

JULIANA STABILE DE OLIVEIRA

**BIOLOGIA REPRODUTIVA, ESTRUTURA POPULACIONAL E CRESCIMENTO
DE *Corydoras barbatus* (QUOY & GAIMARD, 1824) (SILUROIDEI,
CALLICHTHYIDAE) NA BACIA DO RIO RIBEIRÃO, PARANÁ, BRASIL.**

Dissertação apresentada como requisito parcial
à obtenção do grau de Mestre em Ciências, área
de concentração Zoologia. Curso de Pós-
Graduação em Ciências Biológicas, Zoologia,
Setor de Ciências Biológicas da Universidade
Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. José Marcelo Rocha
Aranha

CURITIBA - PR

2004

JULIANA STABILE DE OLIVEIRA

**BIOLOGIA REPRÓDUTIVA, ESTRUTURA POPULACIONAL E CRESCIMENTO
DE *Corydoras barbatus* (QUOY & GAIMARD, 1824) (SILUROIDEI,
CALLICHTHYIDAE) NA BACIA DO RIO RIBEIRÃO, PARANÁ, BRASIL.**

Dissertação apresentada como requisito parcial
à obtenção do grau de Mestre em Ciências, área
de concentração Zoologia. Curso de Pós-
Graduação em Ciências Biológicas, Zoologia,
Setor de Ciências Biológicas da Universidade
Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. José Marcelo Rocha
Aranha

CURITIBA - PR

2004

Termo de aprovação

**BIOLOGIA REPRODUTIVA, ESTRUTURA POPULACIONAL E CRESCIMENTO
DE *Corydoras barbatus* (QUOY & GAIMARD, 1824) (SILUROIDEI,
CALLICHTHYIDAE) NA BACIA DO RIO RIBEIRÃO, PARANÁ, BRASIL.**

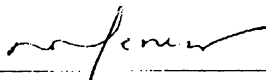
por

Juliana Stabile de Oliveira

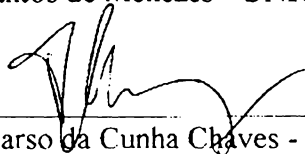
Dissertação aprovada em 06 de fevereiro de 2004, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração Zoologia, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Zoologia, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores



Dr. José Marcelo Rocha Aranha - UFPR



Drª. Márcia Santos de Menezes - UNICENP

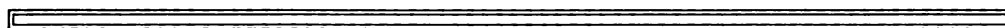


Dr. Paulo de Tarso da Cunha Chaves - UFPR

*Dedico este trabalho à Nilson
Narciso de Oliveira (in memorian).*

*O milagre não está em andar sobre a água.
O milagre é andar sobre a terra verde,
habitando profundamente o momento presente
e sentindo-se verdadeiramente vivo.*

THICH NHAT HANH



AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Marcelo Rocha Aranha pela orientação, amizade, paciência, aconselhamentos e quebradas de galho imprescindíveis em alguns momentos do curso, que sem sua orientação como profissional e amigo, o caminho a percorrer seria mais árduo e nada divertido.

Ao CNPq pela bolsa concedida nos últimos seis meses de curso.

À Dra. Márcia Santos de Menezes (UNICENP), por me ensinar como trabalhar com peixes de riacho, por me deixar trabalhar com as “coridoras” e pela simpatia.

Aos membros da banca examinadora: Dr. Paulo de Tarso Chaves (UFPR), Dra. Márcia Santos de Menezes (UNICENP) e Dr. Henry Louis Spach (CEM - UFPR) pela presença na banca, críticas, correções e sugestões.

À amiga de tantos anos de “cursos” e de vida Msc. Maria Antônia Michels de Souza (pois agora!) pela presença constante nos momentos mais difíceis e divertidos, por abrir sua casa e seu coração pra mim e por me amparar como uma verdadeira irmã nos momentos de extrema dificuldade.

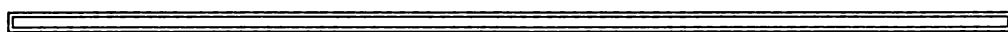
Ao amigo Msc. Gustavo Sene Silva, pelas sugestões nos *abstracts*, pela amizade, proveitosas conversas e sugestões antes e ao longo do curso e de nossa convivência.

Aos “coletadores”, os colegas de laboratório e de curso Jean Ricardo Simões Vitule e Marcelo Rennó Braga (Marcelinho), pela amizade, pelas divertidas coletas intermináveis, por trazerem as “coridoras” pra mim quando não pude buscá-las e por me ensinar um pouco mais sobre peixes de riacho no campo e no laboratório.

À turma do EcoRios: Almir, Fábio, Maria Elisa (Juju), Flávia, Kátia, Jean, Marcelinho, Maria Antônia, Célio e Luciana pela amizade e convivência.

Às meninas de sala 3 (ou sala da bagunça), Simone Umbria (Mone), Simone Dala Rosa (Si), Helen Pichler e à Fabíola (Biolinha), amigas inseparáveis em muitos momentos de cinemas, festas e Habsburgo (Habs), espero que sempre continuemos amigos assim.

Às amigadas que fiz durante esses dois anos de curso: Viviane (Vivi), Zé (*orquidioman*), Zé Francisco, Robert, Ramoci, Maurício, Letícia, Rogério, Marcus e Zeldon.



Ao Dr. Arno Blankenstein (UFSC) por ceder gentilmente seu laboratório durante os trabalhos de leitura dos anéis nos otólitos.

Ao jornalista Ângelo Poletto (Jornal Notícias do Campeche e Sul da Ilha) por me liberar em tantas ocasiões das minhas funções de fotógrafa, sem deixar de me incentivar em momento algum a continuar o curso.

À Andiará Manzani (Di) (forgada!) e Daniela Frágoso César (Dani) pela amizade, incentivo constante e animação pra tudo na vida, mesmo que nos piores momentos.

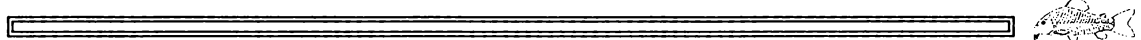
Ao meu pai Nilson (*in memoriam*) que sempre acreditou na filha Bióloga dele, mesmo sem entender muito bem o que eu fazia, sem nunca deixar de participar de todos os momentos de minha vida.

À minha mãe Domitila, e aos meus irmãos Tatiana e Fábio pelo carinho, compreensão e apoio.

Ao Eduardo, parte importante de minha vida, que sempre meio contrariado de saudades, me incentivou incondicionalmente a fazer o que gosto.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS	xiii
PREFÁCIO	1
CAPÍTULO I: Estrutura populacional de <i>Corydoras barbatus</i> (Quoy & Gaimard, 1824) (Siluroidei, Callichthyidae) na bacia do rio Ribeirão, Paraná, Brasil.	4
RESUMO	5
ABSTRACT	6
INTRODUÇÃO	7
MATERIAL E MÉTODOS	9
1 – Caracterização da área de estudo	9
2 - Metodologia	11
RESULTADOS	13
1 – Estrutura em tamanho	13
2 – Proporção sexual	15
3 – Proporção entre jovens e adultos	18
4 – Relação peso/comprimento	21
DISCUSSÃO	23
ANEXO 1	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
CAPÍTULO II: Táticas reprodutivas de <i>Corydoras barbatus</i> (Quoy & Gaimard, 1824) (Siluroidei, Callichthyidae) na bacia do rio Ribeirão, Paraná, Brasil.	32
RESUMO	33
ABSTRACT	34
INTRODUÇÃO	36
MATERIAL E MÉTODOS	38
RESULTADOS	41
DISCUSSÃO	47
ANEXO 2	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51



CAPÍTULO III: Idade e crescimento de <i>Corydoras barbatus</i> (Quoy & Gaimard, 1824) (Siluroidei, Callichthyidae) na bacia do rio Ribeirão, Paraná, Brasil.	54
RESUMO	55
ABSTRACT	56
INTRODUÇÃO	57
MATERIAL E MÉTODOS	59
RESULTADOS	61
DISCUSSÃO	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE PREFÁCIO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	75

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Mapa da Bacia do Rio Ribeirão com a localização dos três pontos amostrais.	10
FIGURA 2: Os três pontos de amostragem no Rio Ribeirão.	11
FIGURA 3: Rede de arrasto utilizada nas amostragens ao longo dos três pontos do Rio Ribeirão.	12
FIGURA 4: Distribuição das classes de comprimento por ponto de amostragem de <i>Corydoras barbatus</i> , no Rio Ribeirão.	13
FIGURA 5: Distribuição das classes de comprimento por mês, de <i>Corydoras barbatus</i> no Rio Ribeirão. Classes de comprimento: <u>1</u> -1,0→1,8; <u>2</u> -1,9→2,7; <u>3</u> -2,8→3,6; <u>4</u> -3,7→4,5; <u>5</u> -4,6→5,4; <u>6</u> -5,5→6,3; <u>7</u> -6,4→7,2; <u>8</u> -7,3→8,1; <u>9</u> -8,2→9,0; <u>10</u> -9,1→9,9; <u>11</u> -10→10,9.	14
FIGURA 6: Distribuição das classes de comprimento para todo o período de machos e fêmeas de <i>Corydoras barbatus</i> no Rio Ribeirão. * = significativo para $p < 0,05$; não foram testadas as classes de comprimento 1,0-1,9, 1,9-2,8, 9,1-10 e 10-10,9 devido ao n insuficiente para o teste.....	16
FIGURA 7: Frequência percentual de machos e fêmeas de <i>Corydoras barbatus</i> no ponto 1 do Rio Ribeirão. Os números acima das colunas referem-se ao n amostral. (n total dos machos = 118 e n total das fêmeas = 133).	16
FIGURA 8: Frequência percentual de machos e fêmeas de <i>Corydoras barbatus</i> no ponto 2 do Rio Ribeirão. Os números acima das colunas referem-se ao n amostral. (n total dos machos = 100 e n total das fêmeas = 154).	17
FIGURA 9: Frequência percentual de machos e fêmeas de <i>Corydoras barbatus</i> no ponto 3 do Rio Ribeirão. Os números acima das colunas referem-se ao n amostral. (n total dos machos = 89 e n total das fêmeas = 75).	17
FIGURA 10: Frequência percentual de machos e fêmeas de <i>Corydoras barbatus</i> nos pontos 1, 2 e 3 do Rio Ribeirão. Os números acima das colunas referem-se ao n amostral. * = significativo para $p < 0,05$	18
FIGURA 11: Proporção bimestral entre jovens e adultos de <i>Corydoras barbatus</i> no ponto 1 do Rio Ribeirão.	19

FIGURA 12: Proporção bimestral entre jovens e adultos de <i>Corydoras barbatus</i> no ponto 2 do Rio Ribeirão..	19
FIGURA 13: Proporção bimestral entre jovens e adultos de <i>Corydoras barbatus</i> no ponto 3 do Rio Ribeirão.	20
FIGURA 14: Frequência percentual de jovens e adultos de <i>Corydoras barbatus</i> nos três pontos do Rio Ribeirão. Os números acima das colunas correspondem ao <i>n</i> amostra.	20
FIGURA 15: Relação peso/comprimento para machos no Rio Ribeirão. (<i>n</i> = 303).	21
FIGURA 16: Relação peso/comprimento para fêmeas no Rio Ribeirão. (<i>n</i> = 341).	22
FIGURA 17: Distribuições mensais das frequências de ocorrência percentual dos estádios imaturo, maduro e recuperação para os machos (A) e imatura, madura e semidesovada para as fêmeas (B) de <i>Corydoras barbatus</i> no Rio Ribeirão. Os números acima das colunas referem-se ao <i>n</i> amostral.	41
FIGURA 18: RGS médio mensal para machos e fêmeas de <i>Corydoras barbatus</i> no Rio Ribeirão.	42
FIGURA 19: Curva de distribuição relativa da frequência de fêmeas adultas de <i>Corydoras barbatus</i> no rio Ribeirão por classe de comprimento total (Lt) (cm). Classes de comprimento (cm): <u>1</u> -1,0→1,9; <u>2</u> -1,9→2,8; <u>3</u> -2,8→3,7; <u>4</u> -3,7→4,6; <u>5</u> -4,6→5,5; <u>6</u> -5,5→6,4; <u>7</u> -6,4→7,3; <u>8</u> -7,3→8,2; <u>9</u> -8,2→9,1; <u>10</u> -9,1→10; <u>11</u> -10→10,9.	43
FIGURA 20: Curva de distribuição relativa da frequência de machos adultos de <i>Corydoras barbatus</i> no rio Ribeirão por classe de comprimento total (Lt) (cm). Classes de comprimento (cm): <u>1</u> -1,0→1,9; <u>2</u> -1,9→2,8; <u>3</u> -2,8→3,7; <u>4</u> -3,7→4,6; <u>5</u> -4,6→5,5; <u>6</u> -5,5→6,4; <u>7</u> -6,4→7,3; <u>8</u> -7,3→8,2; <u>9</u> -8,2→9,1; <u>10</u> -9,1→10; <u>11</u> -10→10,9.	44
FIGURA 21: Distribuição mensal do RGS médio para machos e fêmeas em relação ao valor máximo obtido para <i>Corydoras barbatus</i> no Rio Ribeirão.	45
FIGURA 22: Distribuição da porcentagem do RGS máximo médio para machos e fêmeas agrupados em relação ao valor máximo obtido para <i>Corydoras barbatus</i> nos pontos 1, 2 e 3 do Rio Ribeirão.	45
FIGURA 23: Variação mensal do Índice Gonadal para machos e fêmeas de <i>Corydoras barbatus</i> no Rio Ribeirão. Os valores acima de cada ponto referem-se ao <i>n</i> amostral.	46

FIGURA 24: Distribuição bimestral da frequência de comprimentos para grupos com mesmo número de anéis de <i>Corydoras barbatus</i> . Os valores 0 ,1 ,2 ,3 ,4 ,5 ,6 e 7 correspondem ao número de anéis. Os números abaixo dos bimestres referem-se ao <i>n</i> amostral.	61
FIGURA 25: Teste de validade dos valores de comprimento médio pelo método de Ford-Walford para <i>Corydoras barbatus</i> . <i>n</i> = 424.	62
FIGURA 26: Curva de crescimento em comprimento para <i>Corydoras barbatus</i> . <i>n</i> =424.	62
FIGURA 27: Curva de crescimento em peso para <i>Corydoras barbatus</i> . <i>n</i> =424.	63
FIGURA 28: Frequência de indivíduos por número de anéis no ponto 1 do rio Ribeirão.	64
FIGURA 28: Frequência de indivíduos por número de anéis no ponto 2 do rio Ribeirão.	64
FIGURA 28: Frequência de indivíduos por número de anéis no ponto 3 do rio Ribeirão.	64



LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Características dos pontos de coleta no Rio Ribeirão e seu afluente, Rio Cachoeira.	9
TABELA 2: Frequência absoluta de machos e fêmeas de <i>Corydoras barbatus</i> por mês, para o total da amostra e resultados de χ^2 , nos três pontos amostrados do Rio Ribeirão.	15
TABELA 3: Valores calculados do χ^2 para k-amostras independentes para verificar a sazonalidade reprodutiva de machos e fêmeas de <i>Corydoras barbatus</i> nos três pontos de amostragem. * = significativo ($p < 0,05$); n = tamanho amostral de cada ponto para machos e fêmeas.	43

PREFÁCIO

Os rios costeiros brasileiros estiveram unidos há cerca de 16.000 anos atrás, quando da última regressão marinha, formando grandes bacias hidrográficas. A circulação da ictiofauna neste período ocorria entre riachos que hoje se encontram isolados tornando os limites das populações mais extensos do que os observados atualmente. Com a regressão do nível do mar e o isolamento destes rios, as populações de peixes foram divididas, mantendo-se isoladas e experimentando condições ambientais diversas (BÖHKLE *et al.*, 1978). A Floresta Atlântica brasileira contém uma rica e variada ictiofauna que possui uma íntima associação com a floresta, que lhe fornece, principalmente, proteção e alimento. Uma característica marcante desta fauna é o seu grau de endemismo, resultado da evolução das espécies em uma área que se manteve geomorfologicamente isolada das demais bacias hidrográficas brasileiras. Grupos de peixes pequenos, como as espécies de *Loricaria* e *Corydoras* em Siluriformes, apresentam uma elevada taxa de especiação devido ao alto grau de endemismo geográfico (BÖHKLE *et al.*, 1978).

Em riachos são reconhecidas quatro variáveis como as mais relevantes nas relações entre peixes e seus habitats: profundidade, velocidade da água, composição do substrato do leito e cobertura vegetal (SCHLOSSER, 1985; RINCÓN, 1999), mas as respostas dos peixes às variações destes fatores podem ser plásticas ou não. Desta forma, a rigidez nestas respostas implicaria em desgastes fisiológicos, na limitação a condições restritas, ou mesmo inviabilização. Muitos autores encontraram variações nas características bionômicas de diferentes espécies de peixes atribuídas a variações nos fatores ambientais (*e.g.* KRAMER, 1978; MANN *et al.*, 1984; LOBON-CERVIÁ *et al.*, 1991; MENEZES & CARAMASCHI, 1994; TAKEUTI, 1997). MUNRO (1990) comenta que pouco se sabe sobre a influência dos fatores ambientais desencadeadores, reguladores e determinantes na sazonalidade do processo reprodutivo, por exemplo, em peixes de águas doces tropicais.

A costa leste do Brasil é rica em rios e riachos e, de acordo com BÖHKLE *et al.* (1978), a Bacia do Leste é formada pelas drenagens que nascem na Serra do Mar e fluem para o Oceano Atlântico desde a Foz do Rio São Francisco até o sul do Estado do Rio Grande do Sul. Apesar da grande quantidade de rios da bacia do Leste e da riqueza desta fauna, a maioria dos trabalhos que abordam a biologia desta ictiofauna foram

desenvolvidos recentemente. Destes, podem ser citados os artigos de SABINO & CASTRO (1990), BUCK & SAZIMA (1995) e ARANHA & CARAMASCHI (1999) envolvendo biologia geral (alimentação, aspectos reprodutivos e aspectos da estrutura da população); ARANHA *et al.* (1998) e FOGAÇA *et al.* (2003) abordando alimentação e ocupação do habitat sob o ponto de vista de uma comunidade; TAKEUTI *et al.* (1999) abordando a estrutura da população. O gênero *Corydoras* possui poucas referências sobre reprodução e outros aspectos de sua biologia. Alguns trabalhos com este gênero possuem dados sobre ocupação espacial, alimentação, época reprodutiva (ARANHA *et al.*, 1993; ARANHA *et al.*, 1998; FOGAÇA *et al.*, 2003), táticas reprodutivas (MENEZES, 2000; AGUIAR *et al.*, 2003), variação geográfica (HOFFMANN & SHIBATTA, 2000a), análise morfométrica em populações (HOFFMANN & SHIBATTA, 2000b) e citogenética na diferenciação de populações (OLIVEIRA *et al.*, 1993).

Os Siluriformes são o grupo mais representativo na composição da fauna ictiica dos rios do leste brasileiro, característica ressaltada por BIZERRIL (1994), que fazendo uma análise taxonômica e biogeográfica da ictiofauna de água doce desta área, concluiu que dentre as ordens relacionadas, esta destaca-se por sua elevada diversidade, englobando 49,15% das espécies locais. Dentro de Siluriformes, a família Callichthyidae é constituída por peixes que possuem armadura óssea em duas fileiras de placas de cada lado do corpo, possuindo espinhos nas nadadeiras peitorais, dorsal e adiposa. A maioria das espécies possui respiração aérea acessória, possibilitando sua sobrevivência em ambientes com pouquíssimo oxigênio dissolvido (GÉRY, 1969; REIS, 1993; FERREIRA *et al.*, 1998). Os peixes desta família são habitantes de fundo e se alimentam predominantemente de invertebrados aquáticos, especialmente microcrustáceos e insetos, assim como grande quantidade de detritos (ARANHA *et al.*, 1993; REIS, 1993; ARANHA *et al.*, 1998; FERREIRA *et al.*, 1998; FOGAÇA *et al.*, 2003). Desta família fazem parte cerca de 161 espécies agrupadas em 8 gêneros. Destas espécies, 130 pertencem a *Corydoras*, o maior gênero de Siluriformes. Este gênero é encontrado na maioria das Bacias Hidrográficas Sul Americanas (Paraná-Paraguai, São Francisco, Amazonas, Orinoco, Maracaibo, Leste) (GÉRY, 1969; BÖHKLE *et al.*, 1978; REIS, 1993; PAXTON, 1997).



Este trabalho teve por objetivo avaliar comparativamente a estrutura populacional em tamanho, proporção sexual e de jovens e adultos de *Corydoras barbatus* nos trechos superior, médio e inferior do rio Ribeirão, Paranaguá, Paraná.

No capítulo I é abordada a estrutura populacional de *Corydoras barbatus* nos três pontos amostrais do rio Ribeirão, analisando-se comparativamente, a composição em tamanho, proporção sexual, proporção entre jovens e adultos e a relação peso/comprimento. No capítulo II, são apresentados a frequência de estádios de desenvolvimento gonadal, índice gonadosomático, índice gonadal e de atividade reprodutiva, caracterizando, desta forma, a época reprodutiva e a intensidade reprodutiva ao longo da bacia de drenagem do rio Ribeirão. No capítulo III, são caracterizadas a periodicidade do crescimento, as curvas de crescimento em peso e comprimento e a estrutura etária de *C. barbatus*.



