos e fêmeas, respectivamente (BRAGA, 1986). O fator de condição relativo médio foi estimado só para as fêmeas, por período, utilizando-se da expressão  $K_R = P / aC^b$ , sendo  $a$  e  $b$  constantes da equação alométrica da relação peso e comprimento para fêmeas (WEATHERLEY, 1972).

Os estômagos com grau de repleção 3 foram dissecados em estereomicroscópio e os itens componentes do conteúdo estomacal identificados sob microscópio, utilizando-se na identificação Needham e Needham (1982) e Bicudo e Bicudo (1970). Para a análise desses itens, foi utilizado o grau de preferência alimentar (GPA), descrito em Braga (1999).

O comprimento médio da primeira maturação gonadal, para machos e fêmeas, foi estimado seguindo-se os procedimentos descritos em Vazzoler (1996); em seguida, ajustou-se uma curva aos dados (SANTOS, 1978) e estimou-se, pela equação que ajusta a curva, o comprimento em que 50% dos indivíduos da população entram em maturação gonadal (BRAGA, 2006).

A taxa de crescimento ( $K$ ) foi estimada partindo-se da distribuição de frequência das classes de comprimento para sexos grupados (Figura 1), considerando-se um grupo etário distinto para cada classe modal, ao qual foi atribuída uma idade relativa (SPARRE; VENEMA, 1997). Como valor de comprimento assintótico, aplicou-se ao comprimento do maior peixe amostrado a expressão  $L_{(\infty)} = L_{\text{max}} / 0,95$  (PAULY, 1983). Tendo-se os

valores de comprimento  $L_t$ , referentes aos grupos etários, como sendo a variável independente  $X$ , e da transformação  $-\ln[(L_{(\infty)} - L_t) / L_{(\infty)}]$ , respectiva a cada grupo etário, como sendo a variável dependente  $Y$ , aplicou-se a plotagem de Beverton (RICKER, 1975) em que  $Y = A + BX$ , e pelo método dos mínimos quadrados estimou-se o valor de  $B$ , que é a taxa de crescimento.



**Figura 1.** Frequência numérica nas classes de comprimento total para *Pareiorhina rudolphi* (A. machos, B. fêmeas e C. sexos grupados).

Obtendo-se os parâmetros de crescimento, pode-se estimar a idade para um dado comprimento, utilizando-se da fórmula de Pauly (1983):  $t - t_0 = \{\ln[1 - (L_t / L_{\infty})]\} / -K$ , sendo  $t$  a idade a ser estimada,  $L_t$  o comprimento na idade a ser estimada,  $L_{\infty}$  e  $K$  parâmetros de crescimento, considerando-se  $t_0 = 0$ .

A taxa instantânea de mortalidade natural ( $M$ ) foi estimada utilizando-se da fórmula empírica proposta por Pauly (1980):  $\log_{10} M = -0,0066 - 0,279 \times \log_{10} L_{\infty} + 0,6543 \times \log_{10} K + 0,4634 \times \log_{10} T$ , sendo  $L_{\infty}$  e  $K$  parâmetros de crescimento e  $T$  a temperatura média da água no período, em graus centígrados.

Outros parâmetros populacionais foram estimados, como a taxa de sobrevivência, dada por  $S = e^{-Z}$ , sendo  $Z = M$  (RICKER, 1975), e a longevidade em anos, estimada por  $t_{\text{max}} = 3 / K$  (PAULY, 1983).

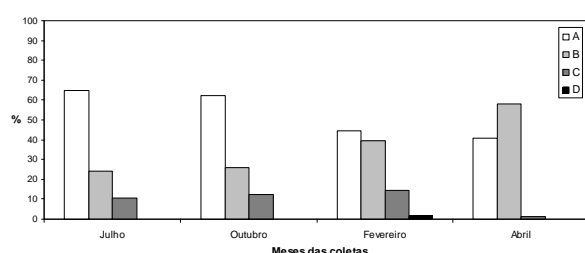
## Resultados

Foram analisados 284 exemplares de *P. rudolphi*, sendo 46 machos, 74 fêmeas e 164 com sexo

indeterminado, cujas distribuições de frequência por classe de comprimento estão na Figura 1. As distribuições de comprimento foram semelhantes para machos e fêmeas, sendo as fêmeas mais abundantes. A proporção sexual entre machos e fêmeas foi significativamente diferente do esperado 1:1 ( $\chi^2 = 6,53$ ;  $p < 0,05$ ) e ocorre a proporção de um macho para 1,6 fêmea. Os comprimentos variaram da classe de 1,85 cm à classe de 6,95 cm. Observando-se, nesta amplitude de variação, quatro grupos modais respectivos às classes de 3,1 cm, 4,6 cm, 5,2 cm e 5,8 cm.

