

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA**

**DINÂMICA REPRODUTIVA DE *Pseudocorynopoma doriae* PERUGIAE, 1891
(CHARACIDAE: GLANDULOCAUDINAE) DO RIO VACACAÍ, RIO GRANDE DO
SUL, BRASIL.**

Carlos Eduardo Machado

**Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em
Ciências Biológicas – Ênfase Ambiental**

**Prof^a. Dra. Clarice Bernhardt Fialho
Orientadora**

**Porto Alegre
2005**

RS - IBIO

**UFRGS - BIBLIOTECA
INST. BIOCÊNCIA**

SUMÁRIO

Agradecimentos.....	i
Lista de Tabelas.....	ii
Lista de Figuras.....	iii
Resumo.....	2
Abstract.....	3
Introdução.....	4
Materiais e Métodos.....	7
Resultados.....	9
Discussão.....	12
Referências Bibliográficas.....	17

AGRADECIMENTOS

À Propesq/ufrgs e FAPERGS pelas bolsas concedidas.

À Prof^a Dra Clarice Bernhardt Fialho e ao Prof. Dr Luiz Roberto Malabarba pela orientação e pela oportunidade de fazer parte da equipe de pesquisa do Laboratório de Ictiologia, UFRGS.

Aos colegas de laboratório: Adriana, Ana Paula, Andrea Schaan, Andrea Thomas, Ariane, Circe, Cristina, Diego, Fábio, Giovani, Juan, Júlia, Juliano, Majolo, Marco, Quevedo, Rorigo, Taís, Tatiana e Vinicius, por toda ajuda e amizade.

À todos colegas e amigos, que de alguma forma, contribuíram para que este trabalho se tornasse possível.

À colega Júlia Giora por ter, atenciosamente, revisado este manuscrito.

Ao amigo Dr. Marco Azevedo por toda orientação e paciência, muito obrigado.

Aos meus irmãos e sobrinhos por todo apoio e afeto.

Aos meus pais,

Muito obrigado por tudo.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Variação mensal do IGS, IR e IHS, pluviosidade (mm), fotoperíodo (min) da região de São Gabriel, RS e temperatura da água do rio Vacacaí (C ^o) entre abril de 2001 e março de 2002.....	29
Tabela 2 : (a) teste χ^2 para proporção sexual da população amostrada; (b) teste χ^2 de proporção sexual mês a mês; (c) χ^2 por classe de comprimento padrão.....	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Exemplar de <i>Pseudocorynopoma doriae</i> (macho).....	22
Figura 2A: Valores individuais e médios de IGS de machos de <i>P. doriae</i>	23
Figura 2B: Valores individuais e médios de IGS de fêmeas de <i>P. doriae</i>	24
Figura 3: Freqüências mensais dos estádios de maturação gonadal de <i>P. doriae</i> ; (a) machos; (b) fêmeas.....	25
Figura 4: Médias de IR de machos e fêmeas de <i>P. doriae</i>	26
Figura 5: Médias mensais de IHS de machos e fêmeas de <i>P. doriae</i>	27
Figura 6: Correlações demonstradas pelo teste estatístico não-paramétrico de Spearman: IGS fêmeas X IR fêmeas; IGS fêmeas X temperatura da água; IGS fêmeas X fotoperíodo.....	28
Figura 7: Ocorrência de inseminação em fêmeas maduras (a), e em maturação (b).....	29
Figura 8: Freqüência de ocorrência de ovócitos por classe de diâmetro.....	30
Figura 9: Comprimento de primeira maturação, no qual 50% dos indivíduos estão maduros ou em maturação.....	31
Figura 10: Diâmetro médio dos ovócitos maduros de <i>P. doriae</i> (em laranja) em relação às 15 espécie de Characidae para as quais há dados na literatura..	33

**DINÂMICA REPRODUTIVA DE *Pseudocorynopoma doriae* PERUGIAE, 1891
(CHARACIDAE: GLANDULOCAUDINAE) DO RIO VACACAÍ, RIO GRANDE DO
SUL, BRASIL.**