CAPÍTULO I

**ESTRUTURA POPULACIONAL DE *Corydoras barbatus* (QUOY & GAIMARD, 1824)
(SILUROIDEI, CALLICHTHYIDAE) NA BACIA DO RIO RIBEIRÃO, PARANÁ,
BRASIL.**



**ESTRUTURA POPULACIONAL DE *Corydoras barbatus* (QUOY & GAIMARD, 1824)
(SILUROIDEI, CALLICHTHYIDAE) NA BACIA DO RIO RIBEIRÃO, PARANÁ,
BRASIL.**

RESUMO

A estrutura da população de *Corydoras barbatus* da bacia do rio Ribeirão, Paranaguá, Paraná, foi estudada em coletas mensais de janeiro de 2002 a fevereiro de 2003 nos trechos superior, médio e inferior, com rede de arrasto manual. Nos três pontos amostrais foram analisados e comparados a estrutura em tamanho, proporção macho/fêmea e de jovem/adulto. A relação peso/comprimento foi analisada separadamente para machos e fêmeas para os dados dos três pontos amostrais agrupados. Na estrutura em tamanho, as classes de comprimento que ocorreram com maior frequência nos pontos 1 e 2 foram de 5,5 a 7,3 cm, enquanto que no ponto 3 ocorreram com maior frequência indivíduos de 6,4 a 10 cm. Os indivíduos de comprimentos entre 1,0 e 3,6 cm ocorreram com maior frequência nos meses de janeiro, fevereiro, abril, maio de 2002 e fevereiro de 2003, enquanto que indivíduos de 4,6 a 8,1 cm ocorreram com bastante frequência durante os 14 meses de amostragem, exceto no mês de abril de 2002. Para todo o período de amostragem a proporção macho/fêmea foi significativamente diferente de 1:1 ($p < 0,05$) com predominância de fêmeas em relação aos machos. Para os meses ocorreram diferenças significativas entre machos e fêmeas nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril, setembro, novembro e janeiro de 2003. Nas classes de comprimento ocorreram diferenças significativas entre machos e fêmeas nos comprimentos entre 5,5 e 6,4 cm ($p < 0,05$). Entre os pontos amostrais ocorreram diferenças significativas entre machos e fêmeas no ponto 2 ($p < 0,05$). No ponto 1 os adultos foram mais frequentes em relação aos jovens em todos os bimestres, principalmente no bimestre setembro/outubro de 2002. Nos pontos 2 e 3 os adultos foram mais frequentes no bimestre setembro/outubro de 2002, enquanto os jovens ocorreram com maior frequência no bimestre março/abril de 2002. Para os três pontos amostrais a ocorrência de adultos foi superior a de jovens, em proporções semelhantes ao longo da bacia do rio Ribeirão, apresentando periodicidade nos três pontos, sendo que as proporções na ocorrência de jovens e adultos entre os três pontos não possuem diferenças significativas. A relação peso/comprimento para machos ocorre segundo a expressão $Wt=0,0106.Lt^{2,9931}$ e as fêmeas segundo a expressão $Wt=0,0124.Lt^{2,9325}$. A população de *Corydoras barbatus* apresentou características como composição e estrutura, que sugerem um certo grau de associação com a instabilidade de ambientes de riacho sujeitos a cheias ocasionais, da mesma forma como observado para a mesma espécie para outros riachos litorâneos.

Palavras-chave: rios litorâneos, *Corydoras barbatus*, estrutura populacional



ABSTRACT

(Population structure of *Corydoras barbatus* (Quoy & Gaimard, 1824) (Siluroidei, Callichthyidae), in Ribeirão river, Paraná, Brasil.)

The population structure of *Corydoras barbatus* of the basin of Ribeirão river, Paranaguá, Paraná, was studied through monthly samples from January 2002 to February 2003 in the upper, middle and lower sites with a manual drag net. The structure in size, proportion male/female and young/adult were analyzed and compared in the three sites. The weight/length rate was analyzed separately for males and females of the three sites altogether. Regarding size structure, the length classes from 5.5 to 7.3 cm were more frequent in sites 1 and 2, while 6.4 to 10 cm were more frequent in the site 3. The individuals with lengths between 1.0 and 3.6 cm occurred with larger frequency in January, February, April, May 2002 and February 2003, while individuals of 4.6 to 8.1 cm were more frequent during the 14 months of sampling, except in April 2002. For the whole sampling period the proportion male/female was significantly different from 1:1 ($p < 0.05$) with predominance of females. There were significant differences between males and females in January, February, March, April, September, November 2002 and January 2003. Significant differences in the length classes occurred between males and females ranging from 5.5 to 6.4 cm ($p < 0.05$). There were significant differences in the point 2 when compared to points 1 and 3 ($p < 0.05$). In the point 1, adults were more frequent than youngster during all months, especially in September/October 2002. In the sites 2 and 3, adults were more frequent in September/October 2002, whereas youngster occurred with larger frequency in March/April 2002. For the three sample sites the occurrence of adults were higher than youngster, occurring in similar proportions along the river Ribeirão basin. They present periodicity in the three sites, and the proportions between youngster's and adults occurrence among the three sites do not show significant differences. The length/weight rate for males were assessed according to the expression $Wt = 0.0106.Lt^{2.9931}$ and for females $Wt = 0.0124.Lt^{2.9325}$. The composition and structure presented by *Corydoras barbatus* population suggests a certain association degree with unstable environments of coastal rivers with severe flash-floods, as observed for other population on another coastal streams of Paraná.

Key-words: coastal rivers, *Corydoras barbatus*, population structure



INTRODUÇÃO

Os rios e riachos costeiros brasileiros são ambientes caracteristicamente instáveis, sujeitos a chuvas torrenciais (MENEZES & CARAMASCHI, 1994), que apesar de apresentarem as vantagens da água corrente, podem ser ambientes extremamente severos para a biota (PETTS & CALLOW, 1996). Muitas populações de peixes possuem flutuações em sua abundância, sendo que o tempo que levam para retornar à sua estabilidade depende de mecanismos reguladores específicos: o tempo de retorno ao equilíbrio pode tanto aumentar ou diminuir de acordo com as mudanças do ambiente (SHEPHERD & HORWOOD, 1977 *apud* WARE, 1984). Distúrbios naturais tendem a produzir ambientes constituídos por mosaicos de microhabitats, resultando em ambientes altamente heterogêneos (PICKETT & WHITE, 1985 *apud* MINSHALL, 1998). A maioria dos rios da América Central são pequenos e não suportam a condição de enchente por longos períodos sucessivos, e a biologia da ictiofauna é governada por essas condições severas e imprevisíveis (BUSSING, 1993).

A estrutura de uma população é um aspecto importante para ser analisado na biologia de um peixe, porque junto com outros aspectos, podem caracterizar a sua estratégia de vida, pois as estratégias bionômicas adotadas por uma espécie de peixe podem apresentar variações (WOOTTON, 1984), tornando-o capaz de responder a variações bióticas e abióticas. Desta forma, um certo grau de flexibilidade nas respostas à variações ambientais podem ser necessárias em ambientes instáveis, tornando a sobrevivência destas espécies possível. Desta forma, diversos autores têm demonstrado a capacidade das espécies de peixes em adaptar a sua dinâmica populacional às condições locais (VAZZOLER, 1971; BASILE-MARTINS *et al.*, 1986; GARUTTI, 1989).

Muitos fatores podem influenciar a dinâmica de uma população ao longo do tempo em ambientes de riacho. Nestes ambientes, as flutuações na temperatura e vazão são potencialmente extremas e, conseqüentemente, a presença de refúgios em condições ambientais severas, costuma ser um fator crítico na regulação da população e da dinâmica de uma comunidade (SCHLOSSER, 1995). Peixes de água doce podem ser fortemente influenciados por características como, por exemplo, o nível da água e oxigênio dissolvido, e a ocorrência destas populações é evidentemente influenciada por características como tipo de fundo e suas texturas e o sombreamento (LOWE-McCONNELL, 1999).



SABINO & CASTRO (1990) ressaltam a necessidade de um maior número de estudos em rios da região neotropical, para que se possa entender melhor a dinâmica de suas comunidades. Poucos trabalhos envolvendo a estrutura das populações de peixes de riachos têm sido realizados (e.g. LOBON-CERVIÁ, 1991; TAKEUTI, 1997; ARANHA & CARAMASCHI, 1999; MENEZES, 2000; ARAÚJO & GARUTTI, 2002). Além da escassez de trabalhos envolvendo a estrutura das populações, a maioria deles são realizados em apenas um ponto de amostragem (ARANHA *et al.*, 1993; TAKEUTI *et al.*, 1997; ARANHA *et al.*, 1998; ARANHA & CARAMASCHI, 1999; MENEZES, 2000) sem a avaliação da bacia em trechos de características fisiográficas diferenciadas. MENEZES (2000) avaliou a estrutura populacional de *C. barbatus* comparativamente em três riachos litorâneos do Paraná. FOGAÇA *et al.* (2003) estudaram a ocupação espacial e hábitos alimentares de *C. barbatus* no Rio do Quebra, Paraná. Outros autores também avaliaram a ocupação e alimentação de *C. barbatus* (ARANHA *et al.*, 1998) e a alimentação relacionada aos pulsos de cheia em dois riachos litorâneos (ARANHA, 2000).

Este trabalho teve como objetivos avaliar comparativamente a estrutura populacional em tamanho, proporção sexual de jovens e adultos de *Corydoras barbatus* nos trechos superior, médio e inferior do Rio Ribeirão, Paranaguá, Paraná.



MATERIAL E MÉTODOS

1- Caracterização da área de estudo

O Rio Ribeirão e seu afluente, rio Cachoeira, ($\cong 25^{\circ}36'S; 48^{\circ}37'W$) nascem na Serra da Prata a uma altitude de 766m, correndo diretamente para a Baía de Paranaguá, permitindo amostragens em mais de um ponto da sua bacia de drenagem.

O clima na região é tropical, superúmido, sem estação seca e isento de geadas. As chuvas estão bem distribuídas durante o ano todo, e no mês mais seco (julho) há ainda precipitações de até 60mm, sendo que fevereiro é o mês mais chuvoso. Anualmente, os níveis pluviométricos são superiores a 1000mm (IAPAR, 1978). A temperatura média anual varia de $17^{\circ}C$ a $21^{\circ}C$ (MAACK, 1981).

O trabalho foi realizado em um ponto no Rio Cachoeira (R1, montante, de coordenadas $25^{\circ}35'17'' S; 48^{\circ} 38' 01'' W$) e em outros dois pontos no Rio Ribeirão (R2, trecho intermediário, de coordenadas $25^{\circ}36'02''S; 48^{\circ} 37' 19''W$ e R3, jusante, de coordenadas $25^{\circ}35'21''S; 48^{\circ}36'40''W$) (Paranaguá, Paraná) (Tabela 1, Fig. 1 e Fig. 2).

TABELA 1: Características dos pontos de coleta no Rio Ribeirão e seu afluente Cachoeira.

	PONTO 1 (R1) RIO CACHOEIRA $25^{\circ}35'17''S; 48^{\circ}38' 01''W$	PONTO 2 (R2) RIO RIBEIRÃO $25^{\circ}36'02''S; 48^{\circ} 37' 19''W$	PONTO 3 (R3) RIO RIBEIRÃO $25^{\circ}35'21''S; 48^{\circ}36'40''W$
LOCALIZAÇÃO	Trecho superior afluente do Rio Ribeirão (município de Paranaguá)	Trecho médio do Rio Ribeirão (município de Paranaguá)	Trecho inferior do Rio Ribeirão (município de Paranaguá)
CURSO	superior	médio	inferior
GRANDEZA	segunda	terceira	terceira
LARGURA	4 m	4 m	3 a 4 m
PROFUNDIDADE	Até 1 m	50 cm	50 cm a 1 m
CORRENTEZA	fraca a moderada	forte	moderada
FUNDO	areia e cascalho	Arenoso/rochoso	areia
MARGEM DIREITA	arbustos e árvores	gramíneas	gramíneas
MARGEM ESQUERDA	arbustos e árvores	arbustos e árvores	gramíneas, arbustos e árvores
SOMBREAMENTO	Margens direita e esquerda	Margem esquerda	Margem esquerda

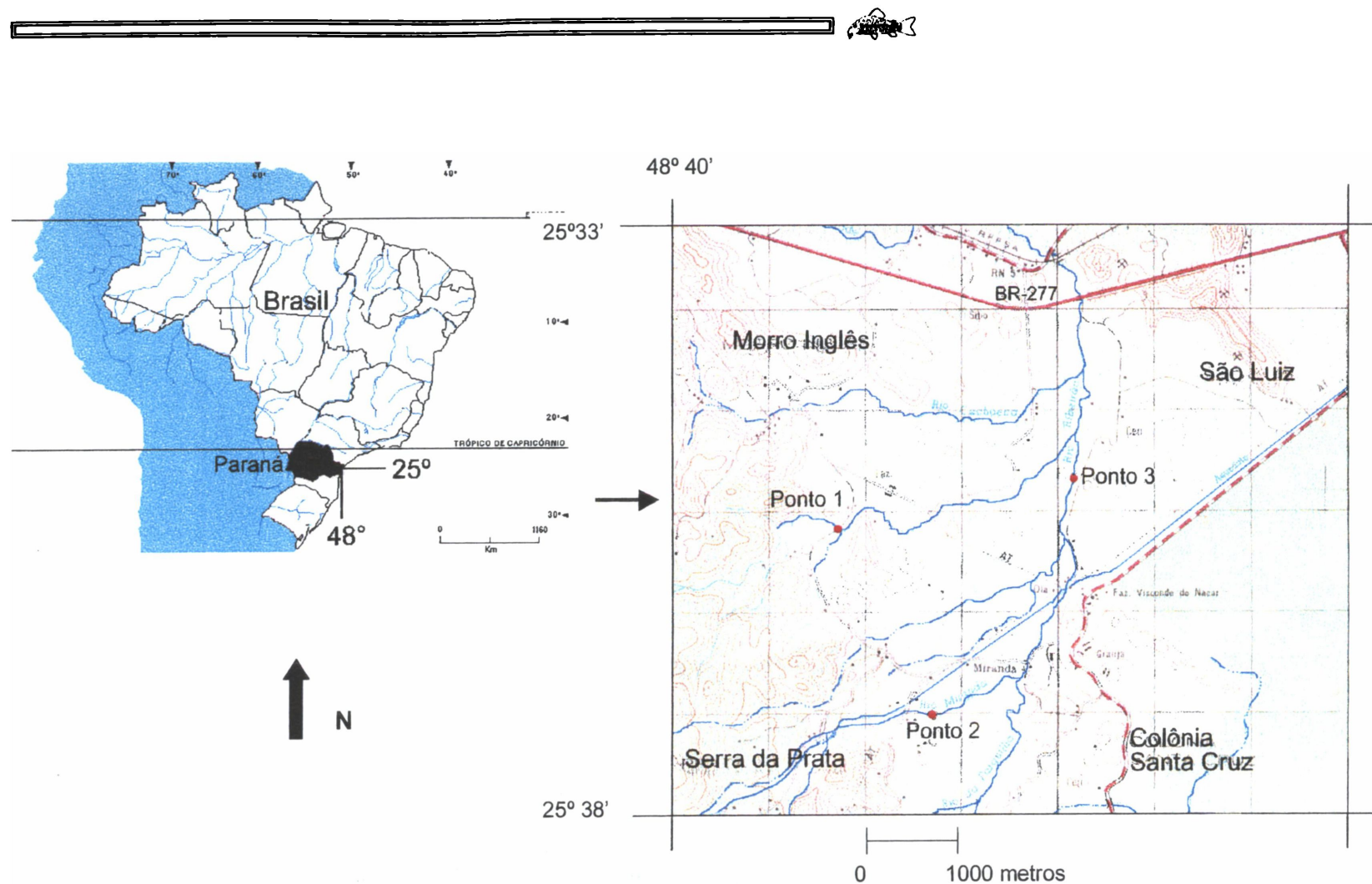


FIGURA 1 - Mapa da Bacia do Rio Ribeirão com a localização dos três pontos amostrais.



A - PONTO 1



B - PONTO 2



C - PONTO 3

FIGURA 2: Os três pontos de amostragem no Rio Ribeirão.

2- Metodologia

Foram realizadas coletas mensais, de janeiro de 2002 a fevereiro de 2003, utilizando-se redes de arrasto pequenas (Fig. 3) e peneiras nos três pontos amostrais do Rio Ribeirão e seu afluente Cachoeira, correspondentes aos trechos superior, médio e inferior. Foi coletado um total de 791 indivíduos. Os indivíduos coletados foram etiquetados e acondicionados em caixas térmicas com gelo e transportados até o laboratório. No laboratório, todos os indivíduos coletados foram pesados e medidos e tiveram o sexo reconhecido sob microscópio estereoscópio.



As classes de comprimento foram determinadas segundo a formulação de Sturges (VIEIRA, 1998).

A proporção sexual foi analisada para o total da amostra, por mês, por ponto de amostragem e por classe de comprimento, aplicando-se a estes valores o teste de χ^2 . Os jovens e adultos foram separados segundo comprimento de primeira maturação (capítulo II). A proporção entre jovens e adultos foi analisada para o total da amostra, por bimestre e por ponto de amostragem, aplicando-se a estes valores o teste do χ^2 .

Para a amostra foi obtida a relação peso/comprimento para machos e fêmeas separadamente, através da expressão $W_t = a.L_t^b$. As retas de regressão obtidas para machos e fêmeas foram comparadas, com intervalo de confiança de 95% da reta obtida com todos os dados (machos e fêmeas). As retas de regressão de machos e fêmeas não estão contidas no intervalo de confiança da reta calculada com todos os dados juntos. Desta forma, machos e fêmeas foram tratados separadamente por apresentarem diferenças entre si, conforme descrito em TAKEUTI *et al.* (1999).



FIGURA 3: Rede de arrasto utilizada nas amostragens ao longo dos três pontos do Rio Ribeirão.



RESULTADOS

1-Estrutura em tamanho

A distribuição das classes de comprimento foi diferenciada nos três pontos de amostragem, sendo que as classes com maior frequência de indivíduos ($\geq 25\%$) foram de 5,5 a 7,3 cm nos pontos 1 e 2. No ponto 3 as classes de comprimento de 6,4 a 10 cm ocorreram com frequências superiores a 10% (Fig.4). Durante os 14 meses de coleta observou-se que as classes de comprimento menores (de 1,0 a 3,6 cm) ocorreram com maior frequência ($>15\%$) nos meses de janeiro, fevereiro, abril, maio de 2002 e fevereiro de 2003, enquanto que os maiores comprimentos (4,6 a 8,1 cm) ocorreram com bastante frequência ($>15\%$) durante todo o período de coleta, exceto no mês de abril (Fig. 5).

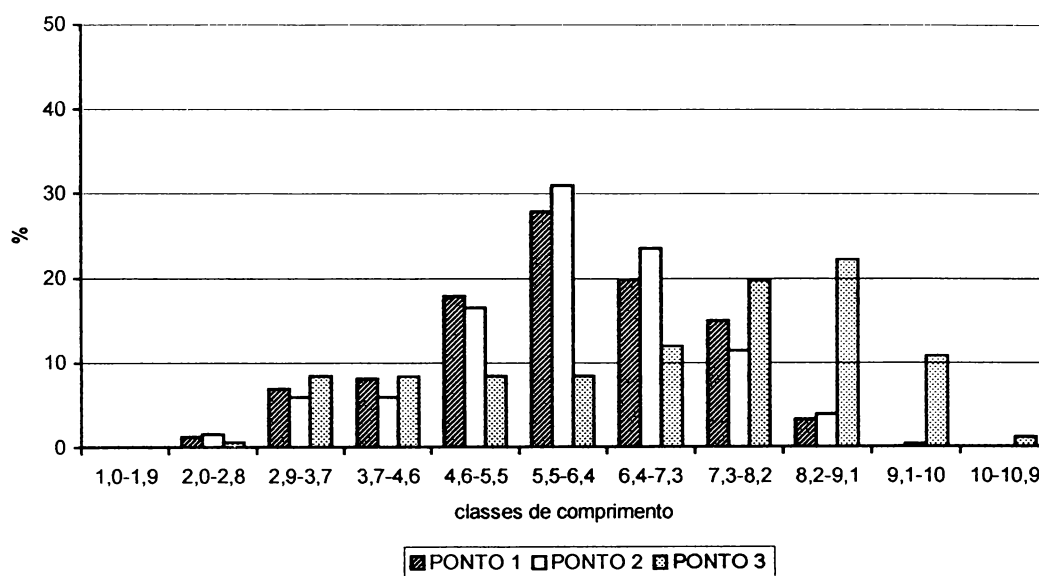


FIGURA 4: Distribuição das classes de comprimento por ponto de amostragem de *Corydoras barbatus*, no Rio Ribeirão.

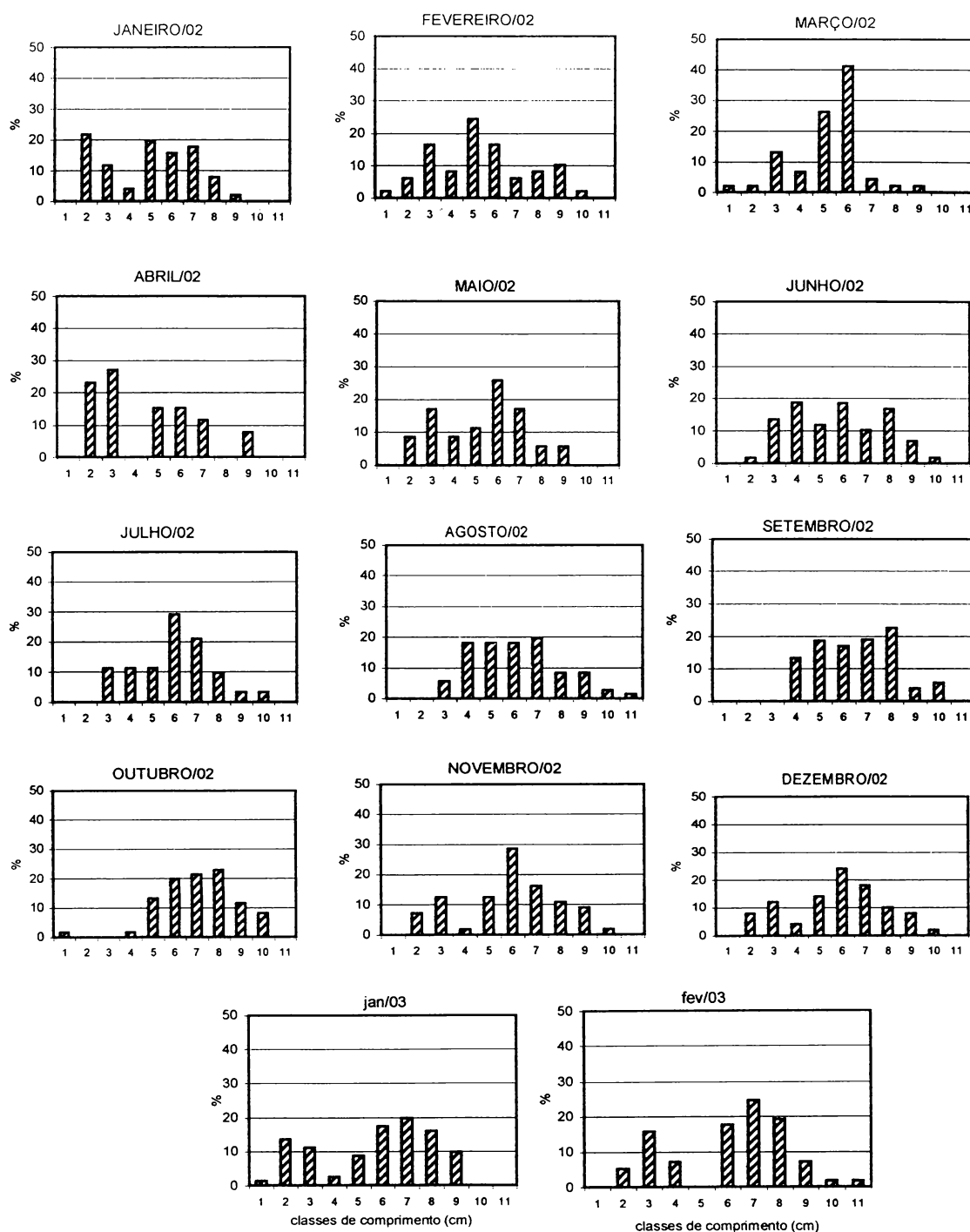


FIGURA 5: Distribuição das classes de comprimento (cm) por mês, de *Corydoras barbatus* no Rio Ribeirão. Classes de comprimento (cm): 1-1,0→1,9; 2-1,9→2,8; 3-2,8→3,7; 4-3,7→4,6; 5-4,6→5,5; 6-5,5→6,4; 7-6,4→7,3; 8-7,3→8,2; 9-8,2→9,1; 10-9,1→10; 11-10→10,9.