O ajuste da equação alométrica aos dados de peso e comprimento resultou nas expressões  $P = 0,0590 C^{2,07}$  ( $r = 0,91$ ) para machos e  $P = 0,0694 C^{1,95}$  ( $r = 0,91$ ) para fêmeas, sendo a diferença entre ambas altamente significativa ( $p < 0,001$ ). Os valores dos coeficientes angulares, nas duas expressões, foram significativamente menores do que 3 ( $p < 0,001$ ), indicando alometria negativa na relação peso-comprimento.

A maior frequência de ocorrência de gônadas maduras ocorreu em fevereiro, junto com a de gônadas esgotadas, para decrescer em abril (Figura 2).



**Figura 2.** Frequência porcentual dos estádios de maturação gonadal (A. imaturo, B. em maturação ou repouso, C. maduro e D. esgotado) nos meses de coletas.

Os valores da relação gonadossômática e dos fatores de condição alométrico e relativo foram mais elevados em outubro e fevereiro, decrescendo em abril (Tabela 1). Portanto, a dinâmica sazonal do ciclo reprodutivo em *P. rudolphi* sugere um período de preparo das gônadas para a desova, seguido de desova, entre outubro e fevereiro, estando o ciclo concluído em abril.

**Tabela 1.** Valores médios da relação gonadossômática (RGS), do fator de condição alométrico ( $K_A$ ) e do fator de condição relativo ( $K_r$ ), por período de coleta para *Pareiorhina rudolphi*.

	julho	outubro	fevereiro	abril
RGS (%)		7,87	7,9	7,37
$K_A$ (machos)	0,05	0,061	0,060	0,063
$K_A$ (fêmeas)	0,066	0,074	0,071	0,067
$K_r$ (fêmeas)	0,981	1,063	1,024	0,982

A atividade alimentar foi mais intensa em outubro, quando os estômagos repletos de alimento foram mais frequentes; o acúmulo de gordura visceral aumentou de outubro a fevereiro, diminuindo em abril (Tabela 2). O aumento da atividade alimentar em outubro, que resultou em maior acúmulo de gordura visceral, contribuiu para o amadurecimento das gônadas.

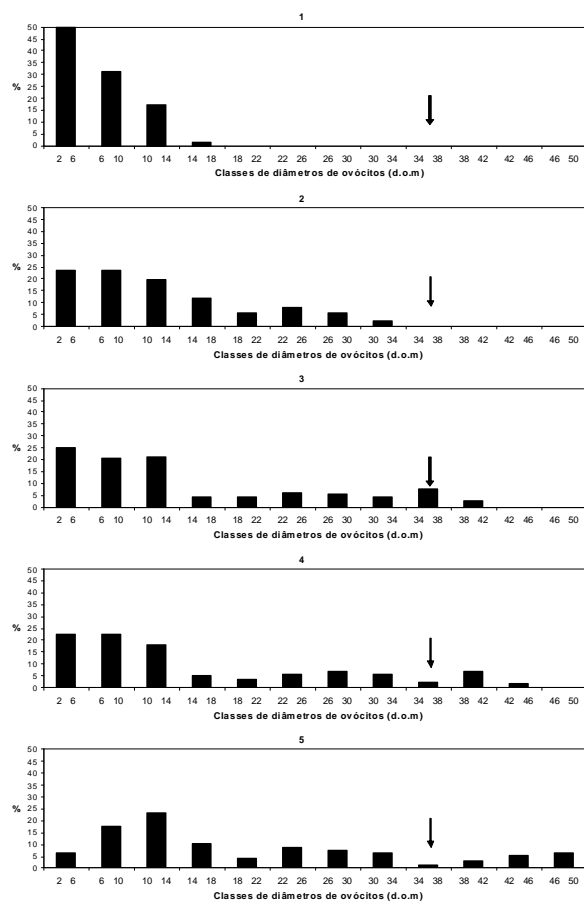
**Tabela 2.** Frequência porcentual do grau de repleção do estômago (GR) e do grau de gordura acumulada na cavidade visceral (GA), por período de coleta para *Pareiorhina rudolphi*.

	julho (%)	outubro (%)	fevereiro (%)	abril (%)
GR1	72,7	40,9	42,3	38,8
GR2	12,1	27,3	46,2	44,9
GR3	15,2	31,8	11,5	16,3
GA1	95,2	71,1	73,1	69,4
GA2	4,8	23,7	17,3	26,5
GA3		5,3	9,6	4,1

Foram analisados 11 estômagos com grau de repleção 3, encontrando-se predominância de perifiton; as algas *Echinosphaerella* (prostrada), *Cosmarium* (prostrada), *Fragilaria* (filamentosa), *Rhizosolenia* (prostrada), *Closteriopsis* (prostrada), *Bacillaria* (filamentosa), *Synedra* (colônia pedunculada) e *Ancylonema* (filamentosa) foram as mais abundantes e frequentes. Foram encontrados também alguns protozoários ingeridos junto com o perifiton (*Difflugia*, *Arcella*) e, esporadicamente, ninfa de Plecoptera. O grau de preferência alimentar aplicado aos itens indicou ser o perifiton um item de alto grau de preferência (GPA = 3,9) e ninfa de Plecoptera como item ocasional (GPA = 0,2).