Carlos Eduardo Machado*

Clarice Bernhardt Fialho*

*Departamento de Zoologia, Laboratório de Ictiologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av Bento Gonçalves. 9500. CEP 91501-970. Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: cemachado@brturbo.com.br

RESUMO

Neste estudo, *Pseudocorynopoma doriae* Perugiae, 1891, tem sua dinâmica reprodutiva avaliada quanto ao período reprodutivo e as relações deste com fatores bióticos e abióticos, fecundidade, tipo de desova, diâmetro médio dos ovócitos maduros, tamanho de primeira maturação e proporção sexual. São estabelecidos ainda, os estádios de maturação gonadal em que as fêmeas se encontram inseminadas. As coletas ocorreram de abril de 2001 a março de 2002 no rio Vacacaí, RS. Machos maduros ocorreram durante os meses de maio, agosto, outubro e fevereiro, quando as médias do índice gonadossomático (IGS) foram maiores. Fêmeas maduras ocorreram em maio, julho a outubro e dezembro e as médias do IGS foram maiores em abril, julho, agosto e setembro. O IGS das fêmeas correlacionou-se negativamente com o peso relativo dos estômagos, fotoperíodo e temperatura da água. A média das fecundidades absoluta e relativa foram de 794,3 ovócitos/fêmea e 0,3767 ovócitos/peso total, respectivamente. O tipo de desova foi estabelecido como total por período reprodutivo. O tamanho de primeira maturação foi estabelecido em cerca de 38,0 mm para ambos os sexos e a proporção sexual foi de 1:1 na maioria dos meses e classes de

comprimento. A análise das médias de IGS, por classes de comprimento padrão demonstrou a existência de poucos indivíduos adultos ou maduros na população, com indivíduos jovens e/ou imaturos ocorrendo em quase todo o período, sugerindo que o comportamento reprodutivo não é homogêneo, mas com picos de maior atividade reprodutiva nos meses de menor temperatura e fotoperíodo.

ABSTRACT

In this study, the reproductive biology of *Pseudocorynopoma doriae* Perugiae, 1891, is described regarding the reproductive period, and the relations of this with biotic and abiotic factors, fecundity, spawning type, diameter of the mature oocytes, body size at first maturation and sexual ratio. The gonadal maturation stages where the females were found inseminated, were also established. The collections were made monthly from April/2001 to March/2002 in rio Vacacaí, RS. Mature males were found in May, August, October and February, when the gonadosomatic index (GSI) means were higher. Mature females occur in May, July to October and December and the GSI means were higher in April, July, August and September. The GSI of females was negatively correlated with the relative weight of female's stomachs, day length and temperature of the water. The absolute fecundity mean was 794,3 oocytes per female, with the relative fecundity mean as 0,3767 oocytes pre milligram of female body weight. The spawning type was established as total by reproductive period. The body size at first maturation was established in about 38,0 mm for males and females and the sexual ratio was 1:1 in the most of months and standard length class. The analysis of the GSI means, for standard length classes, demonstrated the existence of few adult or mature individuals in the

population, with young and/or immature individuals occurring in the most of the period, suggesting that the reproductive behavior is not homogeneous, but with peaks of higher reproductive activity in months with lower temperature and shorter day length.

INTRODUÇÃO

Os peixes representam entre 47 e 51% do total de espécies de vertebrados existentes (Groombridge, 1992). Cerca de 24% destas espécies ocorrem em águas doces neotropicais (Vari & Malabarba, 1998). Nesta região, a ordem Characiformes é uma das mais diversas, apresentando grande variedade de formas e comportamentos (Vazzoler & Menezes, 1992). A família Characidae engloba o maior número de espécies desta Ordem, cerca de 1350 entre espécies válidas e espécies novas não descritas (Reis *et al.*, 2003).