2- Proporção Sexual

Para todo o período, a proporção entre machos e fêmeas foi significativamente diferente de 1:1 ($\chi^2=3,86$, $p<0,05$), com predominância de fêmeas em relação aos machos. Analisando-se mensalmente, ocorreram diferenças significativas nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril, setembro, novembro e janeiro de 2003 (Tabela 2).

TABELA 2: Frequência absoluta de machos e fêmeas de *Corydoras barbatus* por mês, para o total da amostra e resultados de χ^2 , nos três pontos amostrados do Rio Ribeirão.

	MACHOS	FÊMEAS	χ^2
JANEIRO	13	26	4,333*
FEVEREIRO	11	28	7,41*
MARÇO	13	30	6,72*
ABRIL	20	6	7,53*
MAIO	20	11	2,61
JUNHO	33	23	1,78
JULHO	30	34	0,25
AGOSTO	37	31	0,53
SETEMBRO	34	17	5,67*
OUTUBRO	28	31	0,15
NOVEMBRO	34	16	6,48*
DEZEMBRO	23	16	1,25
JANEIRO/03	46	18	12,25*
FEVEREIRO/03	20	24	0,36
TOTAL	362	311	673

* = significativo para $p<0,05$

A proporção entre machos e fêmeas por classe de comprimento apresentou diferenças significativas ($\neq$ de 1:1) nas classes 5,5-6,4 e 9,1-10 (Fig. 6).

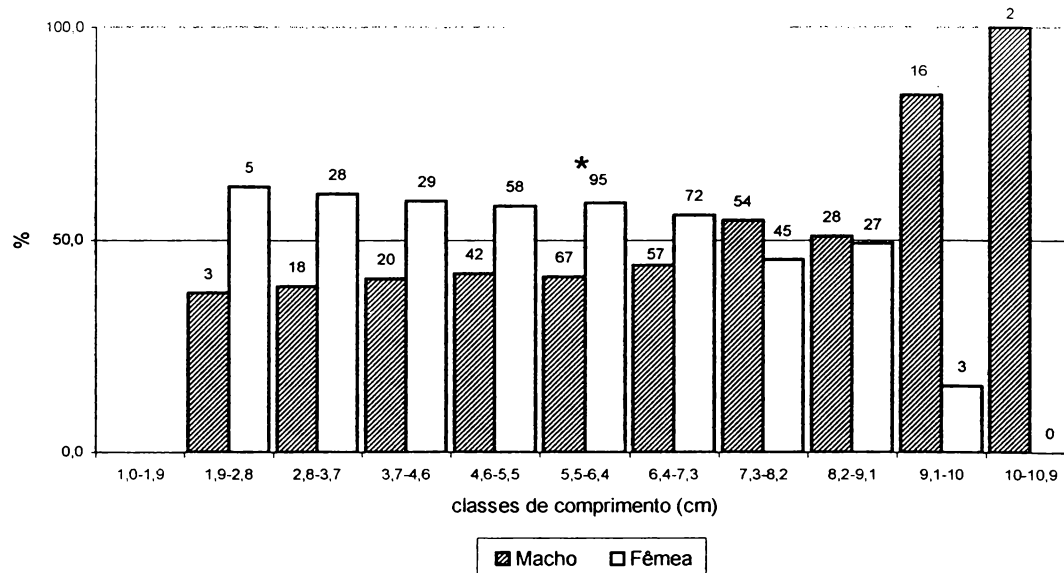


FIGURA 6: Distribuição das classes de comprimento para todo o período de machos e fêmeas de *Corydoras barbatus* no Rio Ribeirão. * = significativo para $p < 0,05$; não foram testadas as classes de comprimento 1,0-1,9, 1,9-2,8, 9,1-10 e 10-10,9 devido ao n insuficiente para o teste.

No ponto 1 os machos foram mais freqüentes do que as fêmeas nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2002, enquanto as fêmeas foram mais freqüentes nos meses de abril, maio, junho, agosto, setembro e dezembro de 2002 e janeiro e fevereiro de 2003 (Fig. 7).

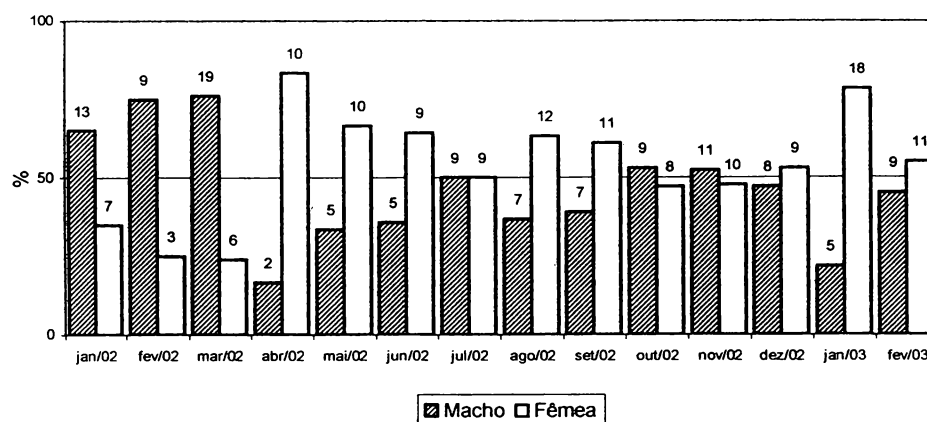


FIGURA 7: Frequência percentual de machos e fêmeas de *Corydoras barbatus* no ponto 1 do Rio Ribeirão. Os números acima das colunas referem-se ao n amostral. (n total dos machos = 118 e n total das fêmeas = 133).



No ponto 2 para todos os meses, a ocorrência de fêmeas foi maior que a de machos ($\chi^2 = 11,48$, $p < 0,05$), sendo os machos mais frequentes nos meses de janeiro, fevereiro, março e junho de 2002 e as fêmeas nos meses de abril, maio, julho, agosto, setembro, novembro e dezembro de 2002 e janeiro e fevereiro de 2003 (Fig. 8).

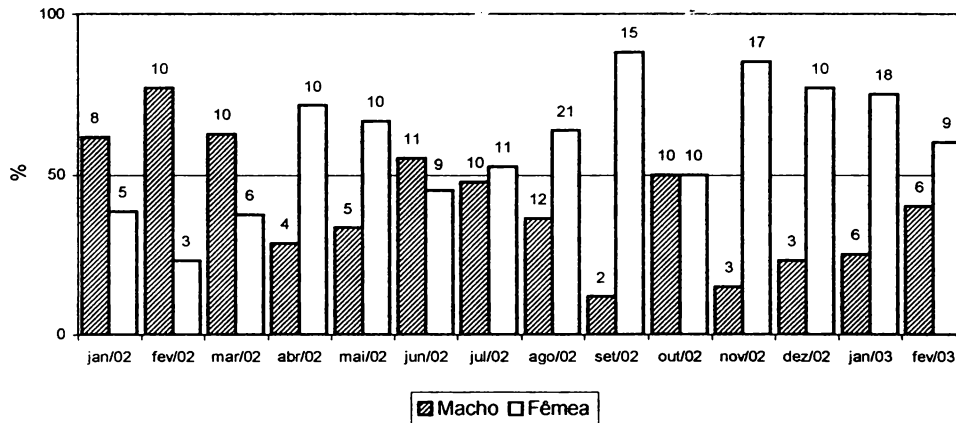


FIGURA 8: Frequência percentual de machos e fêmeas de *Corydoras barbatus* no ponto 2 do Rio Ribeirão. Os números acima das colunas referem-se ao n amostral. (n total dos machos = 100 e n total das fêmeas = 154).

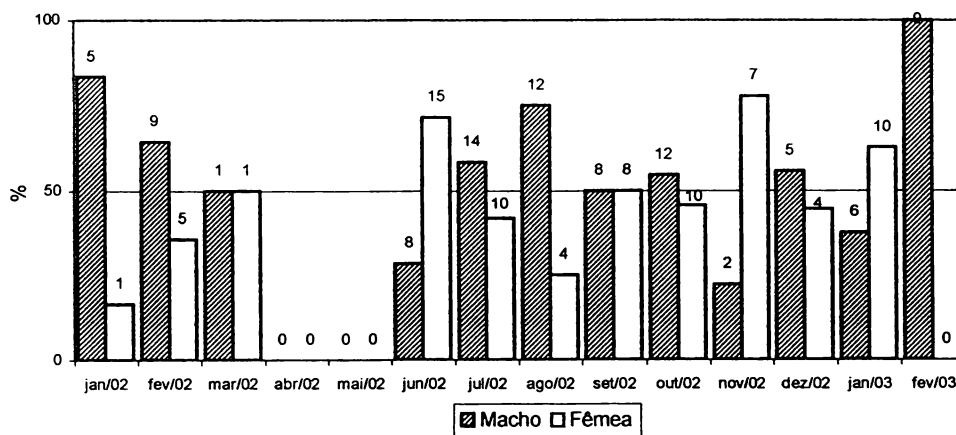


FIGURA 9: Frequência percentual de machos e fêmeas de *Corydoras barbatus* no ponto 3 do Rio Ribeirão. Os números acima das colunas referem-se ao n amostral. (n total dos machos = 89 e n total das fêmeas = 75).



No ponto 3 a ocorrência de machos foi maior do que a de fêmeas nos meses de janeiro, fevereiro, julho, agosto, outubro e dezembro de 2002 e fevereiro de 2003, enquanto a ocorrência das fêmeas foi maior nos meses de junho e novembro de 2002 e janeiro de 2003 (Fig. 9).

Nos pontos 1 e 2 a ocorrência de fêmeas foi maior do que a de machos, e no ponto 3 a ocorrência de machos foi maior do que a de fêmeas, sendo que apenas para o ponto 2 as diferenças foram significativas ($\chi^2 = 11,48$, $p < 0,05$) (Fig. 10).

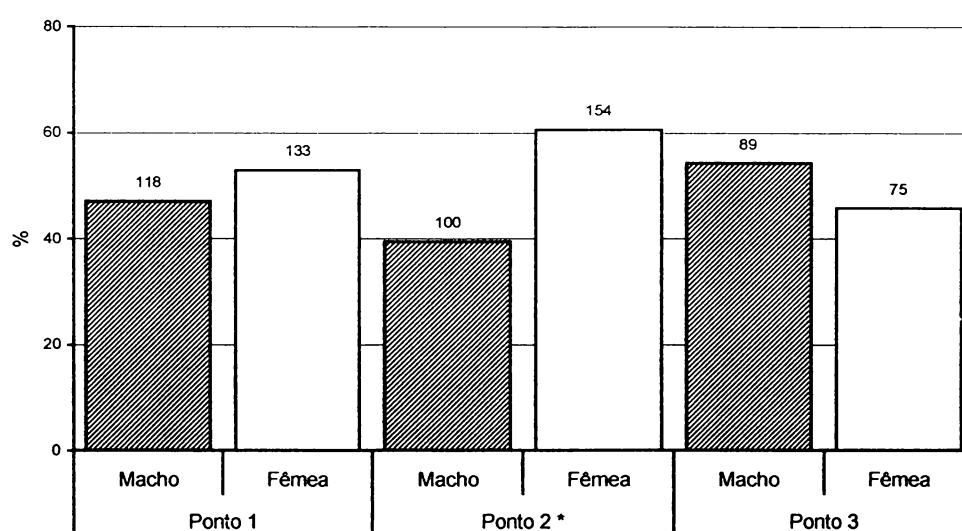


FIGURA 10: Frequência percentual de machos e fêmeas de *Corydoras barbatus* nos pontos 1, 2 e 3 do Rio Ribeirão. Os números acima das colunas referem-se ao n amostral.

* = significativo para $p < 0,05$.

3- Proporção entre jovens e adultos

A bacia de drenagem do rio Ribeirão apresentou distribuição e proporção diferenciada de jovens e adultos de *Corydoras barbatus*. No ponto 1 (Fig. 11) os adultos foram mais frequentes em relação aos jovens em todos os bimestres, principalmente no bimestre setembro/outubro de 2002, sendo que os jovens ocorreram com frequências de cerca de 40% nos bimestres janeiro/fevereiro, março/abril e maio/junho de 2002. No ponto 2 (Fig. 12) a ocorrência dos adultos foi maior que a dos jovens na maioria dos bimestres, principalmente no bimestre setembro/outubro de 2002 e exceto no bimestre março/abril de



2002, onde houve predomínio de jovens (70%). No ponto 3 (Fig. 13) a ocorrência dos adultos foi maior que a dos jovens na maioria dos bimestres, principalmente no bimestre setembro/outubro de 2002 e exceto no bimestre março/abril de 2002, onde houve predomínio de jovens (100%). Os n amostrais para os pontos de coleta encontram-se em anexo (Anexo 1).

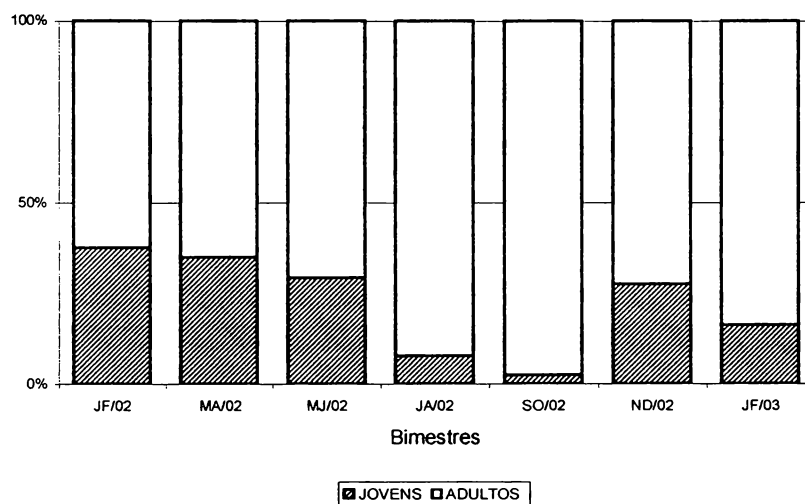


FIGURA 11: Proporção bimestral entre jovens e adultos de *Corydoras barbatus* no ponto 1 do Rio Ribeirão.

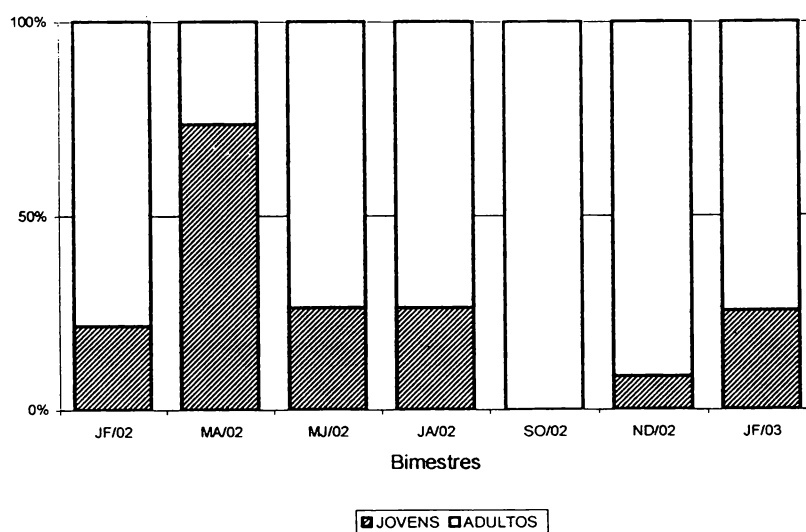


FIGURA 12: Proporção bimestral entre jovens e adultos de *Corydoras barbatus* no ponto 2 do Rio Ribeirão.

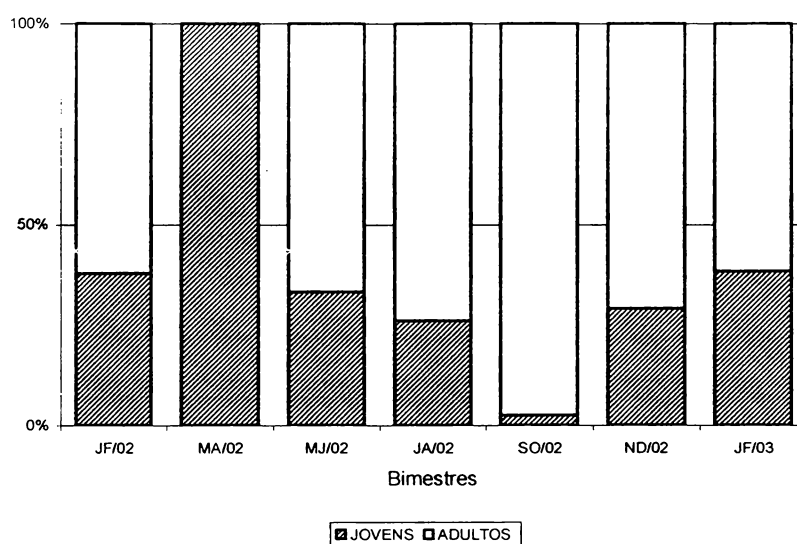


FIGURA 13: Proporção bimestral entre jovens e adultos de *Corydoras barbatus* no ponto 3 do Rio Ribeirão.

Para os três pontos amostrais (Fig. 14) a ocorrência de adultos foi superior a de jovens, em proporções semelhantes ao longo da bacia do rio Ribeirão.

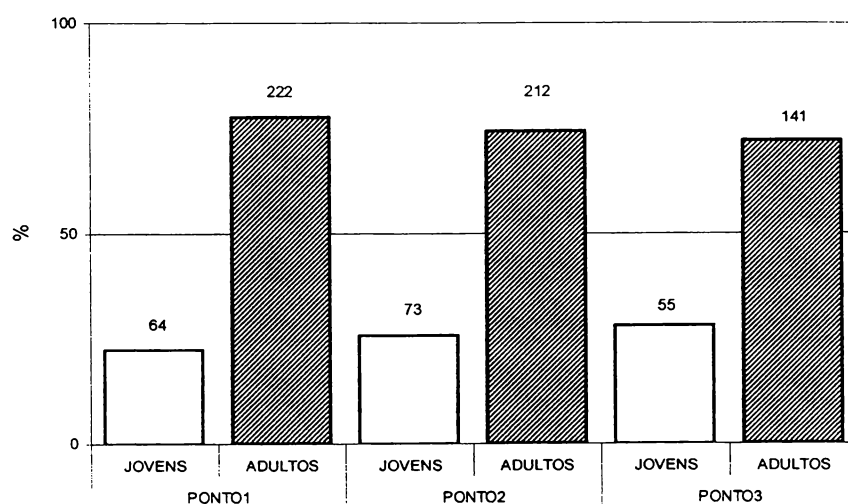


FIGURA 14: Frequência percentual de jovens e adultos de *Corydoras barbatus* nos três pontos do Rio Ribeirão. Os números acima das colunas correspondem ao n amostral.



A ocorrência de jovens ao longo da bacia de drenagem do rio Ribeirão não ocorreu ao acaso, apresentando periodicidade nos três pontos (ponto 1 $\chi^2=24,81$, ponto 2 $\chi^2=59,65$ e ponto 3 $\chi^2=23,72$, para $p<0,05$), sendo que as proporções na ocorrência de jovens e adultos entre os três pontos não possuem diferenças significativas ($\chi^2=2,08$ para $p<0,05$).

4- Relação peso/comprimento

Os valores dos pesos e comprimentos totais, obtidos através das equações das retas estimadas para machos e fêmeas separados não estão totalmente inseridos no intervalo de confiança estimado para os sexos agrupados, indicando crescimento relativo diferenciado. Desta forma, a relação peso/comprimento foi estimada separadamente.

A relação peso/comprimento para os pontos 1, 2 e 3 agrupados para machos e fêmeas mostrou pequenas diferenças na aderência dos dados, sendo que para machos a aderência foi maior, com R^2 igual a 0,9893 (Fig. 15) e, para fêmeas, ligeiramente menor, com R^2 assumindo valor igual a 0,961 (Fig. 16). A relação peso/comprimento para machos pode ser expressa, portanto pela equação $Wt=0,0106.Lt^{2,9931}$ (Fig 15) e $Wt=0,0124.Lt^{2,9325}$ para fêmeas (Fig 16).