As distribuições de comprimento de machos e fêmeas foram agrupadas por serem semelhantes (Figura 1), e o comprimento médio da primeira maturação gonadal, estimado para machos e fêmeas conjuntamente. A equação em logaritmo que representa a linearização da curva de primeira maturação gonadal para sexos grupados de *P. rudolphi* é  $\ln Y = - 11,2475 + 7,0724 \ln X$  e o comprimento médio estimado da primeira maturação gonadal é 4,45 cm.

Foram analisados nove pares de ovários para a estimativa da fecundidade de *P. rudolphi*. Após a dissociação dos ovócitos das lamelas ovulíferas, foi realizada a contagem total e medição de todos os ovócitos. Para cada par de ovários dissociado foi construída uma distribuição de frequência de diâmetros de ovócitos e grupadas, conforme a semelhança das distribuições, resultando em cinco grupos que representam o desenvolvimento dos ovócitos nos ovários (Figura 3).



**Figura 3.** Frequência percentual das classes de diâmetros de ovócitos em d.o.m (1 divisão de ocular micrométrica equivalente a 61,2 micrômetros) de *Pareiorhina rudolphi* arranjada em grupos (1-5: grupos de ovários em crescente maturação). As setas indicam o diâmetro, a partir do qual os ovócitos se tornam maduros com deposição de vitelo.

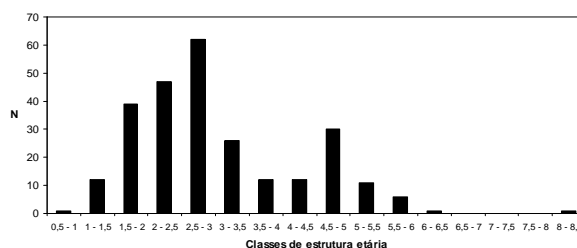
A análise dessas figuras, juntamente com as observações em esteromicroscópio, permitiu a constatação de três fases de ovócitos em desenvolvimento. A primeira fase é composta por ovócitos jovens do lote estoque, com diâmetros de 244,8 a 734,4 micrômetros; a segunda fase é composta por ovócitos em desenvolvimento que já começaram a depositar vitelo no citoplasma, com diâmetros de 979,2 a 1958,4 micrômetros; e a terceira fase é constituída por ovócitos vitelogênicos, com diâmetros de 2.203,2 a 2.937,6 micrômetros. Os ovócitos da terceira fase são os que serão eliminados na desova. O número total de ovócitos variou de 51 a 72 (média de 58 ovócitos), e o de ovócitos maduros e que deverão ser eliminados foi de 4 a 11 (média de 7 ovócitos), o que indica fecundidade baixa. A relação gonadossomática foi baixa em exemplares com os ovários ainda em desenvolvimento e alta para os indivíduos com ovários maduros (Tabela 3).

**Tabela 3.** Dados de *Pareiorhina rudolphi* fêmea relativos ao comprimento total (C), peso total (P), relação gonadossomática (RGS), número total de ovócitos (NT), número de ovócitos vitelogênicos mais desenvolvidos (F), grupo de desenvolvimento dos ovários (GD) e estágio de maturidade (EM).

Peixe	CT (cm)	PT (g)	RGS	NT	F	GD	EM
1	5,9	2,3	5,65	64		1	B
2	6,3	2,76	2,54	57		2	B
3	4,5	1,47	13,6	46	4	3	C
4	4,4	1,44	12,5	59	6	3	C
5	4,4	1,46	15,75	43	5	3	C
6	4,5	1,44	11,81	51	8	4	C
7	6,0	2,39	10,02	70	5	4	C
8	6,0	2,43	11,11	72	11	5	C
9	5,8	2,09	10,56	57	10	5	C

O comprimento máximo teórico [ $L_{\infty}$ ] estimado para *P. rudolphi*, tomando-se como comprimento máximo amostrado o valor 6,8 cm, foi de 7,2 cm. A plotagem de Beverton aplicada aos dados resultou na expressão  $Y = 0,253 + 0,35 X$  ( $r = 0,99$ ), com taxa de crescimento  $K = B = 0,35 \text{ ano}^{-1}$ . A taxa instantânea de mortalidade natural (M), considerando-se a temperatura média da água em 18,3°C, foi 1,10  $\text{ano}^{-1}$ . A taxa de sobrevivência (S) foi de 33% e a longevidade, de 8,6 anos.