Glandulocaudinae é uma subfamília de Characidae que se distribui do sul da Costa Rica até o Equador, em drenagens do Pacífico e até o norte da Argentina, em drenagens do Atlântico (Menezes & Weitzman, 1990). São peixes de tamanho reduzido, exclusivos de água doce, possuem uma grande variedade de cores e apresentam um elaborado comportamento de corte (Kutaygil, 1959; Nelson, 1964; Weitzman & Burns, 1995). O grupo inclui cerca de 50 espécies distribuídas em 19 gêneros e 7 tribos, sendo caracterizado por quatro sinapomorfias relacionadas à reprodução (Weitzman & Menezes, 1998): presença de inseminação (espermatozóides no interior dos ovários); presença de uma área de estocagem de espermatozóides na região posterior dos testículos; presença de núcleo espermático alongado e presença de um colar citoplasmático alongado ligando o flagelo ao núcleo espermático, em pelo menos alguns estágios da espermiogênese. Outra característica peculiar do grupo é a presença de um órgão caudal aparentemente associado com tecido glandular hipertrofiado

contendo células glandulares ativas (Weitzman & Fink, 1985), o que foi confirmado para machos maduros de *Corynopoma riisei*, através de estudos histológicos (Kutaygil, 1959; Atkins & Fink, 1979). Esta glândula, possivelmente, secreta feromônio, que geraria uma resposta por parte da fêmea durante a corte, contribuindo para o sucesso da inseminação.

Pseudocorynopoma doriae Perugiae, 1891, (FIG 1) juntamente com muitos caracídeos de tamanho reduzido, recebe a denominação popular de “lambarí” e atinge, aproximadamente, 70 mm de comprimento total máximo. Distribui-se nas drenagens costeiras e interiores do Rio Grande do Sul, Uruguai e norte da Argentina (Weitzman *et al.*, 1988). Possui acentuado dimorfismo sexual, caracterizado pelo aumento das nadadeiras anal e ventral nos machos maduros. Segundo Burns *et al.* (1995), *Pseudocorynopoma* possui o núcleo espermático mais alongado dentre os 16 gêneros de Glandulocaudinae por eles estudados (31,6 μm de comprimento e largura menor que 0,7 μm). Além disso, o padrão de empacotamento dos espermatozóides de *P. dorie* é extremamente regular (Burns *et al.*, 1995).

A maioria dos peixes neotropicais, inclusive os caracídeos, apresenta fecundação externa, com a fusão dos gametas ocorrendo na água. Nestes casos, os espermatozóides têm núcleo esférico e não há empacotamento de espermatozóides nem área de armazenamento de espermatozóides nos testículos. Entretanto, algumas espécies apresentam estratégias reprodutivas distintas, como é o caso da inseminação. São considerados peixes com inseminação aqueles onde, em determinado momento, existe a presença de espermatozóides no interior dos ovários. Como não se conhece o momento exato da fertilização dos ovócitos e não foram encontrados ovócitos fertilizados no interior dos ovários, não se pode falar em fertilização interna para estes casos. Apesar de ser considerado um evento raro, em Ostariophysi, a inseminação ocorre em duas famílias de Siluriformes: (Auchenipteridae e

Scoloplacidae) e em pelo menos três linhagens de Characidae: subfamília Glandulocaudinae e alguns gêneros aparentados, tribo Compsurini de Cheirodontinae e em alguns gêneros *incertae sedis* (Malabarba & Weitzman, 2003). Tanto o alongamento do núcleo espermático quanto a presença da área de estocagem e o empacotamento de espermatozóides são características derivadas e representam adaptações relacionadas a este tipo de estratégia reprodutiva.