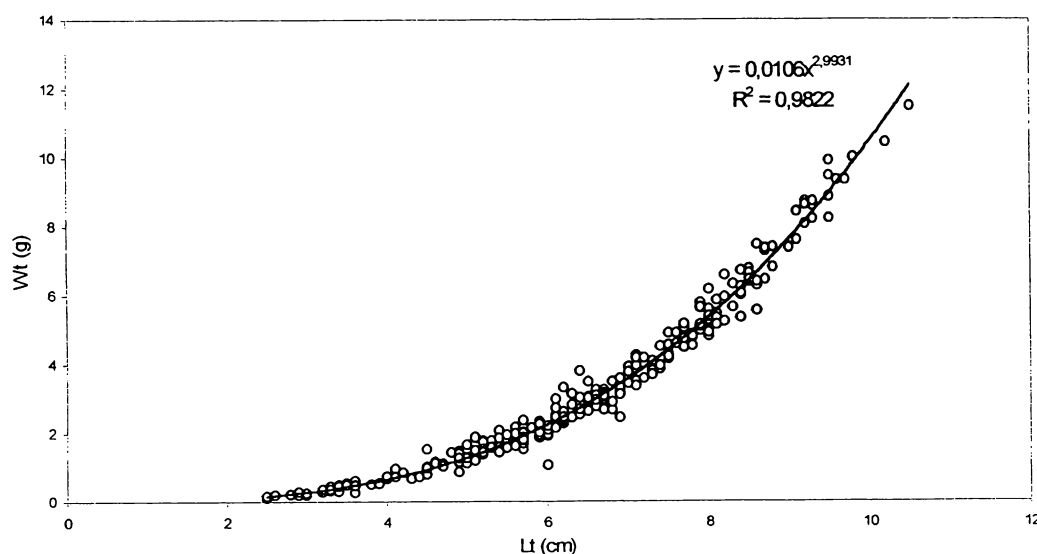


FIGURA 15: Relação peso/comprimento para machos no Rio Ribeirão. ($n = 303$)

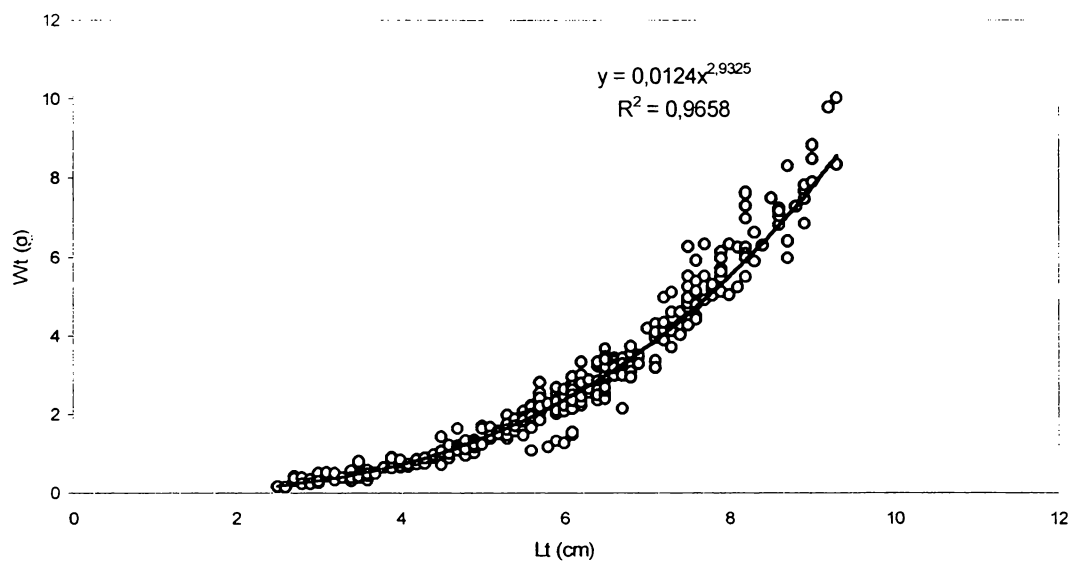


FIGURA 16: Relação peso/comprimento para fêmeas no Rio Ribeirão. ($n = 341$)



DISCUSSÃO

A maioria dos estudos em rios e riachos têm sido realizados em um ponto, não registrando, portanto a variabilidade presente ao longo da bacia de drenagem. (e.g. ARANHA *et al.*, 1998; AMARAL *et al.*, 1999; TAKEUTI *et al.*, 1999; MENEZES, 2000). Assim como ARAÚJO & GARUTTI (2002) realizaram para *Aspidoras fuscoguttatus*, as amostragens de *C. barbatus* ao longo dos três pontos de amostragem puderam mostrar diferenças na dinâmica populacional associadas aos microambientes modificados fisicamente ao longo de todo o período de amostragens. Os trechos amostrados no rio Ribeirão e seu afluente Cachoeira possuem características fisiográficas distintas, propiciando locais diferenciados de ocupação pelos indivíduos de *Corydoras barbatus*. Apesar desta variabilidade de estrutura ambiental do leito dos rios, seu regime de chuvas mudou freqüentemente sua conformação e disposição de substratos ocupados por *C. barbatus*. Como já anteriormente verificado por MENEZES (2000), *C. barbatus* foi capturada principalmente em áreas sombreadas, sob vegetação marginal e galhadas submersas, microambientes freqüentemente encontrados nos três pontos de amostragem ao longo do Rio Ribeirão, porém mais abundantes no ponto 2 (trecho intermediário). A freqüência de captura de indivíduos no ponto 3, principalmente nos meses de abril e maio foi dificultado pela maior profundidade do rio, pela elevada turbidez da água e de correnteza moderada resultante de um período de chuvas extenso que ocorreu anteriormente a este período de coleta. Como *C. barbatus* é uma espécie considerada onívora, alimentando-se principalmente de insetos autóctones e algas (FOGAÇA *et al.*, 2003), as chuvas nestes períodos removeram os poucos ambientes típicos de ocupação da espécie no ponto 3, tomando o substrato predominantemente arenoso com poucos ambientes variados com troncos, galhos e folhiço em áreas de pequena correnteza, assim como reportado por MENEZES (2000) para os Rios das Pombas, Mergulhão e Cabral da região litorânea do Paraná.

Os pontos 1, 2 e 3 possuem diferenças fisiográficas que propiciaram uma distribuição distinta das classes de comprimento de *C. barbatus*. Apesar destas diferenças, seus ambientes possibilitaram a ocupação de uma maior amplitude de tamanhos. Os pontos 1 e 2 apesar de fisiograficamente diferentes, possuem microambientes semelhantes entre si, distribuídos diferentemente pelo leito do rio e com características semelhantes ao rio



Mergulhão, estudado por MENEZES (2000). Já o ponto 3, possui grande variabilidade de microambientes num curto trecho da bacia. Desta forma, a maior variabilidade de microambientes no ponto 3, que é predominantemente de substrato arenoso, vegetação marginal composta por gramíneas e pouco sombreamento pode ter ocasionado a ocorrência de alta amplitude de comprimentos, com a presença de ambientes utilizados por *C. barbatus* em todas as fases de seu ciclo de vida.

As três menores classes de comprimento ocorreram de forma mais expressiva nos meses de janeiro, fevereiro, abril e maio de 2002 e fevereiro de 2003, semelhante ao encontrado por MENEZES (2000), que encontrou maiores frequências destas três menores classes nos meses de março e maio de 1996 e janeiro e fevereiro de 1997. Estes fatos sugerem que a reprodução ocorreu no período anterior, proporcionando um maior recrutamento de jovens para a população de *C. barbatus*, fato evidenciado pela maior frequência de jovens no final do verão (período mais chuvoso) e início do outono.

O rio Ribeirão teve predomínio de fêmeas em relação aos machos, como encontrado para *Corydoras* gr. *carlae* por ARANHA *et al.* (1993), ocorrendo o inverso para *Corydoras aeneus* no mesmo riacho. Nos três riachos estudados por MENEZES (2000) as proporções entre machos e fêmeas de *C. barbatus* foram semelhantes. Entre os pontos de coleta do rio Ribeirão, as diferenças foram significativas no ponto 2, com predominância de fêmeas em relação aos machos. Para *Aspidoras fuscoguttatus* houve predomínio de fêmeas sobre machos (ARAÚJO & GARUTTI, 2002).

Embora a proporção sexual tenha sido significativa apenas em uma classe, a tendência sugere que os machos ocorrem nas classes de maior tamanho. MENEZES (2000) verificou que as fêmeas atingem maiores tamanhos no rio Das Pombas, sendo que encontrou machos de maiores tamanhos nos rios Cabral e Mergulhão. SUZUKI (1998) encontrou fêmeas com maiores tamanhos do que machos em *Corydoras paleatus* em dois reservatórios do rio Iguaçu (PR). TAKEUTI *et al.* (1999) também observaram predomínio de fêmeas nas maiores classes de tamanho de *Pseudotothyris obtusa* em três riachos do litoral do Paraná. ARAÚJO & GARUTTI (2002) observaram a ocorrência de fêmeas atingindo os maiores comprimentos que os machos de *Aspidoras fuscoguttatus*. Fêmeas com comprimentos maiores ocorrem em espécies ovulíparas que não dispensam cuidado à prole, como reportado para *C. paleatus* por AGUIAR *et al.* (2003). Para a mesma espécie BURGESS



(1989) relata que as fêmeas desovam pequenos lotes de ovócitos grandes diariamente e que estes são transportados com as nadadeiras pélvicas até um substrato onde vão ficar aderidos. Para STEARNS (1992) a evolução do dimorfismo sexual na diferenciação de tamanho em peixes está associada aos estilos de vida, onde machos e fêmeas com tamanhos semelhantes partilham estilos semelhantes em relação a predação, forrageamento, migração e cuidado biparental. Em espécies onde ocorre a formação de pares e os machos competem entre si pelas fêmeas, estes tendem a ser maiores. LOWE-McCONNELL (1999) afirma que as fêmeas atingem os maiores comprimentos em relação aos machos em Characiformes e Siluriformes. Para *Corydoras barbatus* no rio Ribeirão não se verificou padrão definido de dimorfismo sexual em comprimento.

A distribuição e proporção de jovens e adultos ao longo dos três pontos de coleta apresentaram predominância de adultos, exceto no bimestre março/abril de 2002, principalmente para os pontos 2 e 3. Estes fatores sugerem que a reprodução ocorreu no período anterior, mais quente e mais chuvoso, que nesta região pode se estender até fevereiro/março. A maior frequência de ocorrência de jovens nos meses de março a maio de 1996 também foi verificada para *C. barbatus* por MENEZES (2000).

Machos e fêmeas de *C. barbatus* coletados no rio Ribeirão apresentaram diferenças nos pesos e comprimentos totais, fato evidenciado pelo intervalo de confiança calculado. *Corydoras barbatus* (MENEZES, 2000), *Pimelodella pappenheimi* (AMARAL *et al.*, 1999) e *Aspidoras fuscoguttatus* (ARAÚJO & GARUTTI, 2002) não apresentaram crescimento diferenciado entre machos e fêmeas, estando totalmente contidos no intervalo de confiança da reta calculada. Considerando que as condições ambientais de riacho podem influenciar a história de vida das populações de peixes; as diferentes expressões da relação peso/comprimento para machos e fêmeas podem ter sido ocasionadas por características da população desenvolvidas ao longo da história evolutiva da espécie e/ou pelos comprimentos maiores alcançados pelos machos, ou pela presença destes nas maiores classes de comprimento.

A instabilidade dos ambientes de riacho tem sido reportada como uma característica determinante na composição e distribuição das comunidades ictiícas. HYNES (1970) afirma que rios pequenos são facilmente desestabilizados por chuvas sazonais não previsíveis. As condições oscilantes dos ambientes de água doce devem ter desempenhado



um papel determinante na seleção de características flexíveis para que as populações que vivem nesses sistemas pudessem ajustar-se à instabilidade do meio (MANN *et al.*, 1984). Desta forma, a população de *Corydoras barbatus* apresentou características como composição e estrutura, que sugerem um certo grau de associação com a instabilidade de ambientes de riacho sujeitos a cheias ocasionais, da mesma forma como observado para a mesma espécie por MENEZES (2000).



ANEXO 1: Número amostral de indivíduos jovens e adultos coletados por mês e por ponto de coleta de *Corydoras barbatus* no rio Ribeirão.

	PONTO1		PONTO2		PONTO3		TOTAL	
	JOVENS	ADULTOS	JOVENS	ADULTOS	JOVENS	ADULTOS	JOVENS	ADULTOS
JANEIRO	11	13	4	13	6	6	21	32
FEVEREIRO	4	12	3	12	5	12	12	36
MARÇO	6	22	8	8	3	0	17	30
ABRIL	8	4	17	1	0	0	25	5
MAIO	4	15	3	12	0	0	7	27
JUNHO	6	9	7	16	7	14	20	39
JULHO	2	17	0	21	9	16	11	54
AGOSTO	1	18	15	21	2	15	18	54
SETEMBRO	0	20	0	17	1	15	1	52
OUTUBRO	1	17	0	21	0	22	1	60
NOVEMBRO	10	16	0	20	2	8	12	44
DEZEMBRO	3	18	3	12	5	9	11	39
jan/03	3	21	11	23	9	15	23	59
fev/03	5	20	2	15	6	9	13	44
TOTAL	64	222	73	212	55	141	192	575
							767	



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, K. D.; FERREIRA, E. A. & P. T. CHAVES, 2003. Biologia reprodutiva de *Corydoras paleatus* na Bacia do Alto Rio Iguaçu. In: Resumos do XII Congresso Brasileiro de Ictiologia, São Paulo.
- AMARAL, F.A.; ARANHA, J.M.R. & M. S. MENEZES, 1999. Age and growth of *Pimelodella pappenheimi* (Siluriformes, Pimelodidae) from Atlantic Forest Stream in Southern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 42(4): 449-453.-
- ARANHA, J. M. R., 2000. **A influência da instabilidade ambiental na composição e estrutura trófica das comunidades de peixes de dois rios litorâneos**. São Carlos. Tese de Doutorado. PPG-ERN, Universidade Federal de São Carlos.
- ARANHA, J.M.R; CARAMASCHI, E.P. & U. CARAMASCHI, 1993. Ocupação espacial, alimentação e época reprodutiva de duas espécies de *Corydoras* Lacépède (Siluroidei, Callichthyidae) coexistentes no rio Alambari (Botucatu, São Paulo). **Revista Brasileira de Zoologia**, 10(3): 453-466.
- ARANHA. J.M.R. & E.P. CARAMASCHI, 1999. Estrutura populacional, aspectos da reprodução e alimentação dos Cyprinodontiformes (Osteichthyes) em um riacho do Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 16(1): 637-651.
- ARANHA, J.M.R; TAKEUTI, D. F. & T.M. YOSHIMURA, 1998. Habitat use and food partitioning of the fishes in a coastal stream of Atlantic Forest, Brazil. **Revista de Biologia Tropical**, 46(4): 951-959.
- ARAÚJO, R. B.. & V. GARUTTI, 2002. Biologia reprodutiva de *Aspidoras fuscoguttatus* (Siluriformes, Callichthyidae) em riacho de cabeceira da bacia do Alto Rio Paraná. **Iheringia, Porto Alegre**, 92(4): 89-98.



-
- BASILE-MARTINS, M. A; GODINHO, H. M.; NARAHARA, M. Y.; FENERICH-VERANI, N. & M. N. CIPOLLI, 1986. Estrutura da população e distribuição espacial de mandi, *Pimelodus maculatus* Lacépede, 1803 (Osteichthyes, Pimelodidae), de trechos dos rios Jaguari e Piracicaba, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, 13 (1): 1-16.

 - BURGESS, W. E., 1989. **An atlas of freshwater and marine catfishes: a preliminary survey of the Siluriformes**. Neptune, TFH Publ. 784p.

 - BUSSING, W., 1993. Fish communities and environmental characteristics of a tropical rain Forest river in Costa Rica. **Revista de Biologia Tropical**, 41(3): 791-809.

 - GARUTTI, V., 1989. Contribuição ao conhecimento reprodutivo de *Astyanax bimaculatus* (Oatariophysi, Characidae), em cursos de água da bacia do rio Paraná. **Rev. Bras. Biol.**, 49(2): 489-495.

 - HYNES, H. B. N., 1970. **The ecology of running waters**. Toronto: University. Toronto Press. 554p.

 - IAPAR, 1978. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Instituto Agrônômico do Paraná, Londrina, 41p.

 - LOBON-CERVIÁ, J., 1991. **Dinâmica de poblaciones de peces em rios. Pesca eléctrica y métodos de capturas sucesivas em la estima de abundancias**. Monografias Del Museo Nacional de Ciencias Naturales, Centro de Investigaciones de Agua , Madrid, 156p.

 - LOWE-McCONNELL, R. H., 1999. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo, Edusp. 535p.



-
- MAACK, R. 1981. **Geografia Física do Estado do Paraná**. José Olímpio Ed., Rio de Janeiro, 2 ed, XLII + 450p.
 - MANN, R. H. R.; MILLS, C. A. & D. T. CRISP, 1984. Geographical variation in the life-history tactics of some species of freshwater fish. **In: WOOTON, R. J. & G. W. POTTS, 1984. Fish reproduction: Strategies and Tactics**. Orlando Academic Press. 410 p.
 - MENEZES, M. S., 2000. **Estrutura populacional e táticas reprodutivas de peixes em riachos litorâneos do Estado do Paraná**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo. 81p.
 - MENEZES, M. S. & E. P. CARAMASCHI, 1994. Características reprodutivas de *Hypostomus* grupo *H. punctatus* no rio Ubatuba, Maricá (RJ), sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, **54**(3): 503-513.
 - MINSHALL, G. W., 1998. **The structure and function of flowing water ecosystems**. Roy F. Weston, Inc. 77p.
 - PETTS, G. E. & P. CALOW, 1996. **River flows and channel forms**. v2. Blackwell Science. 526p.
 - SABINO, J. & R.M.C. CASTRO, 1990. Alimentação, período de atividade e distribuição espacial dos peixes de um riacho da Floresta Atlântica. **Revista Brasileira de Biologia**, **50**(1): 23-36.
 - SCHLOSSER, I. J., 1995. Critical landscape attributes that influence fish population dynamics in headwater streams. **Hydrobiologia**, **303**: 71-81.
 - STEARNS, S. C., 1992. **The evolution of life-histories**. New York: Oxford University Press. 240 p.



-
- SUZUKI, H. I., 1998. **Estratégias reprodutivas de peixes relacionadas ao sucesso na colonização em dois reservatórios do rio Iguaçu, PR, Brasil.** São Carlos. Tese de Doutorado, PPG-ERN, Universidade Federal de São Carlos. 98 p.

 - TAKEUTI, D. F., 1997. **Estrutura populacional e estratégia reprodutiva de *Pseudotothyris obtusa* (Ribeiro, 1911) (Loricariidae, Hypoptopomatinae) em três rios litorâneos do Paraná.** Curitiba. Dissertação de Mestrado, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná. 89 p.

 - TAKEUTI, D. F.; VERANI, J. R.; ARANHA, J. M. R. & MENEZES, M. S., 1999. Population structure and condition factor of *Pseudotothyris obtusa* (Hypoptopomatinae) from three coastal streams in southern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 42(4): 397-403.

 - VAZZOLER, A. E. A., 1971. Diversificação fisiológica e morfológica de *Micropogon furnieri* (Desmarest, 1822) ao sul de Cabo Frio, Brasil. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, 20(2): 1-70.

 - VIEIRA, S., 1980. **Introdução à Bioestatística.** 3^a ed. Ed Campus, Rio de Janeiro. 196p.

 - WARE, D. M., 1984. Fitness of different reproductive strategies in teleost fishes. **In:** WOOTON, R. J. & G. W. POTTS, 1984. **Fish reproduction: Strategies and Tactics.** Orlando Academic Press. 410 p.

 - WOOTON, R. J., 1984. Introduction: strategies and tactics in fish reproduction. **In:** WOOTON, R. J. & G. W. POTTS, 1984. **Fish reproduction: Strategies and Tactics.** Orlando Academic Press. 410 p.



CAPÍTULO II

**TÁTICAS REPRODUTIVAS DE *Corydoras barbatus* (QUOY & GAIMARD, 1824)
(SILUROIDEI: CALLICHTHYIDAE) NA BACIA DO RIO RIBEIRÃO, PARANÁ,
BRASIL.**



**TÁTICAS REPRODUTIVAS DE *Corydoras barbatus* (QUOY & GAIMARD, 1824)
(SILUROIDEI: CALLICHTHYIDAE) NA BACIA DO RIO RIBEIRÃO, PARANÁ,
BRASIL.**

RESUMO

A táticas reprodutivas de *Corydoras barbatus* da bacia do rio Ribeirão, Paranaguá, Paraná, foram estudadas através de coletas mensais realizadas de janeiro de 2002 a fevereiro de 2003 nos trechos superior, médio e inferior, com rede de arrasto manual. Nos três pontos amostrais foram analisados as distribuições mensais das frequências de ocorrência dos estádios de desenvolvimento gonadal, a Relação Gonadossomática média mensal, o Índice de Atividade Reprodutiva, a porcentagem da Relação Gonadossomática máxima para a espécie, o Índice Gonadal, o comprimento de primeira maturação, o comprimento onde 100% dos indivíduos estão aptos a se reproduzir e os valores do Fator de Condição Relativo para machos e fêmeas. A frequência de machos e fêmeas maduros nos trechos amostrais foi testada para se verificar a existência de sazonalidade reprodutiva ao longo da bacia de drenagem do rio Ribeirão. Para os valores do Fator de Condição Relativo dos pontos amostrais foi aplicado o teste comparativo de Kruskal-Wallis. Para os machos, indivíduos imaturos foram pouco freqüentes durante todo o período de coleta, exceto no mês de abril, e maduros nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2002 e janeiro de 2003. Machos em recuperação foram freqüentes, atingindo seus maiores valores nos meses de dezembro de 2002, janeiro e fevereiro de 2003. Para as fêmeas, indivíduos imaturos foram pouco freqüentes para todo o período, exceto nos meses de março e abril, enquanto maduros ocorreram com maior freqüência nos meses de setembro e outubro. Fêmeas semidesovadas ocorreram apenas nos meses de fevereiro, novembro, dezembro de 2002 e janeiro e fevereiro de 2003. A Relação Gonadossomática média mensal para fêmeas foi mais representativa nos meses de outubro e novembro para as fêmeas, sendo que para os machos ocorreram picos de RGS em janeiro, março, outubro e novembro de 2002 e janeiro e fevereiro de 2003. Nos três pontos, o teste de χ^2 indicou que a ocorrência de indivíduos reprodutivos ocorreu em um período definido ao longo do ano. O comprimento médio de primeira maturação para fêmeas ocorre em cerca de 3,7cm, enquanto que para machos em cerca de 4,27cm. O comprimento onde 100% dos indivíduos adultos estão aptos a participar do processo reprodutivo ocorre em cerca de 6,30cm para fêmeas e aproximadamente em 6,37cm para machos. A relação L_{50}/L_{100} é de 0,67 para os machos e de 0,59 para as fêmeas. Segundo Índice de Atividade Reprodutiva calculado, a atividade reprodutiva foi intensa no ponto 1 e muito intensa nos pontos 2 e 3. Para o Índice Gonadal, os maiores valores para as fêmeas ocorreram nos meses de outubro e novembro, enquanto que para os machos ocorreram nos meses de janeiro, março e outubro de 2002 e janeiro de 2003. A diferença entre os valores do Fator de Condição Relativo dos exemplares de cada ponto de coleta não foi significativa. Para machos e fêmeas os valores do Fator de Condição Relativo ao longo dos três pontos não apresentaram diferenças significativas. A população de *Corydoras barbatus* do rio Ribeirão apresenta atividade reprodutiva ao longo dos três pontos amostrais, principalmente nos trechos 2 e 3, em período reprodutivo longo que se estende de setembro a janeiro. Desta forma, tais características sugerem que *Corydoras barbatus* é



uma espécie generalista e teoricamente melhor adaptada a um ambiente instável sujeito a distúrbios severos, ficando evidente que esta espécie emprega estratégias bionômicas distintas de outras espécies para se adaptar às mesmas condições ambientais.

Palavras-chave: rios litorâneos, *Corydoras barbatus*, táticas reprodutivas

ABSTRACT

(Reproductive tactics of *Corydoras barbatus* (Quoy & Gaimard, 1824) (Siluroidei, Callichthyidae) in drainage basin of Ribeirão river, Paraná, Brazil.)