A Figura 4 ilustra a estrutura etária da população de *P. rudolphi* na microbacia do Ribeirão Grande. Observam-se dois grupos modais bem distintos na população, um com moda etária em 2,7 anos, que corresponde a um grupo mais jovem, e outro com moda etária em 4,7 anos, constituído por indivíduos mais velhos.

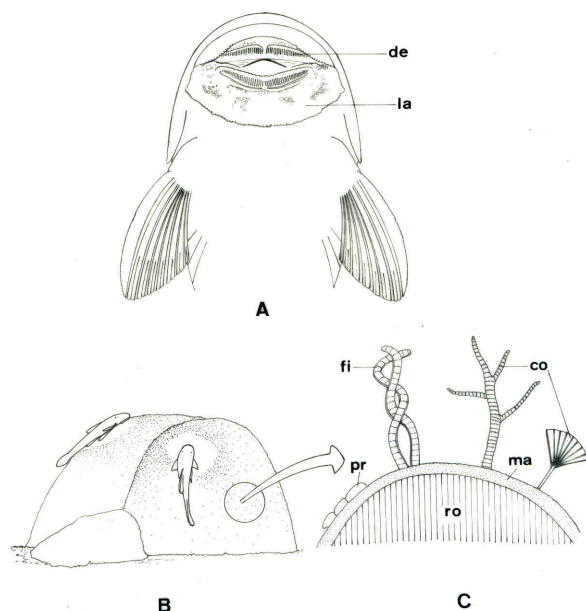


**Figura 4.** Frequência numérica nas classes de estrutura etária para *Pareiorhina rudolphi*.

## Discussão

Na microbacia do Ribeirão Grande, *P. rudolphi* distribui-se em altitudes de 900 a 630 m, em áreas cobertas por mata pluvial tropical, na encosta a campos abertos no pediplano (BRAGA; ANDRADE, 2005). O gênero *Pareiorhina* prefere ambientes de cabeceira em altitudes, onde os riachos são torrentosos, com águas claras e fundos pedregosos (GARAVELLO; SANTANA, 1998). No pediplano, ela se sobrepõe com a espécie menos abundante *P. brachyrhyncha*, na proporção de 11:1 (BRAGA; ANDRADE, 2005).

*Pareiorhina rudolphi* é uma espécie herbívora que se alimenta, principalmente, de perifiton. A boca está localizada ventralmente, provida de dentes filiformes conspícuos e circundada por lábios em forma de abas (Figura 5).



**Figura 5.** A. Vista ventral de *P. rudolphi* (de: dentes e la: lábio). B. Vista geral de *P. rudolphi* forrageando. C. Esquema do substrato e perifiton associado (ro: rocha, ma: matriz, pr: perifiton prostrado, fi: perifiton filamentosos, co: perifiton colonial pedunculado).

Constituem o perifiton, autótrofos bênticos compostos por microalgas que crescem sobre um substrato (ALLAN, 1995). O fundo dos riachos encachoeirados de correnteza rápida da microbacia do Ribeirão Grande é formado por um substrato arenoso, que contém seixos e matações de diversos tamanhos, que servem para a fixação do perifiton, neste caso denominado epilíton. O epilíton apoia-se sobre uma matriz composta por bactérias, musgos, fungos e protozoários, que servem de alimento para vários grupos de larvas e ninfas de insetos, larvas de vertebrados aquáticos e peixes pastadores (ALLAN, 1995).

O estudo dos hábitos alimentares de peixes, em rios tropicais, tem destacado a importância do material de origem alóctone, do perifiton e de macroinvertebrados bentônicos como alimento (ANGERMEIER; KARR, 1983; MOYLE; SENANAYAKE, 1984; POWER, 1984; ORTAZ, 1992; LOWE-McCONNELL, 1999). Em cabeceiras, o fluxo rápido da torrente impede o desenvolvimento de vegetação enraizada e do fitoplâncton, e a produção primária é realizada por algas e musgos que incrustam fundos rochosos (WOOTTON, 1992). O desenvolvimento do perifiton é maior em áreas mais abertas do que em áreas mais densamente florestadas e é um fator

importante na qualidade de habitats de loricariídeos (POWER, 1984).

Espécies de loricariídeos diferem em substratos onde se alimentam, segundo a morfologia da boca e do corpo (POWER et al., 1989). Flecker (1992a e b), estudando o hábito alimentar de peixes insetívoros, algívoros e detritívoros em riachos na Venezuela, concluiu que a algivoria e detritivoria reduzem a qualidade de habitat para invertebrados, com mais intensidade do que a predação. Wootton e Oemke (1992) concluíram que uma alta proporção de peixes tropicais é herbívora e a consequência da obtenção de alimento de origem vegetal, como macrófitas e perifiton, exerce mais influência em comunidades em áreas tropicais do que em comunidades de áreas temperadas.