Um dos aspectos mais importantes e interessantes da plasticidade alcançada pelos peixes é a diversidade de estratégias reprodutivas. Em um mesmo ambiente, podemos encontrar padrões reprodutivos muito distintos entre os membros de uma comunidade íctica. Em alguns casos, espécies intimamente aparentadas exibem estratégias reprodutivas diferentes e, em outros, espécies filogeneticamente distantes convergem independentemente para o mesmo tipo de estratégia (Azevedo, 2004). Apesar da grande riqueza de espécies e das complexas relações de seus componentes, estudos sobre biologia e ecologia referentes à ictiofauna da região Neotropical permanecem escassos (Böhlke *et al.*, 1978; Lowe-McConnell, 1987; Vari & Malabarba, 1998).

Este trabalho tem como objetivos descrever alguns aspectos da dinâmica reprodutiva do glandulocaudíneo *Pseudocorynopoma doriae* tais como: o tamanho de primeira maturação gonadal, a proporção sexual, os estádios de maturação gonadal em que as fêmeas se apresentam inseminadas, o período reprodutivo da espécie e sua relação com as flutuações de variáveis bióticas e abióticas, a fecundidade absoluta e relativa da espécie, o diâmetro médio dos ovócitos maduros e o tipo de desova.

MATERIAIS E MÉTODOS

Exemplares de *P. doriae* foram coletados mensalmente entre abril de 2001 e março de 2002 no rio Vacacaí (30°, 21',34" S e 54°, 18',48"W), pertencente ao sistema da laguna dos Patos, no município de São Gabriel, Rio Grande do Sul, Brasil.

As amostragens foram realizadas utilizando-se rede do tipo picaré (arrasto de margem), com malha de 5 mm entre nós adjacentes. Ainda em campo, os espécimes foram fixados em formol 10% e foi medida a temperatura da água. Dados sobre a pluviosidade da região, durante o período de estudo, foram obtidos junto ao 8º Distrito de Meteorologia e os dados relativos ao fotoperíodo foram obtidos através de aparelho de GPS.

Em laboratório, os exemplares foram conservados em álcool 70% e de cada indivíduo tomou-se os dados de comprimento padrão e peso total. Posteriormente, os exemplares foram dissecados para o estabelecimento do sexo, reconhecimento de estágio de maturação gonadal (baseado em Vazzoler, 1996 e Azevedo, 2000), retirada e pesagem das gônadas, do estômago e do fígado. A partir destes dados foram calculados o Índice Gonadossomático (IGS), Índice de Repleção (IR) e Índice Hepatossomático (IHS) de acordo com as fórmulas:

$$\text{IGS} = (\text{Wg}/\text{WT}) \times 100 \text{ (Vazzoler, 1996);}$$

$$\text{IR} = (\text{We}/\text{WT}) \times 100 \text{ (Santos, 1978);}$$

$$\text{IHS} = (\text{Wf}/\text{WT}) \times 100 \text{ (Santos, 1978);}$$

onde Wg é o peso das gônadas, We é o peso do estômago, Wf é o peso do fígado e WT é o peso total do indivíduo. Foram, então, calculados os valores médios mensais destes índices.

O período reprodutivo foi estabelecido a partir da variação dos valores de IGS e das suas médias mensais, além da análise das frequências relativas dos estágios de maturação gonadal. Para testar possíveis correlações entre as médias mensais do IGS com fatores

bióticos (IR e IHS) e abióticos (temperatura da água, fotoperíodo e pluviosidade), foi empregado o teste estatístico não paramétrico de Spearman.

Para se estimar o tamanho de primeira maturação gonadal de machos e fêmeas, foram obtidas as distribuições das frequências relativas de jovens (indivíduos com gônadas não desenvolvidas) e adultos (indivíduos com gônadas desenvolvidas ou em desenvolvimento) por classes de comprimento padrão. Os resultados foram lançados em gráficos e a curva obtida foi ajustada segundo a expressão matemática:

$$Fr = 1 - (e^{-aLt^b}), \text{ onde:}$$

Fr = frequência relativa de indivíduos adultos;

e = base dos logaritmos naturais;

Lt = comprimento padrão em mm;

“a” e “b” = constantes estimadas relacionadas ao ajuste da curva.