The reproductive tactics of *Corydoras barbatus* of river Ribeirão basin, Paranaguá, Paraná were studied through monthly samples from January 2002 to February 2003 in the upper, middle and lower sites, with a manual drag net. In the three sample sites, it was analyzed the monthly distributions of the occurrence frequencies of gonadal development stages, the monthly average Gonadosomatic Relationship, the Activity Reproductive Index, the percentage of the maximum Gonadosomatic Relationship, the Gonadal Index, the length of first maturation, the length on which 100% of the individuals are mature and the values of the Relative Condition Factor for males and females. The frequency of mature males and females in the study sites were tested to verify the existence of reproductive seasonality along the drainage basin of river Ribeirão. For the values of the Relative Factor of Condition for each sample site, the comparative test of Kruskal-Wallis was applied. As for the males, immature individuals were not frequent during the whole sampling period, except in April, and mature ones occurred in November and December 2002 and January 2003. Males in recovery were frequent, reaching higher values in December 2002, January and February 2003. As for the females, immature individuals were not frequent for the whole period, except in March and April, while mature ones occurred with higher frequency in September and October 2002. Half-spawned females occurred only in February, November, December 2002 and January and February 2003. The monthly average Gonadosomatic Relationship for females was more representative in October and November, and for the males peaks of GR occurred in January, March, October and November 2002 and January and February 2003. In the three sample sites, the chi-square test indicates that the reproductive individuals' occurrence happened in a certain period along the year. The medium length of first maturation of females occurs in about 3,7cm, while males in about 4,27cm. The length on which 100% of the adult individuals are capable to participate in the reproductive process occurred in about 6,30cm for females and approximately 6,37cm for males. The relationship L_{50}/L_{100} is 0,67 for males and 0,59 for females. According to the Activity Reproductive Index, the reproductive activity was intense in the point 1 and very intense in the points 2 and 3. To the Gonadal Index the largest values for females occurred in October and November, while for males occurred in January, March and October 2002 and January 2003. The difference among the values of the Relative Condition Factor of individuals of each sample site was not significant. For males and females, the values of the Relative Condition Factor along the three points didn't present significant differences. The population of *Corydoras barbatus* of river Ribeirão



presents reproductive activity along the three sample points, mainly the sites 2 and 3, with a reproductive period that varies from September to January. These characteristics suggest that *Corydoras barbatus* is a generalist species and theoretically more adapted to an unstable environment with severe disturbances, being evident that this species uses different bionomic strategies from other species to adapt to the same local conditions.

Key-words: coastal streams, *Corydoras barbatus*, reproductive tactics



INTRODUÇÃO

O sucesso alcançado pelos peixes nos ambientes em que vivem deve-se à enorme gama de estratégias reprodutivas desenvolvidas pelas populações, que englobam táticas extremas e que variam de acordo com o meio no qual as espécies se encontram. Embora os peixes apresentem diferenças nas táticas reprodutivas em função da variação ambiental, o grau de plasticidade é diferenciado, sendo que algumas táticas exibem ampla gama de variação, enquanto em outras, esta amplitude é mais restrita (WOOTTON, 1984). As condições oscilantes dos ambientes de água doce devem ter desempenhado um papel determinante na seleção de características flexíveis para que as populações que vivem nesses sistemas pudessem ajustar-se à instabilidade do meio (MANN *et al.*, 1984).

As estratégias de vida das espécies de peixes possuem vários padrões, os quais foram abordados inicialmente por BREDER & ROSEN (1966), que sintetizaram o conhecimento existente sobre os modos reprodutivos de famílias de teleósteos. Posteriormente, BALON (1975, 1984) reuniu os estilos reprodutivos em peixes quanto ao comportamento em relação aos ovos e embriões. Na tentativa de associar as respostas dos organismos ao meio, MACARTHUR & WILSON (1967) propuseram as teorias *r* e *K* estrategistas, distinguindo-se altas taxas reprodutivas e baixa sobrevivência, ou baixas taxas reprodutivas com alta sobrevivência. WINEMILLER (1989) propôs três padrões reprodutivos para os peixes de água doce sul americanos: a estratégia de equilíbrio (grande investimento parental, maturação tardia, baixa fecundidade, reprodução não sazonal com alta taxa de sobrevivência); a estratégia oportunista (peixes pequenos com capacidade de colonização rápida, maturação precoce, baixa fecundidade, reprodução contínua e baixa taxa de sobrevivência); e a estratégia sazonal ou periódica (reprodução sincronizada com estação chuvosa, alta fecundidade, ausência de cuidado parental, deslocamentos reprodutivos e baixa sobrevivência). Tais estratégias são interpretadas como sendo adaptativas a parâmetros ambientais abióticos, a disponibilidade alimentar e a pressão de predação.

LOWE-McCONNELL (1996) afirma que a maioria das espécies de ambientes de águas doces tropicais se reproduzem nos períodos de cheia. KRAMER (1978) considera que períodos reprodutivos extensos são mais vantajosos do que períodos curtos, em virtude do investimento reprodutivo adotado pelas espécies. Vários autores reportam a



sazonalidade do período reprodutivo associado aos períodos de maior pluviosidade ou cheia em Callichthyidae (e.g. ARANHA *et al.*, 1993; HOSTACHE & MOL, 1998; ALKINS-KOO, 2000; ARAÚJO & GARUTTI, 2003).

Este trabalho teve como objetivo avaliar alguns aspectos das táticas reprodutivas de *Corydoras barbatus* nos trechos superior, médio e inferior do rio Ribeirão, Paranaguá, Paraná.



MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisados 791 exemplares de *Corydoras barbatus* coletados mensalmente, de janeiro de 2002 a fevereiro de 2003, com rede de arrasto e peneira, em três pontos amostrais dos Rios Ribeirão e seu afluente Cachoeira, já caracterizados e localizados no capítulo I.

Os peixes amostrados foram acondicionados em caixas térmicas com gelo ainda em campo e transportados para o laboratório, onde foram congelados até o seu processamento. Para cada exemplar coletado foi obtido, no laboratório, o comprimento total (Lt) em cm e o peso total (Wt) com precisão de 0,001g. Posteriormente os exemplares foram dissecados para a retirada das gônadas. As gônadas retiradas de cada exemplar tiveram seu estágio de maturidade determinados de acordo com VAZZOLER (1996) e a porcentagem de ocupação da cavidade abdominal estimada. Foram considerados para a determinação do estágio de desenvolvimento gonadal, o tamanho das gônadas, o volume ocupado na cavidade abdominal, sua coloração, turgescência e presença e tamanho de ovócitos (nas fêmeas). Posteriormente foram pesadas (Wg) numa balança com precisão de 0,001g e fixadas em formol 10% por 24 horas, para posterior determinação histológica eventual, caso houvesse dúvida sobre o estágio de maturidade da mesma.

Foram determinadas as classes de comprimento, segundo formulação de Sturges (VIEIRA, 1998).

Foram determinadas, para cada ponto de coleta, as porcentagens totais e mensais de peixes em cada estágio de desenvolvimento gonadal. Foram estimadas ainda em cada ponto, as proporções de ocorrência dos diferentes estágios de desenvolvimento gonadal para ambos os sexos.

A época de atividade reprodutiva foi estimada pela frequência dos estágios de maturidade e pelo índice gonadosomático médio mensal (IGS), calculado para machos e fêmeas adultos, para o total da amostra e mensalmente, utilizando-se o peso das gônadas (Wg) e peso total (Wt). A frequência de ocorrência de indivíduos reprodutivos foi testada pelo teste de χ^2 de associação para k amostras independentes, para se detectar a existência de sazonalidade reprodutiva nos três pontos (SIEGEL, 1975).



Foram determinados os comprimentos de primeira maturação (L_{50}) pelo método gráfico, onde se estima que 50% da população tenha iniciado o processo reprodutivo e o L_{100} , comprimento onde se estima que 100% sejam adultos, para machos e fêmeas (VAZZOLER, 1996).

O Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) (AGOSTINHO *et al.*, 1991) foi calculado para fêmeas em reprodução de cada ponto de coleta, a fim de verificar diferenças na atividade reprodutiva entre os locais, conforme descrito abaixo.

$$IAR = [I_n N_i (n_i / \sum n_i + n_i / N_i) * RGS_i / RGS_e] / [I_n N_m (n_m / \sum n_i + 1)] * 100, \text{ onde:}$$

N_i : número de indivíduos na unidade amostral i

n_i : número de indivíduos em reprodução na unidade amostral i

N_m : número de indivíduos na maior unidade amostral

n_m : número de indivíduos em reprodução na maior unidade amostral i

RGS_i : RGS média dos indivíduos em reprodução na unidade amostral i

RGS_e : maior valor individual do RGS

RGS: percentagem entre o peso das gônadas e peso total.

Para a avaliação deste índice, os autores sugerem o seguinte critério:

ATIVIDADE REPRODUTIVA	IAR
Nula	$IAR \leq 2$
Incipiente	$2 < IAR \leq 5$
Moderada	$5 < IAR \leq 10$
Intensa	$10 < IAR \leq 20$
Muito intensa	$IAR > 20$

Na avaliação da intensidade reprodutiva, foram também considerados a frequência de indivíduos maduros e a porcentagem que os valores do índice gonadosomático médio para estes indivíduos representa do Índice Gonadosomático máximo encontrado para a espécie, conforme VAZZOLER (1996).

O Índice Gonadal (IG) foi calculado para a amostra de acordo com VAZZOLER (1996), sendo:



$$K = W_t/L_t^b \text{ (fator de condição total)}$$

$$K_1 = W_c/L_t^b \text{ (fator de condição somático), onde}$$

$$W_c = W_t - W_g$$

W_c : peso do corpo

W_t : peso total

W_g : peso das gônadas

L_t : comprimento total

b : coeficiente angular da regressão entre W_t/L_t e:

$$IG = K - K_1, \text{ (Índice Gonadal) onde:}$$

K : fator de condição total

K_1 : fator de condição somático

O fator de condição relativo obtido para cada ponto de amostragem, conforme LE CREN (1951), foi comparado através do teste de Kruskal-Wallis (SIEGEL, 1975). No caso de ocorrerem diferenças significativas, aplicou-se o teste de Dunn de comparação múltipla de médias (ZAR, 1996), para determinar em quais pontos a diferença foi significativa.



RESULTADOS

Os peixes foram classificados como imaturos (machos e fêmeas que nunca participaram de um processo reprodutivo), adultos reprodutivos (fêmeas maduras e desovadas e machos maduros, semiesvaziados e esvaziados) e adultos não reprodutivos (machos e fêmeas em maturação, recuperação, recuperados e em repouso).

Nas distribuições mensais das freqüências de ocorrência dos estádios de desenvolvimento gonadal para machos (Fig. 17A), os indivíduos imaturos foram pouco freqüentes durante todo o período de coleta, exceto no mês de abril (80%). Machos maduros foram mais freqüentes (10%) nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2002 e janeiro de 2003.

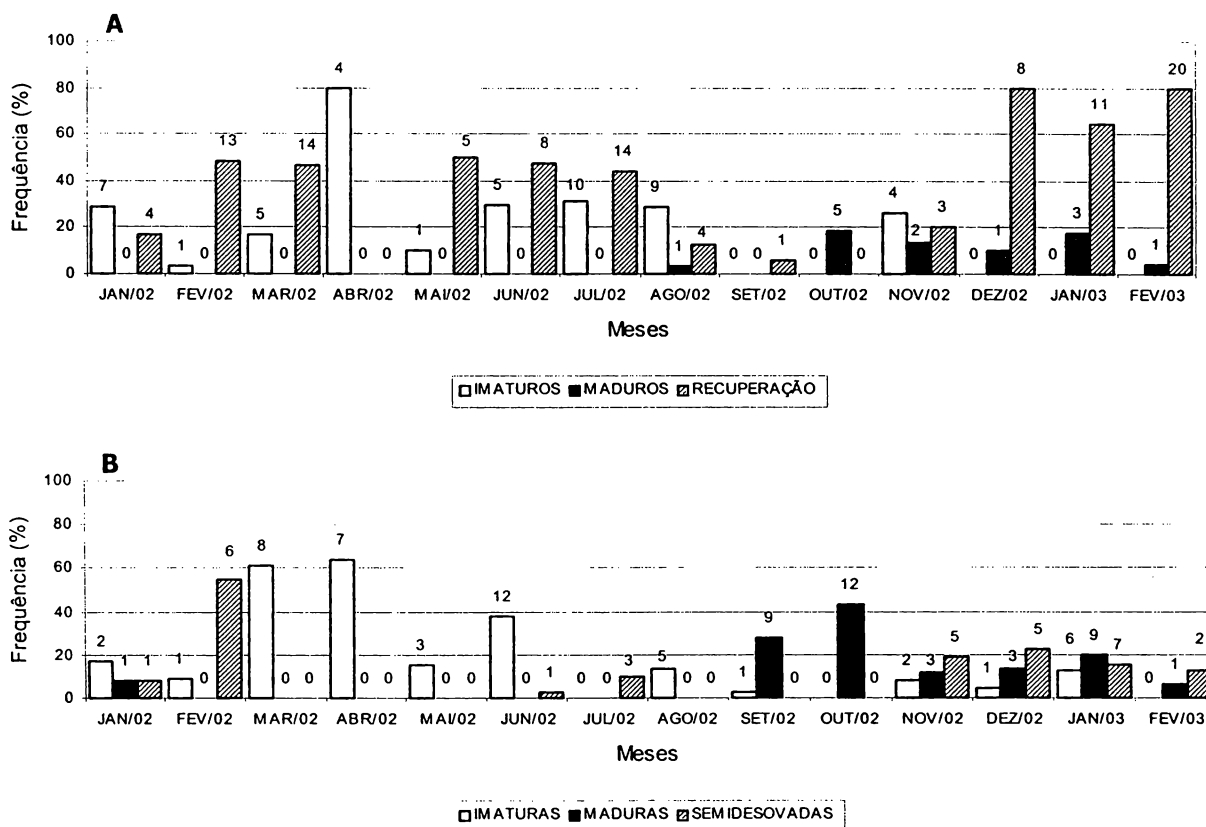


FIGURA 17: Distribuições mensais das freqüências de ocorrência percentual dos estádios imaturo, maduro e recuperação para os machos (A) e imatura, madura e semidesovada para as fêmeas (B) de *Corydoras barbatus* no Rio Ribeirão. Os números acima das colunas referem-se ao n amostral.



Em virtude da baixíssima frequência de machos semiesvaziados (3 indivíduos em jan/02), optou-se por representar graficamente os machos em recuperação. Desta forma, indivíduos em recuperação foram frequentes, atingindo seus maiores valores nos meses de dezembro de 2002, janeiro e fevereiro de 2003.

Nas distribuições mensais das frequências de ocorrência dos estádios de desenvolvimento gonadal para as fêmeas (Fig. 17B), indivíduos imaturos foram pouco frequentes para todo o período, exceto nos meses de março e abril. Fêmeas maduras ocorreram com maior frequência (>20%) nos meses de setembro e outubro, enquanto que fêmeas semidesovadas ocorreram apenas nos meses de fevereiro, novembro e dezembro de 2002 e janeiro e fevereiro de 2003.

O RGS médio mensal para fêmeas foi mais representativo nos meses de outubro e novembro para as fêmeas, sendo que para os machos ocorreram picos de IGS em janeiro, março, outubro e novembro de 2002 e janeiro e fevereiro de 2003 (Fig. 18).

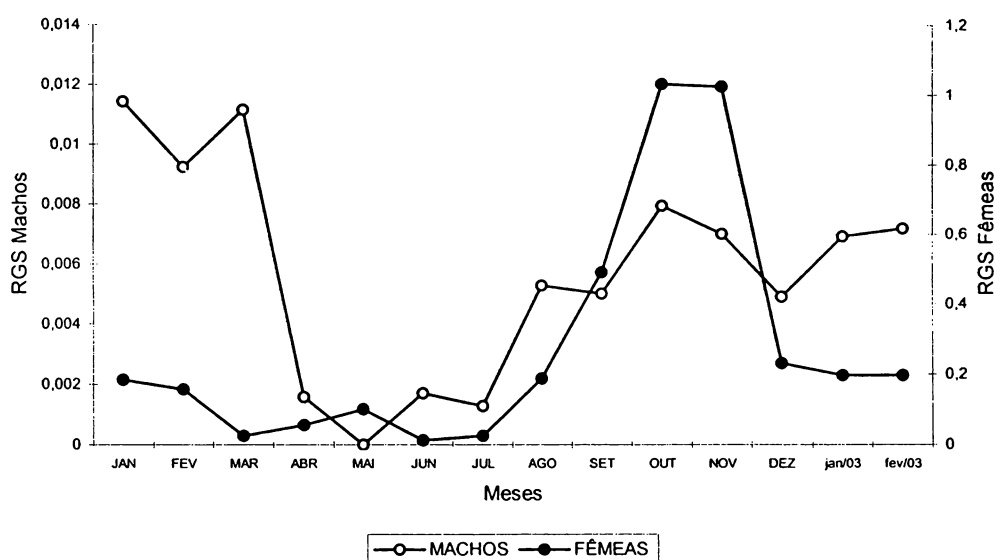


FIGURA 18: RGS médio mensal para machos e fêmeas de *Corydoras barbatus* no Rio Ribeirão.

Nos três pontos, o teste de χ^2 indicou que a ocorrência de indivíduos reprodutivos ocorreu em um período definido ao longo do ano, exceto no ponto 3 para as fêmeas onde as diferenças não foram significativas (Tabela 3).



TABELA 3: Valores calculados do χ^2 para k-amostras independentes para verificar a sazonalidade reprodutiva de machos e fêmeas de *Corydoras barbatus* nos três pontos de amostragem. * = significativo ($p < 0,05$); n = tamanho amostral de cada ponto para machos e fêmeas.

	PONTO 1	n_1	PONTO 2	n_2	PONTO 3	n_3
MACHOS	20,333*	26	46*	26	40*	28
FÊMEAS	18,55*	39	22,57*	49	7,97	30

Na estimativa do comprimento médio de primeira maturação (L_{50}) para fêmeas ocorre em cerca de 3,7cm, enquanto que para machos em cerca de 4,27cm. O comprimento onde 100% dos indivíduos adultos estão aptos a participar do processo reprodutivo (L_{100}) ocorre em cerca de 6,30cm para fêmeas e aproximadamente em 6,37cm para machos (Figs. 19 e 20). A relação L_{50}/L_{100} foi de 0,67 para os machos e 0,59 para as fêmeas. Os números amostrais por classe de comprimento para machos e fêmeas se encontram no anexo 2.

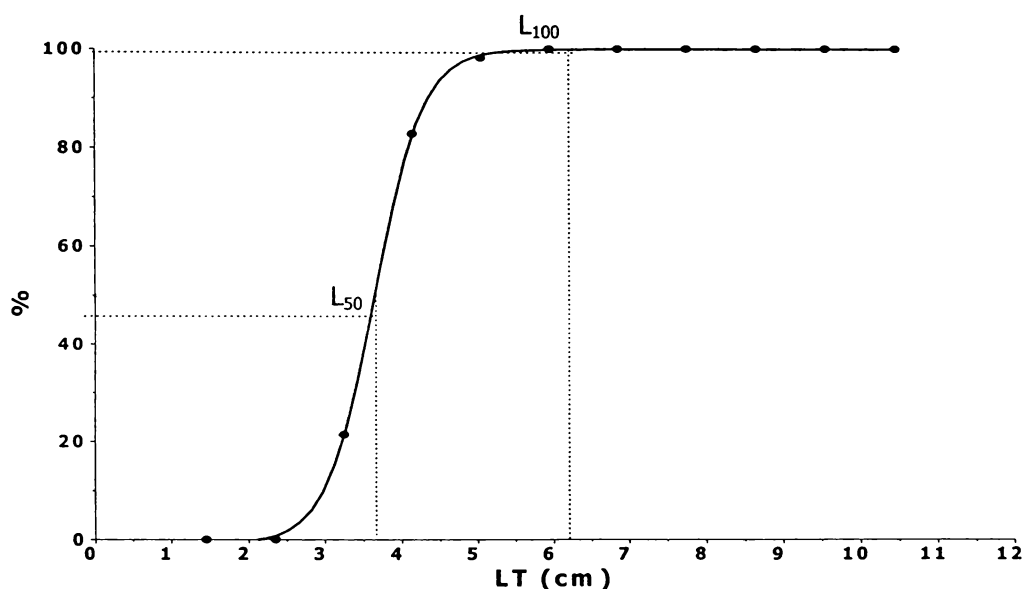


FIGURA 19: Curva de distribuição relativa da frequência de fêmeas adultas de *Corydoras barbatus* no rio Ribeirão por classe de comprimento total (Lt) (cm). Classes de comprimento (cm): 1-1,0→1,9; 2-1,9→2,8; 3-2,8→3,7; 4-3,7→4,6; 5-4,6→5,5; 6-5,5→6,4; 7-6,4→7,3; 8-7,3→8,2; 9-8,2→9,1; 10-9,1→10; 11-10→10,9.

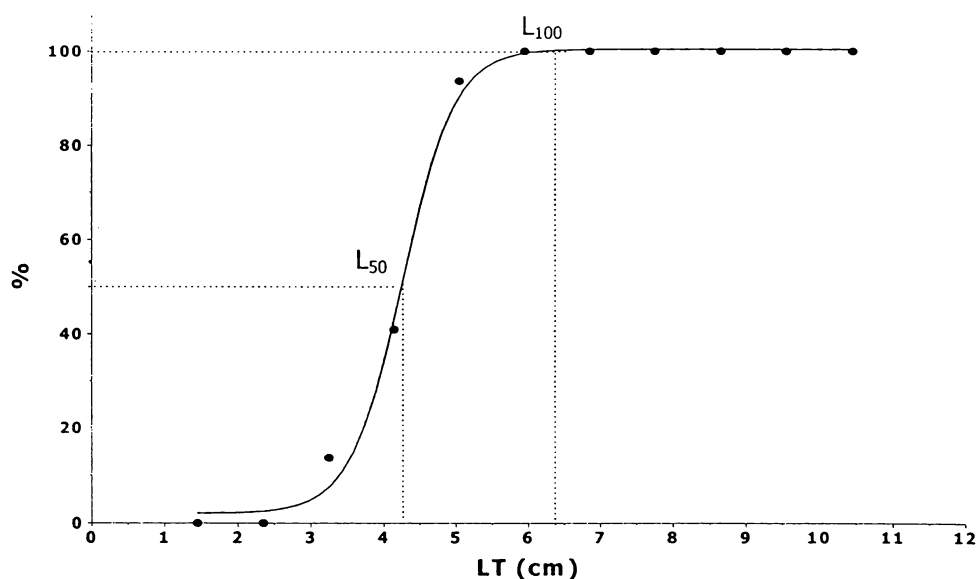


FIGURA 20: Curva de distribuição relativa da frequência de machos adultos de *Corydoras barbatus* no rio Ribeirão por classe de comprimento total (Lt) (cm). Classes de comprimento (cm): 1-1,0→1,9; 2-1,9→2,8; 3-2,8→3,7; 4-3,7→4,6; 5-4,6→5,5; 6-5,5→6,4; 7-6,4→7,3; 8-7,3→8,2; 9-8,2→9,1; 10-9,1→10; 11-10→10,9.

Segundo o IAR (Índice de Atividade Reprodutiva) calculado, a atividade reprodutiva foi intensa no ponto 1 (18,082) e muito intensa nos pontos 2 (32,871) e 3 (26,421).

Os valores de RGS máximo para os machos foram maiores que 3% nos meses de janeiro e março de 2002 e janeiro de 2003 (Fig. 21). A porcentagem dos valores de RGS máximo para as fêmeas foi maior nos meses de janeiro e agosto a dezembro de 2002 e janeiro de 2003 (Fig. 21). Nos três pontos amostrais, para os sexos agrupados, houve diferenças entre os valores de RGS máximo, onde os pontos 2 e 3 apresentaram maiores indicativos de atividade reprodutiva (Fig. 22).