A habilidade de fazer uso de uma fonte de alimento é chamada de adaptabilidade trófica (GERKING, 1994). Para minimizar a sobreposição de nichos tróficos entre espécies, Payne (1986) verificou que são importantes as adaptações morfoanatômicas desenvolvidas para explorar determinadas presas no ambiente. Segundo Motta (1988), a morfologia não é um bom indicador da dieta, mas um bom indicador de como o peixe se alimenta.

O aparato bucal de *P. rudolphi*, provido de dentes filiformes conspícuos e de lábios em forma de abas, permite ao peixe vasculhar o substrato raspando o perifiton. Outra espécie de cascudinho, *Neoplecostomus microps*, cuja distribuição se sobrepõe em parte à de *P. rudolphi* (BRAGA; ANDRADE, 2005), tem uma dieta bentófaga, baseada em larvas de insetos que captura por sucção, utilizando o seu aparato bucal (BRAGA et al., 2008), sem, no entanto, competir por alimento com *P. rudolphi*.

Trechos da encosta e do pediplano da microbacia do Ribeirão Grande também são ocupados por *Characidium lauroi*, espécie bentófaga insetívora que se alimenta de larvas de Diptera (Chironomidae, Simuliidae), mas diversifica a sua dieta alimentando-se de presas vágéis como ninfas de Ephemeroptera, Plecoptera, Odonata e larvas de Trichoptera, além de outros insetos aquáticos (BRAGA, 2005).

Portanto, a maneira como o item alimentar se apresenta no ambiente, se fixo, enterrado ou vágil, e a disponibilidade de estruturas anatômicas que os peixes possuem para capturar e ingerir esses itens é que possibilitarão a partilha adequada do alimento, minimizando a competição no espaço limitado existente em um riacho de montanha.

*Pareiorhina rudolphi* tem características biológicas associadas ao ciclo reprodutivo como ovócitos grandes, período reprodutivo longo, que a colocam na estratégia de seleção K, como proposto por Pianka

(1994), pois a direcionam para maior eficiência em adequar ou explorar o meio em que vive. O período reprodutivo longo é associado à adaptação a ambientes estressantes e instáveis, geralmente, encontrados em riachos, e proporciona condições mais favoráveis para o desenvolvimento das larvas eclodidas (GARUTTI, 1988; MAZZONI et al., 2002). A duração do período reprodutivo é importante para uma espécie de peixe, pois sincroniza a desova a um momento propício para a fertilização e desenvolvimento das larvas (KRAMER, 1978). A estratégia de equilíbrio proposta por Winemiller e Rose (1992) é semelhante à estratégia de seleção *K* e favorece a ocupação em ambientes sujeitos a densidades populacionais estáveis ou em habitats estressantes. As espécies de peixes que apresentam fecundidade baixa estão associadas com a estratégia de equilíbrio (WINEMILLER, 2005).

O desenvolvimento dos ovócitos segue o mecanismo definido como sincrônico em mais de dois grupos (WALLACE; SELMAN, 1981; WEST, 1990; VAZZOLER, 1996) e produz lotes de ovócitos em desenvolvimento em um período relativamente longo, que vai do início ao término do período de chuvas. O lote de ovócitos maduros, que contém poucos ovócitos, porém grandes, produz pequeno número de descendentes compatíveis com o ambiente limitado espacialmente e de recursos. Ovócitos grandes, que contém maior quantidade de vitelo, alimentarão as larvas por um tempo maior até que elas passem a utilizar o alimento exógeno (NIKOLSKY, 1963; 1969; BALON, 1975; WOOTTON, 1992). Produzir ovócitos grandes confere investimento parental maior às fêmeas, mas acrescenta vantagem compensatória maior às larvas produzidas, como torná-las mais aptas a explorar ambientes inóspitos (COLEMAN; GALVANI, 1998).

O ciclo sazonal de reservas nutricionais em peixes, como o depósito de gordura na cavidade visceral, segue padrão associado com períodos de reduzida atividade alimentar e reprodução, que é a função mais comum associada com reservas em peixes (NIKOLSKY, 1963; LARSON, 1991). Na microbacia do Ribeirão Grande, *Characidium lauroi* e *C. alipioi* tiveram o ciclo de deposição de gordura relacionado com a atividade reprodutiva e armazenaram gordura para ser utilizada no amadurecimento das gônadas (BRAGA, 2005).

Essas adaptações desenvolvidas, relacionadas com o acúmulo de gordura proveniente de um período de alimentação, para compensar o desgaste da atividade reprodutiva, e com ovários que contém ovócitos grandes e em número pequeno, são consideradas como táticas reprodutivas, segundo

Vazzoler (1996), e desenvolvidas por espécies que habitam determinados ambientes.