O tamanho de primeira maturação gonadal foi considerado como aquele em que 50% dos indivíduos são adultos (Santos, 1978).

A proporção sexual da população amostrada foi avaliada através do teste estatístico χ^2 considerando-se: o total de indivíduos capturados, proporção sexual mês a mês, e proporção por intervalo de comprimento padrão. O teste χ^2 é descrito pela fórmula $\chi^2_{\text{calc}} = \sum (o - e)^2 / e$ onde:

Σ = somatório;

o = valor observado;

e = valor esperado.

O α utilizado foi de 0,05.

Ovários em diferentes fases de desenvolvimento, pertencentes a fêmeas coletadas em diferentes meses do ano, foram desidratados, embebidos em resina de glicolmetacrilato,

cortados em micrótomo a uma espessura de 3µm e corados com técnica H-E para análise da ocorrência de inseminação. Para corroborar a análise macroscópica, acerca do estágio de maturação das gônadas, além dos ovários, também foram cortados alguns testículos.

A fecundidade absoluta da espécie foi estimada a partir da contagem do total de ovócitos maduros das dez fêmeas que apresentaram os maiores valores de IGS. A fecundidade relativa foi obtida através do número total de ovócitos maduros por miligrama de peso da fêmea (Adebisi, 1987).

De cada uma das fêmeas utilizadas na análise da fecundidade foram subamostrados aleatoriamente 150 ovócitos, os quais tiveram o diâmetro medido. Foram estabelecidas classes de diâmetro de ovócitos e a frequência de ocorrência de ovócitos em cada classe foi analisada a fim de estimar o tipo de desova, bem como o diâmetro médio dos ovócitos maduros da espécie.

RESULTADOS

Foram analisados 142 machos e 158 fêmeas de *P. doriae*, variando entre 17,84 mm e 53,3 mm e entre 18,67 mm e 55,49 mm de comprimento padrão, respectivamente.

As médias do IGS de machos foram maiores nos meses de maio, agosto, outubro e fevereiro. Machos com IGS baixo aparecem em praticamente todo ano e aqueles com IGS elevado ocorrem principalmente em agosto e fevereiro (FIG. 2A). As médias de IGS das fêmeas foram maiores em abril e maio e entre julho e setembro. Os maiores valores individuais de IGS de fêmeas ocorreram neste mesmo intervalo, porém mais acentuadamente

em agosto e setembro (FIG 2B). Nos meses de julho, novembro e março as amostras de machos foram compostas apenas por indivíduos imaturos, os quais não foram considerados para o cálculo de IGS porque ainda não participam do ciclo reprodutivo. Nestes meses, portanto, não foram obtidas médias de IGS para machos. No mês de junho nenhum indivíduo, macho ou fêmea, foi capturado.

A análise das frequências relativas dos estádios de maturação gonadal (FIG 3) mostrou a presença de machos maduros nos meses de maio, agosto, outubro e fevereiro e de fêmeas maduras em maio, entre julho e outubro e no mês de dezembro, concordando com os maiores valores de IGS. Foram encontradas altas frequências de indivíduos imaturos em todos os meses amostrados, exceto abril para machos e maio para fêmeas. Machos em maturação foram encontrados principalmente em abril e entre dezembro e fevereiro. Fêmeas em maturação foram encontradas principalmente em abril e entre novembro e março.

As médias de IR de machos foram maiores entre dezembro e fevereiro e as de fêmeas foram maiores entre novembro e março (FIG. 4). A curva dos valores médios do IHS de machos mostrou um pico em abril e outro em setembro. Para fêmeas, a curva de IHS mostrou picos em julho, setembro, novembro e fevereiro (FIG. 5).