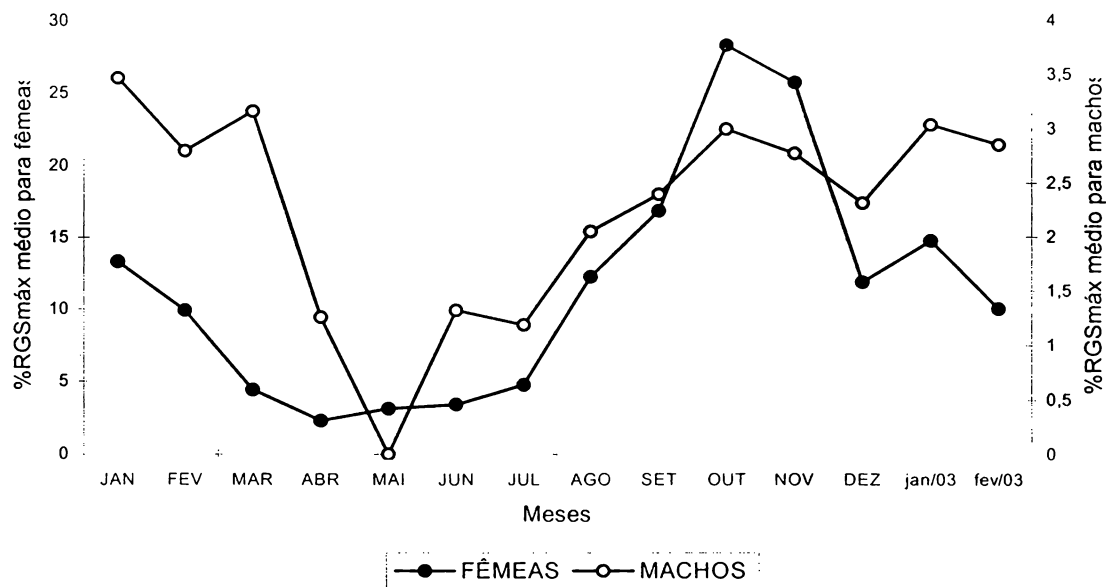


FIGURA 21: Distribuição mensal do RGS médio para machos e fêmeas em relação ao valor máximo obtido para *Corydoras barbatus* no Rio Ribeirão

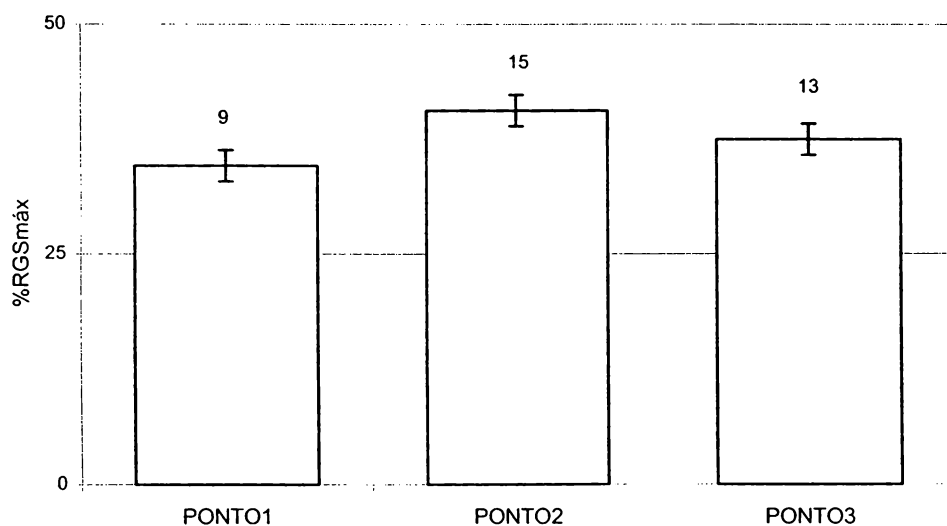


FIGURA 22: Distribuição da porcentagem do RGS máximo médio para machos e fêmeas agrupados em relação ao valor máximo obtido para *Corydoras barbatus* nos ponto 1, 2 e 3 do Rio Ribeirão.



Para o Fator de Condição Gonadal, ou Índice Gonadal, os maiores valores para as fêmeas ocorreram nos meses de outubro e novembro, enquanto que para os machos ocorreram nos meses de janeiro, março e outubro de 2002 e janeiro de 2003 (Fig. 23).

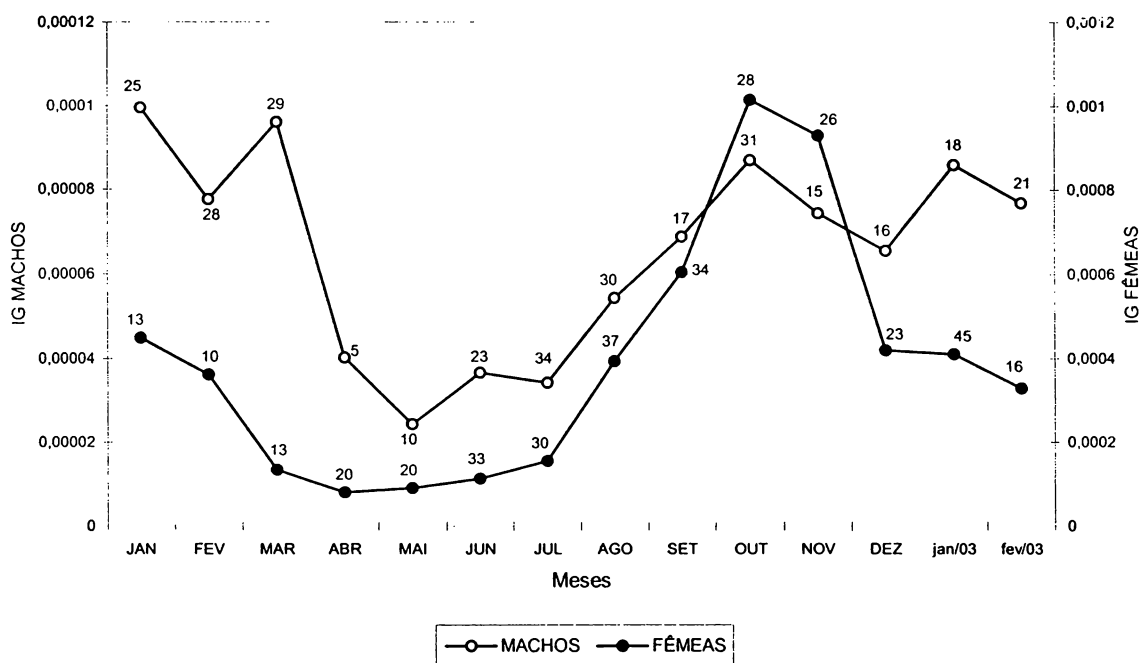


FIGURA 23: Variação mensal do Índice Gonadal para machos e fêmeas de *Corydoras barbatus* no Rio Ribeirão. Os valores acima dos pontos referem-se ao n amostral.

O Fator de Condição Relativo foi calculado utilizando-se os valores de a e b obtidos para machos e fêmeas, respectivamente. A diferença entre os valores do fator de condição relativo (K_n) dos exemplares de cada ponto de coleta não foi significativa ($KW=2,157$). Para os machos, o valor de K_n ao longo dos três pontos não apresentou diferenças significativas ($KW=1,365$, $n_1=118$, $n_2=97$ e $n_3=88$). Para as fêmeas também não houve diferenças significativas no K_n ($KW=3,468$, $n_1=130$, $n_2=142$ e $n_3=74$) ao longo dos três pontos.



DISCUSSÃO

O período reprodutivo de *Corydoras barbatus* ocorreu de forma semelhante nos três pontos amostrais, estendendo-se de setembro de 2002 a janeiro de 2003. MENEZES (2000) definiu época reprodutiva para a mesma espécie em três rios litorâneos semelhantes ao período reprodutivo encontrado para o Rio Ribeirão. *Aspidoras fuscoguttatus* possui período reprodutivo compreendido entre agosto e março (ARAÚJO & GARUTTI, 2002). Além disso, aparentemente os machos estão aptos à reprodução antes e só iniciam recuperação de suas gônadas após as fêmeas. Desta forma, passam boa parte do ano aptos à reprodução. STEARNS (1992) afirma que em espécies com acasalamento promíscuo e fertilização externa os machos maturam primeiro. Assim, os resultados obtidos sugerem extenso período reprodutivo, apontado como mais adaptativo para peixes que vivem em ambientes fortemente instáveis.

Os valores de porcentagem de IGS máximo, assim como o IAR, podem evidenciar quando ocorrerá a desova e com qual intensidade (VAZZOLER, 1996). Porém, sendo o IAR um índice elaborado para peixes de grande porte, sua aplicação em peixes de pequeno porte deve ser cuidadosa. Os valores de porcentagem de IGS máximo e do IAR encontrados indicam atividade reprodutiva ao longo dos 3 pontos, principalmente nos pontos 2 e 3. Estes resultados corroboram com o encontrado por BRAGA (2004) para *Mimagoniates microlepis* e VITULE (2004) com *Deuterodon langei* no mesmo rio.

Os valores encontrados para o Índice Gonadal são também coincidentes com o período reprodutivo encontrado, evidenciando o intervalo entre os meses de agosto de 2002 a janeiro de 2003, fato também observado para *C. barbatus* em geral para os Rios Cabral, Mergulhão e Das Pombas por MENEZES (2000). ARANHA *et al.* (1993) registraram períodos reprodutivos diferentes para as duas espécies de *Corydoras* estudadas, observando diferentes formas de investimento reprodutivo entre as espécies, pois *C. aeneus* apresentou maiores valores de IGS, concentrando sua reprodução em dois meses, enquanto que *C. gr. carlae* apresentou IGS mais baixo, reproduzindo-se em dois períodos diferentes do ano. Para o Rio Ribeirão, *C. barbatus* possui um alto investimento reprodutivo, com período reprodutivo de seis meses, concentrado num período do ano. SUZUKI (1998) registrou um



longo período reprodutivo para *C. paleatus*, com um IAR muito intenso em março e intenso em vários outros meses, e fêmeas reprodutivas com IAR superiores a 20,0.

O tamanho com que os peixes iniciam o processo reprodutivo é bastante variável e altamente relacionado às interações genótipo/ambiente. Desta forma, podem ocorrer variações intraespecíficas no mesmo local ou em locais distintos e em diferentes períodos (MENEZES, 2000). O comprimento médio de primeira maturação foi menor para as fêmeas (3,7cm) em relação aos machos (4,27cm), sendo que ambos atingiram o L_{100} em comprimentos semelhantes (6,30cm). MENEZES (2000) verificou que machos e fêmeas iniciaram o processo reprodutivo com comprimentos semelhantes, e com comprimento bem maiores dos encontrados para a espécie no rio Ribeirão (acima de 5,0cm de L_{50}). Os valores de L_{50} e L_{100} dependem muito do ritmo de crescimento corpóreo da espécie, assim como da precocidade com que começam a contribuir reprodutivamente. Desta forma, condições favoráveis ou desfavoráveis do ambiente em que a espécie se encontra, assim como a metodologia utilizada para a estimativa devem interferir muito nestes valores. No entanto, são poucos os resultados disponíveis na bibliografia para uma interpretação mais conclusiva.

A relação entre os valores estimados de L_{50} e L_{100} podem fornecer informações sobre a estratégia de vida da espécie, como por exemplo, sobre o incremento em comprimento necessário para passar da fase jovem para a adulta. Quanto mais próximos os valores desta relação estiverem de 1,0 mais rápida será a passagem da fase jovem para a adulta. Algumas espécies podem apresentar maturação tardia e período de vida mais longo, enquanto outras podem apresentar maturação precoce e curto período de vida. Para *Corydoras barbatus* os valores desta relação são menores se comparados aos valores encontrados por MENEZES (2000) para a mesma espécie no rio Cabral, onde também verificou baixa ocorrência de jovens e intensa atividade reprodutiva.

O fator de condição (LE CREN, 1951) é um indicador quantitativo do grau de bem estar do peixe, refletindo condições alimentares recentes, ou seja, de desenvolvimento e acumulação de gordura e pode variar ao longo da vida, entre os sexos ou entre diferentes ambientes. Ainda segundo LE CREN (*op cit*), o Fator de Condição Relativo (K_n) é a proporção entre o peso corpóreo teórico do peixe e do peso observado. Assim, valores acima de 1 indicam sobre peso teórico maior, enquanto valores menores indicam condições



alimentares insatisfatórias e, portanto, Kn baixo. MENEZES (2000) encontrou diferenças significativas para *C. barbatus* entre os rios Das Pombas, Cabral e Mergulhão, sendo o rio Cabral tido como o que forneceu melhores condições para a população, através de uma maior quantidade de ambientes caracteristicamente ocupados pela espécie. A homogeneidade encontrada no Kn para fêmeas e machos, revela que a população em questão não possui diferença em seu bem estar ao longo dos três pontos amostrados. Seguramente esta característica deve contribuir para que *C. barbatus* no rio Ribeirão apresentasse intensa atividade reprodutiva em todos os pontos amostrais.

A população de *C. barbatus* no rio Ribeirão apresenta atividade reprodutiva ao longo dos três pontos amostrais, principalmente nos trechos 2 e 3, em período reprodutivo longo e com desova parcelada. Tais características sugerem tratar-se de espécie generalista e teoricamente melhor adaptada a um ambiente instável e sujeito a distúrbios severos. Esta estratégia difere da encontrada por BRAGA (2004) para *Mimagoniates microlepis* e VITULE (2004) com *Deuterodon langei* no mesmo rio, que encontraram período reprodutivo curto e atividade reprodutiva no trecho inferior. Desta forma fica evidente que estas espécies empregam estratégias bionômicas distintas para adaptarem-se às mesmas condições ambientais.



ANEXO 2: Número amostral de machos e fêmeas de *Corydoras barbatus* por classe de comprimento (cm).

CLASSES DE COMPRIMENTO	MACHOS	FÊMEAS
1,0-1,9	0	0
1,9-2,8	8	5
2,8-3,7	18	28
3,7-4,6	20	29
4,6-5,5	42	58
5,5-6,4	67	95
6,4-7,3	57	72
7,3-8,2	54	45
8,2-9,1	28	27
9,1-10	16	3
10-10,9	2	0
TOTAL	312	362



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, A.A.; SUZUKI, H.I.; SAMPAIO, A.A. & BORGES, J.D. 1991. Índice de Atividade Reprodutiva; uma proposta para avaliação da atividade reprodutiva em peixes. In: **Encontro Brasileiro de Ictiologia, 9, Maringá/PR. Resumos. Universidade Estadual de Maringá, Maringá/PR.** p. 53.
- ALKINS-KOO, M, 2000. Reproductive timing of fishes in a tropical intermittent stream. **Environmental Biology of Fishes**, 57(1): 49-66.
- ARANHA, J.M.R; CARAMASCHI, E.P. & CARAMASCHI, U., 1993. Ocupação espacial, alimentação e época reprodutiva de duas espécies de *Corydoras* Lacépède (Siluroidei, Callichthyidae) coexistentes no rio Alambari (Botucatu, São Paulo). **Revista Brasileira de Zoologia**, 10(3): 453-466.
- ARAÚJO, R. B. & V. GARUTTI, 2002. Biologia reprodutiva de *Aspidoras fuscoguttatus* (Siluriformes, Callichthyidae) em riacho de cabeceira da bacia do Alto Rio Paraná. **Iheringia, Porto Alegre**, 92(4): 89-98.
- BALON, E. K., 1975. Reproductive guilds in fishes: a proposal and a definition. **J. Fish. Res. Board Can.**, 32(6): 821-864.
- BALON, E. K., 1984. Patterns in the evolution of reproductive styles in fishes. In: WOOTON, R. J. & G. W. POTTS, 1984. **Fish reproduction: Strategies and Tactics.** Orlando Academic Press. 410 p.
- BRAGA, M. R., 2004. **Reprodução e crescimento de *Mimagoniates microlepis* (Steindachner, 1876) (Characidae, Grandulocaudinae) no rio Ribeirão, Paranaguá, Paraná.** Curitiba. Dissertação de Mestrado, UFPR. 74p.



-
- BREDER JR, C. M. & D. E. ROSEN, 1966. **Modes of reproduction in fishes**. New York: Natural History Press. 941 p.
 - HOSTACHE, G. & J. H. MOL, 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.
 - KRAMER, D. L., 1978. Reproductive seasonality in the fishes of a tropical stream. **Ecology**, **59**(5): 976-985.
 - LE CREN, E. D., 1951. The length-weight relationships and seasonal cycle in gonad weight condition in the perch (*Perca fluviatilis*). **Journal of Animal Ecology**, **20**: 201-219.
 - LOWE-McCONNELL, R. H., 1999. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: Edusp. 535p.
 - MACARTHUR, R. H. & E. O. WILSON, 1967. **The theory of island biogeography**. Princeton: Princeton University Press. 203 p.
 - MANN, R. H. R.; MILLS, C. A. & D. T. CRISP, 1984. Geographical variation in the life-history tactics of some species of freshwater fish. **In**: WOOTON, R. J. & G. W. POTTS, 1984. **Fish reproduction: Strategies and Tactics**. Orlando Academic Press. 410 p.
 - MENEZES, M. S., 2000. Estrutura populacional e táticas reprodutivas de peixes em riachos litorâneos do Estado do Paraná. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo. 81p.
 - SIEGEL, S., 1975. **Estatística não paramétrica para as ciências do comportamento**. McGraw-Hill. 350 p.



-
- STEARNS, S. C., 1992. **The evolution of life-histories**. New York: Oxford University Press. 240 p.

 - SUZUKI, H. I., 1998. **Estratégias reprodutivas de peixes relacionadas ao sucesso na colonização em dois reservatórios do rio Iguaçu, PR, Brasil**. São Carlos. Tese de Doutorado, PPG-ERN, Universidade Federal de São Carlos. 98 p.

 - VAZZOLER, A. E. A., 1996. **Biologia da Reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. EDUEM, Maringá, PR, 169p.

 - VIEIRA, S., 1980. **Introdução à Bioestatística**. 3^a ed. Ed Campus, Rio de Janeiro. 196p.

 - VITULE, J. R. S., 2004. **Alimentação, estrutura populacional e reprodução de *Deuterodon langei* Travassos, 1957 (Characidae, Tetragonopteridae), na bacia do rio Ribeirão, Paranaguá, Paraná**. Curitiba. Dissertação de Mestrado, UFPR. 88p.

 - WINEMILLER, K. O., 1989. Patterns in variation in life history among South American fishes in seasonal environments. **Oecologia**, **81**: 225-241.

 - WOOTON, R. J., 1984. **Introduction: strategies and tactics in fish reproduction**, pp 1-12. in *Fish Reproduction: Strategies and tactics* ed R.J. Wootton & G.W. Potts. Academic Press, London, 410 p.

 - ZAR, J. H., 1999. **Biostatistical analysis**. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice Hall International Ed.. 663 p.



CAPÍTULO III

**IDADE E CRESCIMENTO DE *Corydoras barbatus* (QUOY & GAIMARD, 1824)
(SILUROIDEI, CALLICHTHYIDAE) NA BACIA DO RIO RIBEIRÃO, PARANÁ,
BRASIL.**



**IDADE E CRESCIMENTO DE *Corydoras barbatus* (Quoy & Gaimard, 1824)
(SILUROIDEI, CALLICHTHYIDAE) NA BACIA DO RIO RIBEIRÃO, PARANÁ,
BRASIL.**

RESUMO

A idade e crescimento de *Corydoras barbatus* da bacia do rio Ribeirão, Paranaguá, Paraná, foram estudadas através de coletas mensais realizadas de janeiro de 2002 a fevereiro de 2003 nos trechos superior, médio e inferior, com rede de arrasto manual. Foram utilizados 424 pares de otólitos para a leitura e contagem de anéis opacos. Para os três pontos amostrais agrupados foram calculados a distribuição bimestral dos comprimentos médios por grupos com mesmo número de anéis e as curvas de crescimento relacionada ao comprimento e ao peso (obtidas através da expressão de Von Bertalanffy). Com as idades e a frequência de indivíduos de cada classe etária pelos seus comprimentos médios correspondentes, foram montadas pirâmides etárias para os três pontos de amostragem do rio Ribeirão. Para o total de anéis opacos contados foram encontrados até 6 anéis opacos, sendo 19 otólito sem nenhum anel, 110 com um anel, 127 com 2 anéis, 86 com 3 anéis, 49 com 4 anéis, 23 com 5 anéis e 4 com 6 anéis. Através da distribuição bimestral dos comprimentos médios por grupo de números de anéis, verificou-se que a formação de anéis para o total de indivíduos é anual e ocorre do quarto para o quinto bimestre, ou seja, entre os bimestres setembro/outubro e novembro/dezembro. Os indivíduos cresceram em comprimento de acordo com a expressão $L_t = 12,73912[1 - e^{-0,766(t-0,03)}]$ e em peso de acordo com a expressão $W_t = 21,41397 [1 - e^{-0,766(t-0,03)}]^{2,9555}$. Na estrutura etária, o ponto 1 possui indivíduos de 1, 2 e 3 anos com maior frequência, sendo que o ponto 2 possui uma estrutura etária semelhante ao ponto 1 porém com maior frequência de indivíduos de 4 anos. O ponto 3 possui uma pirâmide etária melhor estruturada em relação aos pontos 1 e 2, com maior frequência de indivíduos de 1, 2, 3, e 4 anos e menor de 5 e 6. Indivíduos de 6 anos ocorreram somente no trecho inferior. A população de *Corydoras barbatus* do rio Ribeirão apresenta crescimento rápido, com período de formação dos anéis anual e coincidente com o período reprodutivo, atingindo a idade máxima de 6 anos, fatores que sugerem que esta espécie possui um padrão semelhante de crescimento encontrado em outras famílias de Siluriformes, particularmente em Loricariidae, fatores de grande importância para uma espécie que vive em um ambiente que pode sofrer severos distúrbios.