O aumento no valor do fator de condição alométrico, no período reprodutivo, pode estar associado à alometria fortemente negativa verificada para machos ( $b = 2,07$ ) e para fêmeas ( $b = 1,95$ ), sendo menores do que 3 em ambos os casos. O valor da constante  $b$  está intimamente associado com a equação alométrica que representa a relação peso-comprimento e o fator de condição alométrico (BRAGA, 1997).

A quantidade de matéria orgânica dissolvida e de matéria orgânica particulada transportada para um riacho varia sazonal e espacialmente, conforme geologia e vegetação locais e período de chuvas (ALLAN, 1995). A produção primária, em riachos, baseia-se principalmente no perifiton e no fitoplâncton, e a sua grandeza é substancialmente menor quando comparada com outro corpo de água equivalente; o fitoplâncton se auto-sustenta somente em certas condições encontradas em rios continentais (ALLAN, 1995). Assim, o fitoplâncton, em riachos de montanha, é pobre e depende do aporte de matéria orgânica alóctone para a sua manutenção, o qual aumenta durante a estação de chuvas. Tornam-se, portanto, táticas reprodutivas a desova em períodos de maior abundância de fitoplâncton e a presença de ovócitos grandes, ricos em vitelo, que nutrem a larva por um período até que encontre alimento exógeno constituído inicialmente por fitoplâncton. A seleção faz com que larvas produzidas, no período do ano mais favorável à sobrevivência, encontrem alimento abundante para um desenvolvimento mais rápido (LOWE-McCONNELL, 1999).

Um dos atributos das espécies de peixes que habitam riachos é apresentar pequeno tamanho (CASTRO, 1999). Pianka (1970) explica que são características da estratégia de seleção *r* ter desenvolvimento rápido, reprodução precoce, pequeno porte, entre outras, mas também afirma que nenhum organismo é completamente estrategista *r* ou completamente estrategista *K* em suas características. O fato de *P. rudolphi* ser de pequeno porte é uma adaptação ao ambiente limitado espacialmente em que vive. O comprimento médio da primeira maturação gonadal de 4,45 cm equivale a uma idade tardia de 2,7 anos, segundo o modelo de conversão de comprimento em idade (PAULY, 1983). O recrutamento de jovens na população é a maneira pela qual ela se mantém ao longo do tempo (KING, 1995), e a maturação precoce faz com que mais rapidamente novos recrutas entrem na população, mantendo-a abundante (NIKOLSKY, 1969). Essa estratégia é

adotada por espécies que têm seleção *r*, o que não ocorre na população de *P. rudolphi*, que se mantém pelo equilíbrio alcançado pelas táticas de reprodução e de desenvolvimento.

A população de *P. rudolphi* é mais abundante em grupos etários mais jovens, decrescendo em número nos grupos mais velhos (Figura 5), nos quais se verifica taxa elevada de mortalidade natural. A partir do grupo etário de seis anos, a densidade de indivíduos na população torna-se escassa.

Da mesma forma que na população de outro cascudinho, *Neoplecostomus microps*, que compartilha o hábitat com ela (BRAGA et al., 2008), *P. rudolphi* adota recursos de adaptação ao meio em que vive, e não de abundância.

## Conclusão

A espécie de cascudinho *P. rudolphi* está ajustada ao ambiente de riachos torrentosos da encosta e pediplano na microbacia do Ribeirão Grande, desenvolvendo adaptações para obter alimento epilítico; apresenta fecundidade baixa, maturação tardia, crescimento lento, longevidade alta, taxa de mortalidade natural alta e sobrevivência moderada. Esses atributos fazem com que a espécie exista no ambiente em função da manutenção do equilíbrio populacional, e não da abundância de indivíduos.