O teste estatístico de Spearman mostrou uma correlação negativa estatisticamente significativa entre as médias de IGS e IR de fêmeas ($r = -0,6364$; $p = 0,0353$) e uma correlação negativa muito significativa entre o IGS das fêmeas e os valores do fotoperíodo ($r = -0,8364$; $p = 0,0022$) (FIG. 6) e também com os valores da temperatura da água ($r = -0,7988$; $p = 0,0072$). A média do IGS das fêmeas não apresentou correlação com a pluviosidade, nem com a média do IHS das fêmeas. Para os machos, as médias de IGS não se correlacionaram significativamente com nenhuma das variáveis testadas (TABELA 1).

O comprimento padrão das dez fêmeas maduras utilizadas na estimativa da fecundidade variou entre 44,83 e 52,15 mm e o IGS das mesmas variou entre 6,24 e 10,23. O número total de ovócitos maduros variou entre 453 e 1219 e a fecundidade absoluta média foi de 794,3 ($\pm 213,6$) ovócitos/fêmea. A fecundidade relativa média foi de 0,3767 ($\pm 0,1$) ovócitos/mg.

A análise histológica mostrou a ocorrência de inseminação em ovários maduros e em maturação (FIG. 7). Não foi observada inseminação em ovários imaturos.

A análise das freqüências de ocorrência de ovócitos por classe de diâmetro mostrou uma curva bimodal (FIG. 8). O diâmetro médio dos ovócitos maduros foi estabelecido em 0,5827 mm ($\pm 0,0955$).

O tamanho de primeira maturação gonadal foi de, aproximadamente, 38 mm tanto para machos quanto para fêmeas (FIG 9) e a proporção sexual, da amostra é de praticamente 1:1, sendo composta por 47,54 % de fêmeas e 52,46 % de machos. Através do teste χ^2 esta diferença não se mostrou significativa para a população como um todo ($\chi^2_{\text{calc}} = 0,4266 < 3,84$) (TABELA 2 A). Quando comparada mês a mês a proporção sexual também não apresenta diferença significativa ($\chi^2_{\text{calc}} = 3,03 < 3,84$) (TABELA 2B). Entretanto ao comparar-se a proporção sexual por intervalo de comprimento padrão, esta apresentou diferença significativa ($\chi^2_{\text{calc}} = 6,304 > 3,84$) (TABELA 2C), resultado este fortemente influenciado pelos valores do intervalo 35-40 ($\chi^2_{\text{calc}} = 3,4404$), intervalo este, onde se localiza o tamanho de primeira maturação gonadal.

DISCUSSÃO

As amostragens dos espécimes de *P. doriae* realizadas para este trabalho mostram a existência de poucos indivíduos adultos ou maduros na população, com indivíduos jovens e/ou imaturos ocorrendo em quase todo o período. Estes dados sugerem que a população não apresenta um comportamento reprodutivo homogêneo, ou seja, poucos indivíduos, dominantes na população, alcançam a maturidade sexual. Em campo, pode-se observar a presença de poucos casais adultos e um número maior de indivíduos jovens, muitas vezes imaturos (Luiz Malabarba, comunicação pessoal). As análises mostram a presença de machos e fêmeas maduros ou em maturação, na maior parte dos meses, sugerindo que a inseminação possa ocorrer na maior parte do ano. Apesar disto, os resultados aqui obtidos, sobretudo os referentes às fêmeas, sugerem que *P. doriae* apresenta um período de maior intensidade reprodutiva, quando as médias de IGS e a presença de indivíduos maduros são mais altas. Tal período situa-se entre os meses de abril e outubro e coincide com a época do ano em que o fotoperíodo é menor e a temperatura da água é mais baixa. Melo (1997), estudando uma população de *P. doriae* do arroio Ribeiro, afirmou que esta se reproduziu nos meses correspondentes ao outono e início da primavera, coincidindo com o período de menor temperatura. Também Menni & Almirón (1994) observaram indivíduos maduros de *P. doriae* durante quase todo ano, mas as porcentagens destes foram maiores no fim do inverno, na primavera e no final do verão.