Palavras-chave: rios litorâneos, idade e crescimento, *Corydoras barbatus*, estrutura etária



ABSTRACT

(Age and Growth of *Corydoras barbatus* (Quoy & Gaimard, 1824) (Siluroidei, Callichthyidae) in drainage basin of Ribeirão river, Paraná, Brazil)

The age and growth of *Corydoras barbatus* of river Ribeirão basin, Paranaguá, Paraná were studied through monthly samples from January 2002 to February 2003 in the upper, middle and lower sites with a manual drag net. It was used 424 pairs of otoliths for the reading and counting of opaque rings. For the three sites it was calculated the bimonthly distribution of the medium lengths per group with same number of rings and the growth curves related to the length and the weight (obtained through Von Bertalanffy's expression). With the ages and the frequency of each individual age class and its corresponding medium lengths, age pyramids were made for the three sampling sites of the Ribeirão river. For the total opaque rings counted, it was found up to 6 rings, being 19 otoliths without any ring, 110 with 1 ring, 127 with 2 rings, 86 with 3 rings, 49 with 4 rings, 23 with 5 rings and 4 with 6 rings. Through the bimonthly distribution of the medium lengths per group of the same numbers of rings, it was verified that the formation of rings for the total sample is annual and it occurs from September/October to November/December. The individuals grew in length with the expression $L_t = 12.73912[1 - e^{-0.766(t-0.03)}]$ and in weight with the expression $W_t = 21.41397 [1 - e^{-0.766(t-0.03)}]^{2.9555}$. In the age structure, the point 1 is composed with larger frequency by individuals of 1, 2 and 3 years, and the point 2 possesses an age structure similar to the point 1 even so with larger frequency of 4 year-old individuals. The point 3 possesses a better structured age pyramid in relation to the points 1 and 2, with a larger frequency of 1, 2, 3, and 4 years-old individuals and smaller of 5 and 6 years-old ones. Individuals of 6 years-old only occurred in the lower stream. The population of *Corydoras barbatus* of river Ribeirão presents fast growth, with annual formation period of opaque rings coincident with the reproductive period, reaching the 6 year-old maximum age, factors that suggests that this species has a similar pattern of growth found in other families of Siluriphorms, particularly in Loricariidae, factors of great importance for a species that lives in an environment that can has severe disturbances.

Key-words: coastal stream, age and growth, *Corydoras barbatus*, age structure



INTRODUÇÃO

A variabilidade de condições das águas doces tem atuado com um papel decisivo na seleção de características flexíveis, como fecundidade, idade da primeira maturação e longevidade, sendo que as populações que vivem nestes ambientes podem se ajustar à instabilidade do habitat. A heterogeneidade torna estes ambientes excelentes modelos de estudos da história de vida das populações e são úteis para compreender os mecanismos adaptativos de diferentes condições ambientais (MANN *et al.*, 1984).

A história de vida de um peixe é fortemente influenciada por fatores bióticos e abióticos. Muitos autores têm demonstrado a capacidade das assembleias de peixes em adaptar a sua dinâmica populacional às condições locais (KRAMER, 1978; LOBON-CERVIÁ *et al.*, 1991). A estrutura etária e a taxa de crescimento de uma população são fundamentais na caracterização do crescimento, mortalidade e produtividade, sendo estes fatores de grande influência nas variáveis biológicas das espécies (CAMPANA, 2001). O crescimento é um aspecto importante na história de vida dos peixes, mostrando uma ampla gama de plasticidades fenotípicas, sendo que estas variações podem se refletir na adaptação das espécies ao seu ambiente (MANN, 1991 *apud* PRZYBYLSKI, 1996).

Numa grande quantidade de investigações sobre idade e crescimento têm sido utilizados o par de otólitos *sagittae* em virtude de ser o maior otólito entre os três encontrados no ouvido interno de peixes teleósteos (CAMPANA & NEILSON, 1985). Desde que PANELLA (1971) identificou o crescimento diário representado nos otólitos, a formação de anéis diários tem sido confirmada em várias espécies (JONES, 1986). Referências aos otólitos *lapilli* são incomuns na literatura. BAILEY & STEHR (1988) reportaram o uso de *lapillus* para determinar a idade de larvas de *Theragra chalcogramma* e BROTHERS & MACFARLAND (1981) para determinar a idade em juvenis de *Haemulon flavolineatus*. Em Siluriformes, o otólito *lapillus* é o de maiores proporções em relação ao *sagittae* e *asteriscus* (DAVID *et al.*, 1993), tendo sido utilizado em estudos de crescimento em algumas espécies da família Loricariidae (GURGEL & BARBIERI, 1991; BARBIERI, 1995).

Os otólitos são estruturas que apresentam linhas de crescimento de deposição concêntrica. Durante as deposições, camadas hialinas correspondem a períodos de crescimento mais acelerado, sendo que por outro lado, as camadas mais opacas



correspondem a períodos de crescimento mais lento. A periodicidade na formação dos anéis está geralmente associada a fatores sazonais, sendo a temperatura um fator de grande importância neste processo (LAGLER *et al.*, 1962), ou como um resultado de processos internos e externos atuando simultaneamente (NIKOLSKY, 1963). Em regiões tropicais, as variações de temperatura são menos acentuadas, sendo mais difícil identificar os fatores responsáveis pela periodicidade na formação dos anéis. Nestas situações é importante estudar os possíveis parâmetros que poderiam estar atuando na formação dos anéis nestas populações (PANELLA, 1971). Alguns autores relacionaram a formação dos anéis associada ao período reprodutivo (GURGEL & BARBIERI, 1991; AMARAL *et al.*, 1999) em Siluriformes.

Este trabalho teve como objetivos: determinar a periodicidade de crescimento, estimar as curvas de crescimento em peso e comprimento e avaliar de forma comparativa a estrutura etária de *Corydoras barbatus* na bacia de drenagem do rio Ribeirão.



MATERIAL E MÉTODOS

Dos 791 exemplares coletados nos pontos 1, 2 e 3 já caracterizados e localizados no capítulo I, foi feita uma subamostragem para processamento mais eficiente dos exemplares. Estes exemplares foram pesados e medidos, sendo que posteriormente com estes valores foi obtida a relação peso/comprimento (Capítulo I) para machos e fêmeas separadamente, através da expressão $W_t = a.L_t^b$. As retas de regressão obtidas para machos e fêmeas foram comparadas, com intervalo de confiança de 95% da reta calculada com todos os dados (machos e fêmeas).

Os pares de otólitos *lapilli* retirados dos indivíduos coletados foram lavados com água para remoção de restos de tecido e/ou gordura. Posteriormente foram dispostos sobre fundo escuro para a leitura sob microscópio estereoscópio. A leitura dos anéis foi feita de acordo com a metodologia da contagem de anéis hialinos e opacos proposta por JONES & HYNES (1950). A transformação de Ford-Walford foi utilizada para os dados obtidos de acordo com VAZZOLER (1981). As curvas de crescimento relacionada ao comprimento (1) e ao peso (2) foram obtidas através da expressão de Von Bertalanffy (VAZZOLER, 1981):

$$(1) \quad L_t = L_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)}], \text{ onde,}$$

L_t – comprimento estimado relativo à idade t ;

L_{∞} - comprimento assintótico quando a idade aumenta indefinidamente;

e - base dos logaritmos neperianos;

K – parâmetro de correlação;

t – idade considerada;

t_0 – idade inicial, e,

$$(2) \quad W_t = W_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)}]^b, \text{ onde:}$$

W_t – peso estimado relativo ao peso t ;

W_{∞} - comprimento assintótico quando o peso aumenta indefinidamente;

e – base dos logaritmos neperianos;

K – parâmetro de correlação;



t – idade considerada;

t_0 – idade inicial.

A estrutura etária para os 3 pontos foi obtida a partir dos números de anéis correspondentes as idades de cada exemplar da subamostragem citada anteriormente. Com as idades e a frequência de indivíduos de cada classe etária pelos seus comprimentos médios correspondentes, foram montadas pirâmides etárias para os três pontos de amostragem do rio Ribeirão.



RESULTADOS

Foram utilizados para a leitura dos anéis 424 pares de otólitos, nos quais foram encontrados até 6 anéis opacos, sendo 19 sem nenhum anel, 110 com um anel, 127 com 2 anéis, 86 com 3 anéis, 49 com 4 anéis, 23 com 5 anéis e 4 com 6 anéis. Através da distribuição bimestral dos comprimentos médios por grupo de números de anéis, verificou-se que a formação de anéis para o total de indivíduos é anual e ocorre do quarto para o quinto bimestre, ou seja, entre os bimestres setembro/outubro e novembro/dezembro (Fig. 24).

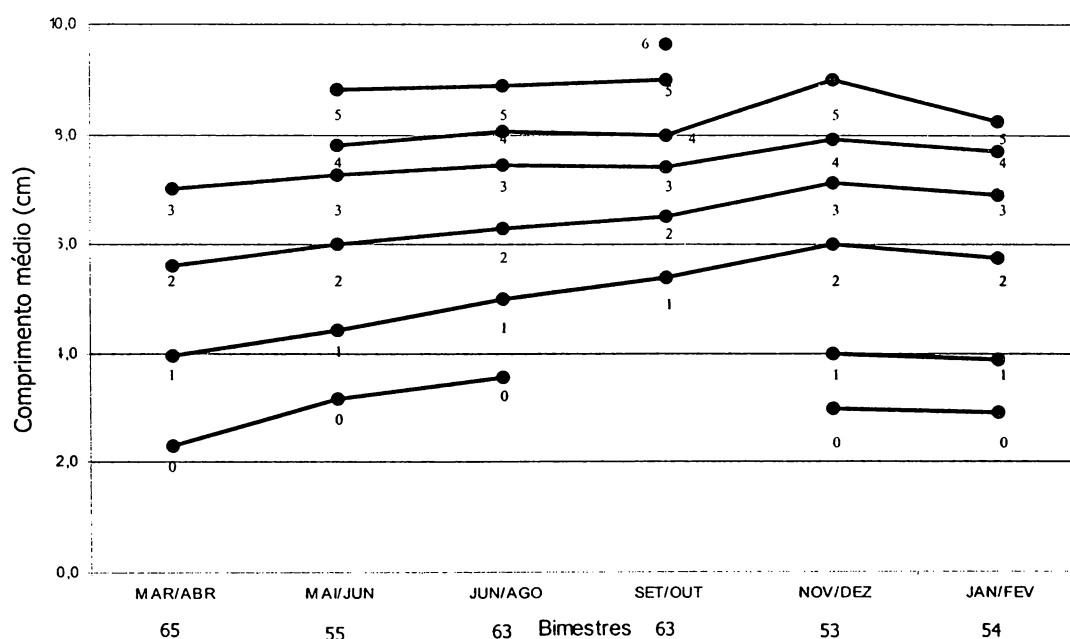


FIGURA 24: Distribuição bimestral da frequência de comprimentos para grupos com mesmo número de anéis de *Corydoras barbatus*. Os valores 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 correspondem ao número de anéis. Os números abaixo dos bimestres referem-se ao n amostral.

A transformação de Ford-Walford (Fig. 25) ($r^2=0,9695$), permitiu a utilização do modelo de VON BERTALANFFY (VAZZOLER, 1981). Os indivíduos cresceram em comprimento de acordo com a expressão $L_t = 12,73912[1 - e^{-0,766(t-0,03)}]$ (Fig. 26). O



crescimento em peso ocorreu de acordo com a expressão $W_t = 21,41397 [1 - e^{-0,766(1-0,03)}]^{2,9555}$ (Fig. 27).

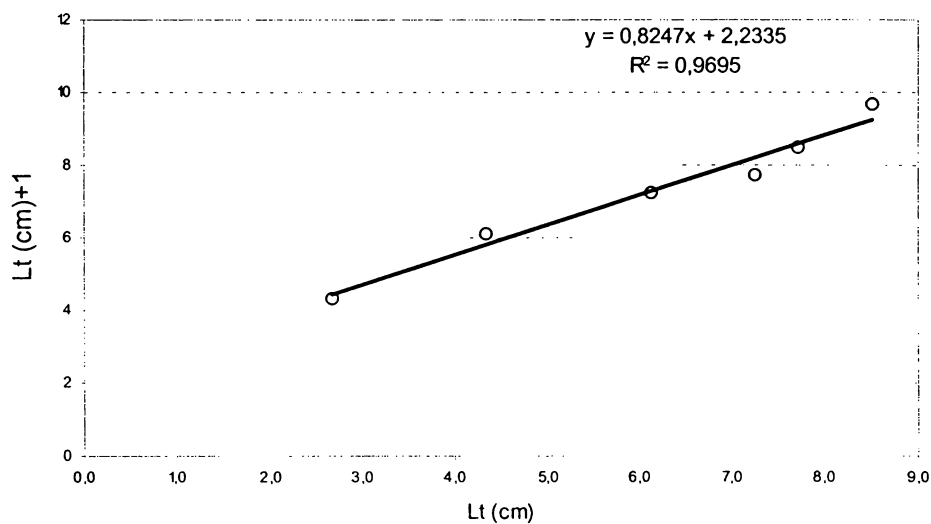


FIGURA 25: Teste de validade dos valores de comprimento médio pelo método de Ford-Walford para *Corydoras barbatus*. $n=424$.

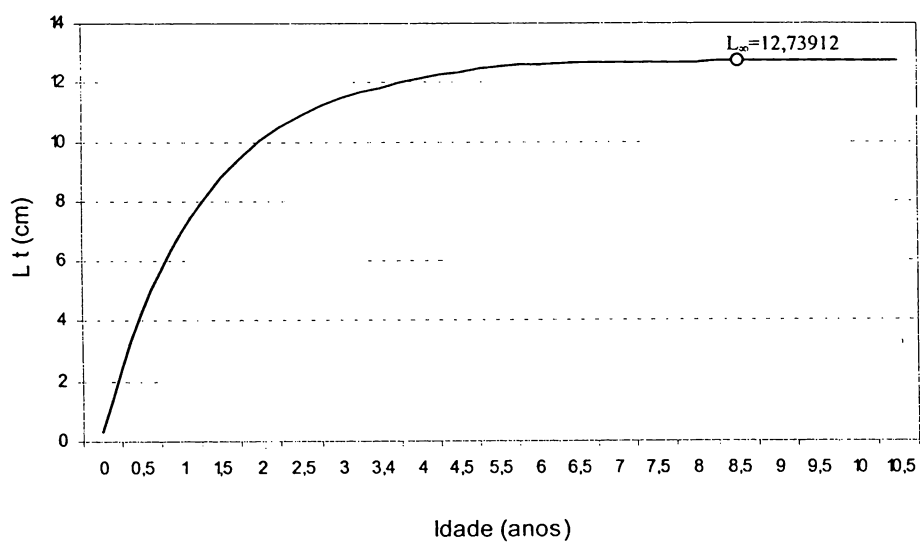


FIGURA 26: Curva de crescimento em comprimento para *Corydoras barbatus*. $n=424$

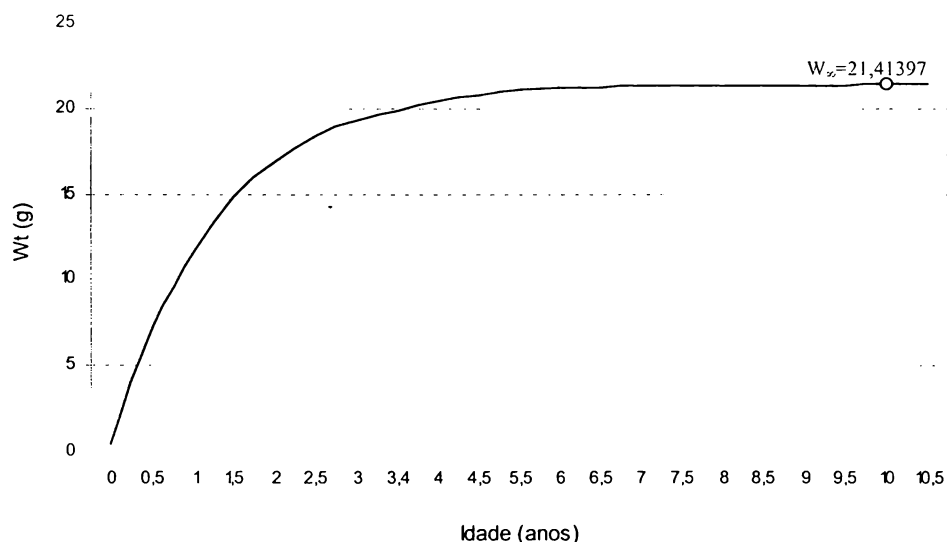


FIGURA 27: Curva de crescimento em peso para *Corydoras barbatus*. $n=424$

Para a análise da estrutura etária de *Corydoras barbatus* foi utilizado um total de 542 indivíduos (542 pares de otólitos), sendo destes 67 indivíduos de sexo indeterminado, 250 fêmeas e 225 machos.

A bacia de drenagem do rio Ribeirão possui diferenças na estrutura etária de *C. barbatus* ao longo dos trechos amostrados. No ponto 1 (Fig. 28), indivíduos de 1, 2 e 3 anos foram mais frequentes. O ponto 2 (Fig. 29) possui uma estrutura etária semelhante ao ponto 1, porém com maior frequência de indivíduos de 4 anos. O ponto 3 (Fig. 30) possui uma pirâmide etária melhor estruturada em relação aos pontos 1 e 2, com maior frequência de indivíduos de 1, 2, 3, e 4 anos e menor de 5 e 6. Indivíduos de 6 anos ocorreram somente no ponto 3.

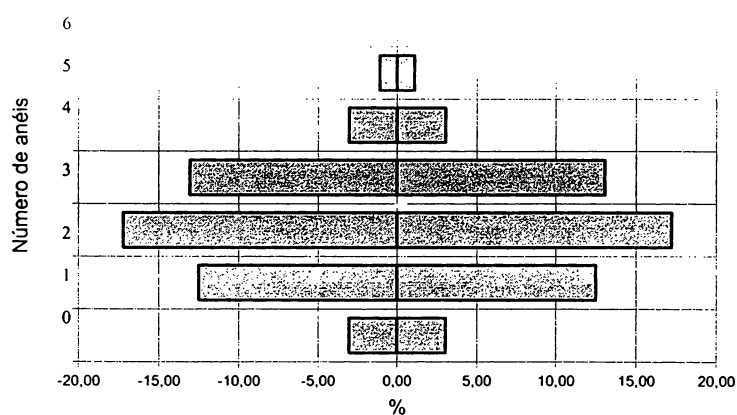


Figura 28: Frequência de indivíduos por número de anéis no ponto 1 do rio Ribeirão.

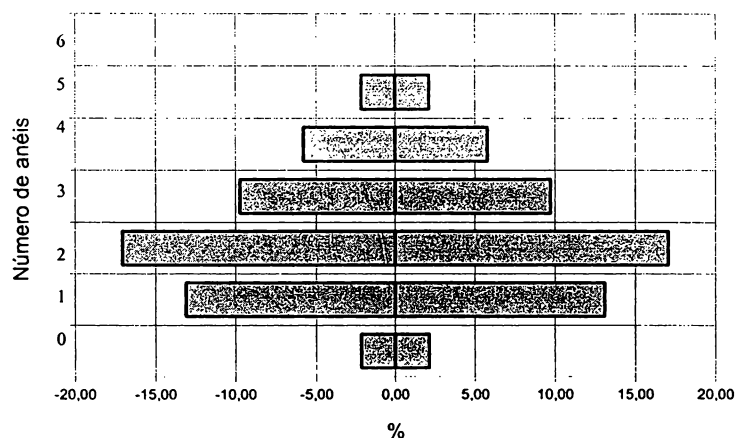


Figura 29: Frequência de indivíduos por número de anéis no ponto 2 do rio Ribeirão.

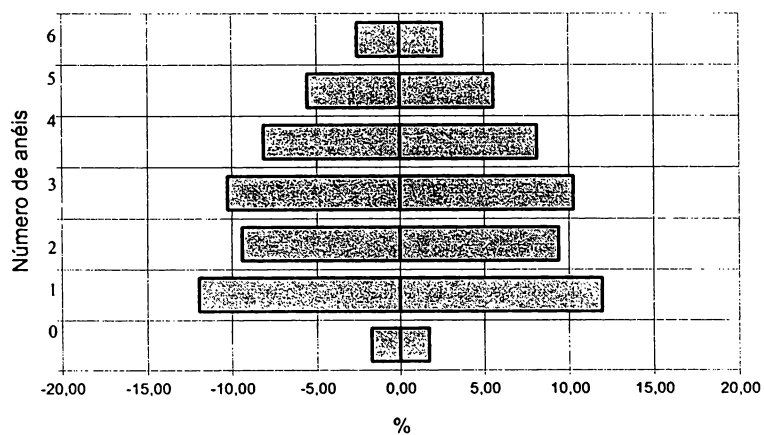


Figura 30: Frequência de indivíduos por número de anéis no ponto 3 do rio Ribeirão.



DISCUSSÃO

O ritmo de crescimento depende da energia obtida e de como esta energia é utilizada. Os períodos em que o crescimento diminui são registrados em algumas estruturas ósseas como anéis opacos, que são o resultado de uma grande deposição de minerais. Os períodos em que o crescimento é mais acelerado correspondem a áreas hialinas nestas estruturas (e.g. CAMPANA & NEILSON, 1985; CAMPANA, 2001).

A idade e fatores genéticos podem influenciar a taxa de deposição de *annuli*, juntamente com variáveis ambientais como a frequência na alimentação, fotoperíodo e temperatura (BLACKER, 1974; BELL, 2001). No entanto, métodos convencionais de determinação de idade em espécies tropicais (e.g. MENON, 1950; DE BONT, 1967; CAMPANA & NEILSON, 1985), podem ser dificultadas, pois eventos sazonais geralmente não estão presentes na formação dos anéis. Porém, BARBIERI (1995) afirma que a contagem de anéis para a maioria das espécies ictíicas tem apresentado resultados satisfatórios. Para *C. barbatus*, sugere-se que eventos sazonais e relação com o período reprodutivo proporcionaram a formação de anéis evidentes nos otólitos, tornando a determinação de idade possível.

O período de formação de anéis para *C. barbatus* coincide com o período reprodutivo, fato também encontrado por AMARAL *et al.* (1999) para *Pimelodella pappenheimi*. FENERICH *et al.* (1975), GURGEL & BARBIERI (1991) e BARBIERI (1995) também relacionaram o período de formação de anéis anuais com o período reprodutivo em outras espécies de siluriformes. Como o período reprodutivo de *Corydoras barbatus* inicia-se antes do período de chuvas mais intensas (capítulo II), e a alocação de estoques energéticos é direcionada para o esforço reprodutivo, sugere-se que estes eventos estão associados ao crescimento e na formação dos anéis etários de periodicidade anual. A mesma tendência foi verificada por BRAGA (2004) que encontrou sazonalidade na formação dos anéis etários anuais para *Mimagoniates microlepis*, coletados na mesma bacia de drenagem e mesmo período de coleta de *Corydoras barbatus*. BAYLEY (1988) afirma que fatores sazonais afetam a velocidade de crescimento, particularmente em espécies onívoras, que possuem crescimento rápido associado ao aumento na frequência das enchentes e à maior disponibilidade de alimento. Estas afirmações podem ser particularmente verdadeiras



para *C. barbatus*, que é considerada uma espécie onívora (FOGAÇA *et al.*, 2003), com período reprodutivo que ocorre juntamente com o período de maior pluviosidade.

Em *C. barbatus* foi encontrado um máximo de 6 anéis para machos e fêmeas. GURGEL & BARBIERI (1991) encontraram um máximo de 6 anéis para as fêmeas e 5 para os machos de *Rineloricaria latirostris*. FENERICH *et al.* (1975) encontraram até um máximo de 7 anéis para *Pimelodus maculatus* e *Pimelodus clarias* e AMARAL *et al.* (1999) encontraram um máximo 4 anéis para *P. pappenheimi*. Embora sejam poucos os trabalhos que abordam crescimento em peixes de riachos e de pequeno porte, acreditamos que a idade de 6 anos possa ser considerada como uma idade máxima para a maioria destes peixes, assim com também foi verificado para *Mimagoniates microlepis* para a mesma bacia (BRAGA, 2004).