## Referências

- ALLAN, A. L. **Stream ecology**: structure and function of running waters. London: Chapman and Hall, 1995.
- ANGERMEIER, P. L.; KARR, J. R. Fish communities along environmental gradients in a system of tropical streams. **Environmental Biology of Fishes**, v. 9, n. 2, p. 117-135, 1983.
- BALON, E. K. Reproductive guilds of fishes: a proposal and definition. **Journal of the Fisheries Research Board of Canada**, v. 36, n. 6, p. 821-864, 1975.
- BICUDO, C. E. M.; BICUDO, R. M. T. **Algas de águas continentais brasileiras**. São Paulo: Funbec, 1970.
- BIZERRIL, C. R. S. F. Estrutura quantitativa de comunidades de peixes em um rio costeiro do sudeste brasileiro. **Acta Biologica Leopoldensia**, v. 17, n. 2, p. 57-80, 1995.
- BRAGA, F. M. S. Estudo entre fator de condição e relação peso-comprimento para alguns peixes marinhos. **Brazilian Journal of Biology**, v. 46, n. 2, p. 339-346, 1986.
- BRAGA, F. M. S. Análise da equação alométrica na relação peso e comprimento e o fator de condição em *Plagioscion squamosissimus* (Teleostei, Sciaenidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 57, n. 3, p. 417-425, 1997.
- BRAGA, F. M. S. O grau de preferência alimentar: um método quantitativo e qualitativo para o estudo do conteúdo estomacal de peixes. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 21, n. 2, p. 291-295, 1999.
- BRAGA, F. M. S. Feeding and condition factor of characidiin fish in Ribeirão Grande system, southeastern Brazil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 27, n. 3, p. 271-276, 2005.
- BRAGA, F. M. S. Aspectos da reprodução no gênero *Characidium* Reinhardt, 1867 (Crenuchidae, Characidiinae), na microbacia do Ribeirão Grande, serra da Mantiqueira, sudeste do Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 27, n. 4, p. 259-263, 2006.
- BRAGA, F. M. S.; ANDRADE, P. M. Distribuição de peixes na microbacia do Ribeirão Grande, serra da Mantiqueira oriental, São Paulo, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 95, n. 2, p. 121-126, 2005.
- BRAGA, F. M. S.; GOMIERO, L. M.; SOUZA, U. P. Aspectos da reprodução e alimentação de *Neoplecostomus microps* (Loricariidae, Neoplecostominae) na microbacia do Ribeirão Grande, serra da Mantiqueira oriental (SP). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 30, n. 4, p. 455-463, 2008.
- BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A.; GERAZZI, M. S. A. **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2007.
- CASATTI, L.; LANGEANI, F.; CASTRO, R. M. C. Peixes de riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, bacia do alto rio Paraná, SP. **Biota Neotropica**, v. 1, n. 1/2, p. 1-15, 2001.
- CASTRO, R. M. C. Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processos causais. In: CARAMASHI, E. P.; MAZZONI, R.; PERES, P. R. (Ed.). **Ecologia de peixes de riachos**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1999. cap. 4, p. 139-155.
- CASTRO, R. M. C.; CASATTI, L. The fish fauna from a small forest stream of the upper Paraná river basin, southeastern Brazil. **Ichthyological Exploration Freshwater**, v. 7, n. 4, p. 337-352, 1997.
- CASTRO, R. M. C.; CASATTI, L.; SANTOS, H. F.; MELO, A. L. A.; MARTINS, L. S. F.; FERREIRA, K. M.; GIBRAN, F. Z.; BENINE, R. C.; CARVALHO, M.; RIBEIRO, A. C.; ABREU, T. X.; BOCKMANN, F. A.; PELIÇÃO, G. Z.; STOPIGLIA, R.; LANGEANI, F. Estrutura e composição da ictiofauna de riachos da bacia do rio Grande no Estado de São Paulo, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 4, n. 1, p. 1-39, 2004.
- CHAMON, C.; ARANDA, A. T.; BUCKUP, P. A. *Pareiorhina brachyrhyncha* (Loricariidae: Siluriformes): a new species of fish from the Paraíba do Sul slope of serra da mantiqueira, southeastern Brazil. **Copeia**, v. 2005, n. 3, p. 550-558, 2005.
- COLEMAN, R. M.; GALVANI, A. P. Egg size determines offspring size in neotropical cichlid fishes (Teleostei, Cichlidae). **Copeia**, v. 1998, n. 1, p. 209-213, 1998.
- FLECKER, A. S. Fish predation and the evolution of invertebrate drift periodicity: evidence from neotropical streams. **Ecology**, v. 73, n. 2, p. 438-448, 1992a.