A coerência dos resultados (número de anéis semelhantes em comprimentos semelhantes) e valor estimado de L_{∞} e W_{∞} próximos dos maiores exemplares capturados, demonstram que tais resultados foram confiáveis para o ajuste das curvas pelo modelo de Von Bertalanffy. VAZZOLER (1981) comenta que há uma relação entre os valores de K, longevidade e L_{∞} . Nos indivíduos em que o crescimento é mais rápido (valores altos de K), a longevidade é menor, com comprimentos assintóticos menores. Desta forma, *C. barbatus* apresentou alta taxa de crescimento até atingir o comprimento de primeira maturação, com cerca de 6 meses (capítulo II). O crescimento passa a ficar mais lento após atingir o comprimento assintótico, com cerca de 1 ano de idade. A velocidade de crescimento em peso é alta até atingir o comprimento de primeira maturação gonadal (6 meses), com diminuição da velocidade até atingir o peso assintótico, com cerca de três anos. Estes valores sugerem também, que a espécie redireciona seus investimentos energéticos para o período reprodutivo, ocasionando a formação dos anéis de crescimento. Para outras espécies de Siluriformes, o valor de K é semelhante, resultando numa alta taxa de crescimento, se comparada ao valor de K estimado para *C. barbatus* (NOMURA *et al.*, 1975; NOMURA & MUELLER, 1980; NOMURA & NEMOTO, 1983; AGOSTINHO, 1985; GURGEL & BARBIERI, 1991; BARBIERI, 1995). O valor de *b* estimado para a população de *C. barbatus* sugere que o crescimento em comprimento e peso é alométrico, semelhante ao que já foi reportado para outras espécies de Siluriformes, particularmente em Loricariidae (*e. g.* FENERICH *et al.*, 1975; GURGEL & BARBIERI, 1991; BARBIERI, 1995).



A ocupação e distribuição de peixes ao longo de bacias de rios têm sido objeto de diversos estudos de populações e fatores bióticos como disponibilidade de alimento, estratégias reprodutivas e abióticos como temperatura, tipo de substrato têm sido reportados como importantes fatores que influenciam a dinâmica das populações (BAIN *et al.*, 1988). Em rios do território nacional alguns autores têm estudado a distribuição de peixes (ARANHA *et al.*, 1993; BUCK & SAZIMA, 1995; ARANHA & CARAMASCHI, 1999; MENEZES & CARAMASCHI, 2000). No entanto poucas vezes a estrutura etária foi analisada em relação à distribuição espacial.

A distribuição da população de *Corydoras barbatus* no rio Ribeirão não foi uniforme, com cada ponto amostral sendo constituído por uma estrutura etária característica. Nos pontos 1 e 2 ocorreram com maior frequência os indivíduos de médio porte, de 1 a 4 anos, enquanto que no ponto 3 a representatividade de todas as classes etárias foi maior, sendo que apenas no trecho inferior houve a ocorrência de indivíduos de 6 anos. MENEZES (2000) avaliou a estrutura das populações de *C. barbatus* em três riachos litorâneos no Paraná associada à presença de substratos preferenciais; FOGAÇA *et al.* (2003) relatam que *C. barbatus* foi capturada e visualizada explorando vários tipos de substrato. Desta forma, quanto maior a heterogeneidade dos microhabitats e complexidade espacial, maior a probabilidade de exemplares de diferentes fases do ciclo de vida explorarem o local. Assim, a maior disponibilidade de vegetação marginal composta por gramíneas maior a disponibilidade abrigos e alimento aos indivíduos mais jovens (capítulo I), proporcionou maior participação de jovens no trecho inferior.

Em ambientes instáveis é importante que as espécies desenvolvam táticas para conseguirem sobreviver e se reproduzir, deixando descendentes. Desta forma, *Corydoras barbatus* apresenta crescimento e desenvolvimento rápidos, fatores de grande importância para uma espécie que vive em um ambiente que pode sofrer severos distúrbios. Esses pulsos de cheia freqüentemente modificam o ambiente, podendo ter atuado como fator determinante no padrão de crescimento e distribuição das classes etárias dos indivíduos da população de *Corydoras barbatus* na bacia do rio Ribeirão.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, A. A.; BARBIERI, G. & J. R. VERANI, 1991. Idade e crescimento do cascudo preto *Rhinelepis aspera* (Siluriformes, Loricariidae) no rio Paranapanema, Bacia do rio Paraná. **Revista UNIMAR**, 13(2): 259-272.
- AMARAL, F.A.; ARANHA, J.M.R. & M. S. MENEZES, 1999. Age and growth of *Pimelodella pappenheimi* (Siluriformes, Pimelodidae) from Atlantic Forest Stream in Southern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 42(4): 449-453.
- ARANHA, J.M.R. & E.P. CARAMASCHI, 1999. Estrutura populacional, aspectos da reprodução e alimentação dos Cyprinodontiformes (Osteichthyes) em um riacho do Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 16(1): 637-651.
- ARANHA, J.M.R; CARAMASCHI, E.P. & U. CARAMASCHI, 1993. Ocupação espacial, alimentação e época reprodutiva de duas espécies de *Corydoras* Lacépède (Siluroidei, Callichthyidae) coexistentes no rio Alambari (Botucatu, São Paulo). **Revista Brasileira de Zoologia**, 10(3): 453-466.
- BAILEY, P. B., 1988. Factors affecting growth rates of young tropical floodplain fishes: seasonality and density-dependence. **Environmental Biology of Fishes**, 21(2): 127-142.
- BAILEY, K. M. & C. L. STEHR, 1988. The effects of feeding periodicity and ration on the rate of increment formation in otoliths of larval walleye Pollock *Theragra chalcogramma* (Pallas). **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, 122: 147-161.
- BAIN, M. B.; FINN, J. T. & H. E. BOOKE, 1988. Streamflow regulation and fish community structure. **Ecology**, 69(6): 821-864.



-
- BARBIERI, G., 1995. Biologia do cascudo, *Rineloricaria latirostris* Boulenger, 1899 (Siluriformes, Loricariidae) do rio Passa Cinco, Ipeúna/São Paulo: idade e crescimento. **Revista Brasileira de Biologia**, 55(3): 467-470.
 - BELL, M. A., 2001. Fish do not lie about their age...but they might lose count. **Trends in Ecology & Evolution**, 16(11): 599-600.
 - BLACKER, R. W., 1974. Recent advance in otolith studies, p. 67-90. *In* F. R. Harden Jones [ed.]. Sea fisheries research. Elek Science, London. 1975. Stereoscan observations of a plaice otolith. **J. Cons. Int. Explor. Mer**, 36: 184-187.
 - BRAGA, M. R., 2004. **Reprodução e crescimento de *Mimagoniates microlepis* (Steindachner, 1876) (Characidae, Grandulocaudinae) no rio Ribeirão, Paranaguá, Paraná.** Curitiba. Dissertação de Mestrado, UFPR. 74p.
 - BROTHERS, E. B. & W. N. MACFARLAND, 1981. Correlations between otoliths microstructure, growth and life history transitions in newly recruited French grunts (*Haemulon flavolineatum*). **Rapp. P. V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer.**, 178: 369-374.
 - BUCK, S. & I. SAZIMA, 1995. An assemblage of mailed catfishes (Loricariidae) in Southeastern Brazil: distribution, activity, and feeding. **Ichth. Exp. Fresh.**, 6(4): 325-332.
 - CAMPANA, S. E., 2001. Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. **Journal of Fish Biology**, 59: 197-242.
 - CAMPANA, S.E. & J. D. NEILSON, 1985. Microstructure of fish otoliths. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science**, 42: 1014-1032.



-
- DAVID, A. W.; ISELY, J. J. & C. B. GRIMES, 1993. Differences between the sagittae, lapillus, and asteriscus in estimating age and growth in juvenile red drum, *Sciaenops ocellatus*. **Fishery Bulletin**, **92**: 509-515.

 - DE BONT, A. F., 1967. Some aspects of age and growth of fish in temperate and tropical waters. **The Biological Basis of Freshwater Fish Production**. Shelby D. Gerking (ed.) Blackwell, Oxford.

 - FENERICH, N. A.; NARAHARA, M. Y. & H. M. GODINHO, 1975. Curva de crescimento e primeira maturação sexual do mandi, *Pimelodus maculatus* Lac, 1803 (Pisces, Siluroidei). **Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo**, **4**(1): 15-28.

 - FOGAÇA, F. N. O.; ARANHA, J. M. R. & M. L. P. ÉSPER, 2003. Ictiofauna do rio do Quebra (Antonina, PR, Brasil): ocupação espacial e hábito alimentar. **Interciência**, **28**(3): 1-6.

 - GURGEL, H. C. B. & G. BARBIERI, 1991. Idade e crescimento do bagre amarelo, *Rhandia branneri* Haseman, 1911 (Siluruformes, Pimelodidae) do rio Iguaçu/Paraná. **Revista UNIMAR**, **13**(2): 248-258.

 - JONES, C., 1986. Determining age of larval fish with the otoliths increment technique. **Fisheries Bulletin**, **84**: 91-103.

 - JONES, J. W. & B. N. HYNES, 1950. The age and growth of *Gasterosteus aculeatus*, *Pygosteus pungitius* and *Spinachia vulgaris*, as shown by their otoliths. **Journal of Animal Ecology**, **19**: 59-73.

 - KRAMER, P. L., 1978. Reproductive seasonality in the fishes at tropical Stream. **Ecology**, **59**(5): 976-985.



-
- LAGLER, K. F.; BARDACH, J. E. & R. R. MILLER, 1962. **Ichthyology**. John Wiley and Sons, Inc. New York. 178 p.

 - LOBON-CERVIÁ, J., 1991. **Dinâmica de poblaciones de peces em rios. Pesca eléctrica y métodos de capturas sucesivas em la estima de abundancias**. Monografías Del Museo Nacional de Ciencias Naturales, Centro de Investigaciones de Agua , Madrid, 156p.

 - MANN, R. H. R.; MILLS, C. A. & D. T. CRISP, 1984. Gographical variation in the life history tactics of some species of freshwater fish. In: **Fish reproduction: strategies and tactics** (WOOTTON, R. J. & POTTS, G. W., ed), Academic Press, 171-186p.

 - MENEZES, M. S., 2000. **Estrutura populacional e táticas reprodutivas de peixes em riachos litorâneos do Estado do Paraná**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo. 81p.

 - MENEZES, M. S. & E.P. CARAMASCHI, 2000. Longitudinal distribution of *Hypostomus punctatus* (Osteichthyes, Loricariidae) in a coastal stream from Rio de Janeiro, Southeastern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 43(2): 229-233.

 - MENON, M. D., 1950. The use of bones, others than otoliths in determining the age and growth-rate of fishes. **J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer.**, 16: 311-340.

 - NIKOLSKY, G. V., 1963. **The ecology of fishes**. Academic Press Inc., London. 225 p.

 - NOMURA, H.; OLIVIERI, M. J.; LELLIS, A. M. P. & B. E. CALDO, 1975. Caracteres merísticos e biología do cascudo bugio, *Plecostomus ancistroides* Ihering, 1911 (Pisces, Loricariidae). **Científica, UNESP**, 2: 232-245.



-
- NOMURA, H. & I. M. M. MUELLER, 1980. Biología do cascudo *Plecostomus hermanni* Ihering, 1905 do rio Mogi Guaçu, São Paulo (Osteichthyes, Loricariidae). **Revista Brasileira de Biologia**, **40**: 267-275.

 - NOMURA, H. & L. NEMOTO, 1983. Alguns caracteres merísticos e biologia do cascudo, *Plecostomus paulinus* Ihering, 1905 (Pisces, Loricaridae) do rio Mogi Guaçu, São Paulo. **Revista de Agricultura**, **58**: 175-196.

 - PANNELLA, G., 1971. Fish otoliths: daily growth layers and periodical patterns. **Science**, **173**: 1124-1127.

 - PRZYBYLSKI, M, 1996. Variation in fish growth characteristics along a river course. **Hydrobiologia**, **325**: 39-46.

 - VAZZOLER, A. E. A., 1981. **Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes; Reprodução e crescimento**. CNPq, Brasília, 108p.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espécies de riachos apresentam diversas adaptações para sobreviver nas condições muitas vezes severas destes ambientes. A população de *Corydoras barbatus* apresentou variações quanto à estrutura e dinâmica da população ao longo dos três pontos, estando desta forma associada às diferentes características ambientais encontradas em cada trecho, como profundidade, tipo de substrato, correnteza e sombreamento da vegetação marginal. Como MENEZES (2000) já relatou, *C. barbatus* é uma espécie que pode ser capturada principalmente em ambientes com predomínio de áreas sombreadas, com folhiço no fundo, sob vegetação ripária e galhadas submersas, microambientes encontrados com frequência no trecho inferior do rio Ribeirão. Segundo BARTHEM & GOULDING (1997), as possíveis pressões seletivas em favor da distribuição heterogênea ao longo do rio são a diminuição da competição intraespecífica e/ou ocupação de microhabitats adequados a cada fase do ciclo de vida da espécie. No trecho 3 a maior amplitude de classes de comprimento, a grande presença de indivíduos maduros, a atividade reprodutiva muito intensa e a maior frequência de indivíduos jovens também verificada na estrutura etária, sugerem que esta parcela da população de *C. barbatus* está melhor estruturada neste ponto amostral.

Corydoras barbatus não apresentou padrão definido de dimorfismo sexual em comprimento, com os machos atingindo comprimentos ligeiramente superiores ao das fêmeas. Esta espécie apresentou período reprodutivo longo, duração média de 6 meses iniciando no período anterior às chuvas, e com desova parcelada, refletindo padrões adaptativos ao regime de enchentes severas, que ocorrem em épocas definidas ao longo do ano. A presença de indivíduos maduros nos três pontos indica que provavelmente a desova tenha ocorrido ao longo de todos os trechos do rio. No caso do rio Ribeirão, os trechos médio e inferior foram os que apresentaram os maiores índices de atividade reprodutiva, mas o ponto 3 demonstrou que provavelmente neste trecho as condições de manutenção e crescimento dos jovens foi melhor proporcionada.

A formação de anéis etários foi anual e ocorreu no período reprodutivo, possivelmente resultante do alto investimento e gasto energético na reprodução, marcando desta forma, uma redução de crescimento nos otólitos na forma de anéis mais densos. Os indivíduos iniciam seu primeiro processo reprodutivo ainda no primeiro ano de vida. Esta



estratégia parece estar intimamente associada ao ambiente de riacho, onde é necessário que o desenvolvimento até atingir a idade onde se inicia o processo reprodutivo seja rápida. Estes fatos também estão coerentes com a velocidade de crescimento refletida no valor de K, que é alto, sugerindo crescimento rápido até o comprimento de primeira maturação, fato semelhante ao o que já foi proposto como padrão em Siluriformes (BARBIERI, 1995), onde as espécies estudadas possuem crescimento rápido e idade máxima média de 6 anos.

Os indicadores utilizados para definição do período reprodutivo (IGS, IG e frequência de estádios) sugerem que os machos de *Corydoras barbatus* estão aptos por um período mais longo que as fêmeas. Tal característica sugere uma estratégia oportunista, na qual os machos permanecem mais tempo prontos para reproduzir, estando sempre prontos a medida que as fêmeas da população forem maturando.

A análise dos vários aspectos acerca da história de vida de *Corydoras barbatus* demonstra a importância do desenvolvimento de táticas que proporcionem a sua sobrevivência em ambientes sujeitos a perturbações severas. Além disso, aparentemente o trecho inferior da bacia do rio Ribeirão deve ter papel importante na dinâmica e manutenção da população de *Corydoras barbatus* ao longo de toda a bacia.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO PREFÁCIO E DAS CONSIDERAÇÕES FINAIS

- AGUIAR, K. D.; FERREIRA, E. A. & P. T. CHAVES, 2003. Biologia reprodutiva de *Corydoras paleatus* na Bacia do Alto Rio Iguaçu. In: Resumos do XII Congresso Brasileiro de Ictiologia, São Paulo.
- ARANHA, J.M.R. & E.P. CARAMASCHI, 1999. Estrutura populacional, aspectos da reprodução e alimentação dos Cyprinodontiformes (Osteichthyes) em um riacho do Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, **16**(1): 637-651.
- ARANHA, J.M.R; CARAMASCHI, E.P. & U. CARAMASCHI, 1993. Ocupação espacial, alimentação e época reprodutiva de duas espécies de *Corydoras* Lacépède (Siluroidei, Callichthyidae) coexistentes no rio Alambari (Botucatu, São Paulo). **Revista Brasileira de Zoologia**, **10**(3): 453-466.
- ARANHA, J.M.R; TAKEUTI, D. F. & T.M. YOSHIMURA, 1998. Habitat use and food partitioning of the fishes in a coastal stream of Atlantic Forest, Brazil. **Revista de Biologia Tropical**, **46**(4): 951-959.
- BARBIERI, G., 1995. Biologia do cascudo, *Rineloricaria latirostris* Boulenger, 1899 (Siluriformes, Loricariidae) do rio Passa Cinco, Ipeúna/São Paulo: idade e crescimento. **Revista Brasileira de Biologia**, **55**(3): 467-470.
- BARTHEN, R. & M. GOULDING, 1997. **Os bagres Balizadores: Ecologia, Migração e Conservação de peixes Amazônicos**. Tefé: Sociedade Civil Mamirauá; Brasília: CNPq; 140p.
- BIZERRIL, C. R. S., 1994 a. Análise taxonômica e biogeográfica da ictiofauna de água doce do Leste Brasileiro. **Acta Biologica Leopoldensia**, **16**(1): 51-80.
- BÖHKLE, J. E; WEITZMAN, S.H. & N.A. MENEZES, 1978. Estado atual da sistemática dos peixes de água doce da América do Sul. **Acta Amazônica**, **8**(4):657-677.



-
- BUCK, S. & I. SAZIMA, 1995. An assemblage of mailed catfishes (Loricariidae) in Southeastern Brazil: distribution, activity, and feeding. **Ichthyological Explorations of Freshwater**, 6(4): 325-332.
 - FERREIRA, E.J.G.; ZUANON, J.A.S. & G. M. dos SANTOS, 1998. **Peixes comerciais do médio Amazonas: Região de Santarém – PA**. Edições IBAMA. 214p.
 - FOGAÇA, F. N. O.; ARANHA, J. M. R. & M. L. P. ÉSPER, 2003. Ictiofauna do rio do Quebra (Antonina, PR, Brasil): ocupação espacial e hábito alimentar. **Interciência**, 28(3): 1-6.
 - GÉRY, J., 1969. The Fresh-Water fishes of South America. **Monographieae Biologicae**, 19: xi+449-946.
 - HOFFMAN, A. C. & O. A. SHIBATTA, 2000 a. **Variação geográfica em *Corydoras paleatus*, Jenyns, 1842 (Siluriformes, Callichthyidae)**. In: Resumos do XXII Congresso Brasileiro de Zoologia, Cuiabá, MT.
 - HOFFMAN, A. C. & O. A. SHIBATTA, 2000 b. **Análise morfométrica em populações de *Corydoras aeneus* Gill, 1858 (Siluriformes, Callichthyidae) das bacias do Alto Rio Paraná e Paraguai**. In: Resumos do XXII Congresso Brasileiro de Zoologia, Cuiabá, MT.
 - KRAMER, D. L., 1978. Reproductive seasonality in the fishes of a tropical stream. **Ecology**, 59(5): 976-985.
 - LOBON-CERVIÁ, J., 1991. **Dinâmica de poblaciones de peces em rios. Pesca eléctrica y métodos de capturas sucesivas em la estima de abundancias**. Monografias Del Museo Nacional de Ciencias Naturales, Centro de Investigaciones de Agua , Madrid, 156p.



-
- MANN, R. H. R.; MILLS, C. A. & D. T. CRISP, 1984. Geographical variation in the life-history tactics of some species of freshwater fish. **In:** WOOTON, R. J. & G. W. POTTS, 1984. **Fish reproduction: Strategies and Tactics**. Orlando Academic Press. 410 p.

 - MENEZES, M. S., 2000. **Estrutura populacional e táticas reprodutivas de peixes em riachos litorâneos do Estado do Paraná**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo. 81p.

 - MENEZES, M. S. & E.P. CARAMASCHI, 1994. Característica reprodutivas de *Hypostomus* Grupo *H. Punctatus* no rio Ubatiba, Maricá, RJ (Osteichthyes, Siluriformes). **Revista Brasileira de Biologia**, **54** (3): 503-513.

 - MUNRO, A. D., 1990. Tropical freshwater fish. **In:** MUNRO, A. D.; SCOTT, P. A.; LAM, T. J. Eds. **Reproductive seasonality in teleosts: environmental influences**. CRC Press Inc., p 145-239.

 - OLIVEIRA, C.; ALMEIDA-TOLEDO, L. F.; MORI, L. & S. A. TOLEDO -FILHO, 1993. Cytogenetic and DNA content studis of armoured catfishes of the genus *Corydoras* (Pisces, Siluriformes, Callichthyidae) from the southeast coast of Brazil. **Revista Brasileira de Genética**, **16(3)**: 617-629.

 - PAXTON, C. G. M., 1997. Choaling and activity levels in *Corydoras*. **Journal of Fish Biology**, **51**: 496-502.

 - RINCÓN, P. A., 1999. Uso do microhabitat em peixes de riacho: métodos e perspectivas. **In:** CARAMASCHI, E. P., MAZZONI, R., PERES-NETO, P. R. Eds. **Ecologia de Peixes de Riachos**. Série Oecologia Brasiliensis, v. 6. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ. P. 23-90.



-
- REIS, R.E., 1993. **Filogenia da Família Callichthyidae (Ostariophysi, Siluriformes), com uma revisão taxonômica do gênero *Hoplosternum***. PhD Dissertation, Universidade de São Paulo.

 - SABINO, J. & R.M.C. CASTRO, 1990. Alimentação, período de atividade e distribuição espacial dos peixes de um riacho da Floresta Atlântica (Sudeste do Brasil). **Rev. Brasil. Biol**, **50** (1): 23-36.

 - SCHLOSSER, I. J., 1995. Critical landscape attributes that influence fish population dynamics in headwater streams. **Hydrobiologia**, **303**: 71-81.

 - TAKEUTI, D. F., 1997. **Estrutura populacional e estratégia reprodutiva de *Pseudotothyris obtusa* (Ribeiro, 1911) (Loricariidae, Hypoptopomatinae) em três rios litorâneos do Paraná**. Curitiba. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná. 89 p.

 - TAKEUTI, D. F; VERANI, J. R; ARANHA, J. M. R. & M. S. MENEZES, 1999. Population structure and condition factor of *Pseudotothyris obtusa* (Hypoptopomatinae) from three coastal streams in southern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, **42**(4): 397-403.