- FLECKER, A. S. Fish trophic guilds and the structure of a tropical stream: weak direct vs. strong indirect effects. **Ecology**, v. 73, n. 3, p. 927-940, 1992b.
- GARAVELLO, J. C.; SANTANA, I. C. Functional morphology, ecology and geographic distribution of the neotropical catfish *Pareiorhina* Gosline, 1947, from southeastern Brazilian rivers (Pisces, Loricariidae, Hypostominae). **Verhandlungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie**, v. 26, n. 5, p. 2240-2243, 1998.
- GARUTTI, V. Distribuição longitudinal da ictiofauna em um córrego da região noroeste do Estado de São Paulo, bacia do rio Paraná. **Brazilian Journal of Biology**, Rio de Janeiro, v. 48, n. 4, p. 747-759, 1988.
- GERKING, S. D. **Feeding ecology of fish**. San Diego: Academic Press, 1994.
- KING, M. **Fisheries biology, assessment and management**. Oxford: Blackwell Science, 1995.
- KRAMER, D. L. Reproductive seasonality in the fishes of a tropical stream. **Ecology**, v. 59, n. 5, p. 976-985, 1978.
- LARSON, R. J. Seasonal cycles of reserves in relation to reproduction in *Sebastes*. **Environmental Biology of Fishes**, v. 30, n. 1-2, p. 57-70, 1991.
- LEMES, E. M.; GARUTTI, V. Ictiofauna de poção e rápido em um córrego de cabeceira da bacia do alto rio Paraná. **Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS, Série Zoologia**, v. 15, n. 2, p. 175-199, 2002.
- LOWE-McCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: Edusp, 1999.
- MAZZONI, R.; CARAMASCHI, E. P.; FENERICH-VERANI, N. Reproductive biology of a characidiinae (Osteichthyes, Characidae) from the Ubatiba river, Maricá-RJ. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 62, n. 3, p. 487-494, 2002.
- MOTTA, P. J. Functional morphology of the feeding apparatus of ten species of pacific butterflyfishes (Perciformes, Chaetodontidae): an ecomorphological approach. **Environmental Biology of Fishes**, v. 22, n. 1, p. 39-67, 1988.
- MOYLE, P. B.; SENANAYAKE, F. R. Resource partitioning among the fishes of rainforest streams in Sri Lanka. **Journal of Zoology**, v. 202, n. 2, p. 195-224, 1984.
- NEEDHAM, J. G.; NEEDHAM, P. R. **Guia para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces**. Barcelona: Reverté, 1982.
- NIKOLSKY, G. V. **The ecology of fishes**. London: Academic Press, 1963.
- NIKOLSKY, G. V. **Theory of fish population dynamics**. Edinburgh: Oliver and Boyd, 1969.
- ORTAZ, M. Hábitos alimenticios de los peces de un río de montana neotropical. **Biotropica**, v. 24, n. 6, p. 550-559, 1992.
- PAULY, D. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and environmental temperature in 175 fish stocks. **Journal of Marine Science**, v. 39, n. 2, p. 175-192, 1980.
- PAULY, D. Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. **FAO Fishers Technical Papers**, v. 234, p. 1-52, 1983.
- PAYNE, A. I. **The ecology of lakes and rivers**. New York: John Wiley and Sons, 1986.
- PIANKA, E. R. On *r* and *K* selection. **American Naturalist**, v. 104, n. 940, p. 592-597, 1970.
- PIANKA, E. R. **Evolutionary ecology**. New York: Harper Collins College Publishers, 1994.
- POWER, M. E. Habitat quality and the distribution of algae-grazing catfish in a Panamanian stream. **Journal of Animal Ecology**, v. 1984, n. 53, p. 357-374, 1984.
- POWER, M. E.; DUDLEY, T. L.; COOPER, S. D. Grazing catfish, fishing birds, and attached algae in a Panamanian stream. **Environmental Biology of Fishes**, v. 26, n. 4, p. 285-294, 1989.
- RICKER, W. E. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. **Bulletim of the Fisheries Research Board of Canada**, v. 191, p. 1-382, 1975.
- RINCÓN, P. A. Uso do micro-habitat em peixes de riachos: métodos e perspectivas. In: CARAMASCHI, E. P.; MAZZONI, R. (Ed.). **Ecologia de peixes de riachos**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1999. cap. 2, p. 23-90.
- REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, C. J. **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: Edipucrs, 2003.
- SABINO, J.; CASTRO, R. M. C. Alimentação, período de atividade e distribuição espacial dos peixes de um riacho da floresta Atlântica (sudeste do Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 50, n. 1, p. 23-26, 1990.
- SANTOS, E. P. **Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura**. São Paulo: Hucitec, 1978.
- SPARRE, P.; VENEMA, S. C. Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais. **FAO Fisheries Technical Papers**, v. 306, n. 1, p. 1-404, 1997.
- VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá: Eduem, 1996.
- WALLACE, R. A.; SELMAN, K. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. **American Zoologist**, v. 21, n. 2, p. 325-343, 1981.
- WEATHERLEY, A. H. **Growth and ecology of fish populations**. London: Academic Press, 1972.
- WEST, G. Methods of assessing ovarian development in fishes: a review. **Australian Journal of Marine and Freshwater Research**, v. 41, n. 4, p. 199-222, 1990.
- WINEMILLER, K. O. Life history strategies, population regulation, and implications for fisheries management. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 62, n. 4, p. 872-885, 2005.
- WINEMILLER, K. O.; ROSE, K. A. Patterns of life-history diversification in North American fishes: implications for population regulation. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 49, n. 10, p. 2196-2218, 1992.

WOOTTON, R. J. **Fish ecology**. New York: Chapman and Hall, 1992.

WOOTTON, J. T.; OEMKE, M. P. Latitudinal differences in fish community trophic structure, and the role of fish herbivory in a Costa Rican stream. **Environmental Biology of Fishes**, v. 35, n. 3, p. 311-319, 1992.

*Received on November 26, 2007.*

*Accepted on April 29, 2008.*

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.