Diversos trabalhos apontam para a influência da temperatura e do fotoperíodo no estabelecimento do período reprodutivo de espécies de peixe de regiões temperadas. Entretanto, estes apontam que a maioria das espécies se reproduz durante o período de temperaturas mais elevadas e de dias mais longos (Vazzoler & Menezes, 1992; Gelain *et al.*,

1999; Azevedo *et al.*, 2000; Oliveira *et al.*, 2002; Gonçalves, 2003). Assim, *P. doriae* apresenta um padrão de sazonalidade reprodutiva que difere da maioria das demais espécies de peixes, incluindo os caracídeos. Dentre as demais espécies de regiões temperadas que apresentam inseminação, dois glandulocaudíneos da tribo Diapomini, *Diapoma speculiferum* (Azevedo *et al.*, 2000) e *D. terofali* (Azevedo, 2004; Menni & Almirón, 1994) reproduzem-se nos meses correspondentes à primavera e verão.

Assim como *P. doriae*, outras quatro espécies de Glandulocaudinae, *Mimagoniates microlepis* e *M. rheocharis* (tribo Glandulocaudini), *Gephyrocharax atricaudata* e *Corynopoma riisei* (tribo Corynopomini) também apresentaram mudanças em relação à sazonalidade reprodutiva. A reprodução de *M. microlepis* ocorreu entre os meses de outono, inverno e começo da primavera enquanto *M. rheocharis* apresentou indivíduos maduros e aptos à reprodução durante o ano todo, não apresentando padrão sazonal de reprodução (Azevedo, 2000). *Gephyrocharax atricaudata* apresentou indivíduos maduros durante todos os meses do ano, sugerindo um período reprodutivo individual longo (Kramer, 1978). *Corynopoma riisei* tem período reprodutivo de aproximadamente 10 meses, segundo Winemiller (1989). Estas quatro últimas espécies, juntamente com *P. doriae*, possuem adaptações morfológicas à inseminação em maior número e grau, no que se refere a especializações nos testículos, espermatozóides e glândula caudal, em relação às espécies do gênero *Diapoma* (Burns, 1998; Burns, *et al.*, 1995). Estes resultados sugerem que o desenvolvimento acentuado de tais adaptações permite à estas espécies apresentar variações no padrão de sazonalidade reprodutiva encontrado para a maioria dos caracídeos de fertilização externa, bem como para aquelas espécies inseminadas com poucas adaptações à inseminação, como as do gênero *Diapoma*.

A reprodução de *P. doriae*, ocorrendo nos meses frios, permite que suas larvas desenvolvam-se anteriormente às da maioria das demais espécies, evitando ou minimizando uma possível competição, o que pode representar uma vantagem na utilização dos recursos do ambiente. Esta variação na sazonalidade evitaria também uma possível competição interespecífica por locais de desova. Estes fatores, entre outros, são apontados por Kramer (1978) como possíveis reguladores do tempo e duração do período reprodutivo.

Segundo Vazzoler (1996), a fecundidade é uma tática muito lábil, apresentando variações inter e intra-específicas, latitudinais, entre períodos reprodutivos sucessivos e entre indivíduos de um mesmo tamanho em um mesmo período. Existem poucos dados na literatura sobre fecundidade de espécies de peixes e entre aqueles existentes, raros são os que oferecem um valor relativo ao peso do animal, dificultando, assim, uma análise comparativa entre espécies de portes diferentes. A fecundidade absoluta média obtida para *P. doriae* neste trabalho foi menor do que a estimada por Melo (1997) para a mesma espécie, mas, ainda assim, representa um dos maiores valores de fecundidade absoluta dentre as espécies de Glandulocaudinae para as quais existem informações (Kramer, 1978; Winemiller, 1989; Azevedo, 2000; Azevedo *et al.*, 2000; Azevedo, 2004). A fecundidade relativa média da amostra foi um pouco mais elevada do que o valor obtido por Melo (1997). Os valores de fecundidade relativa média obtidos para estas duas populações estudadas de *P. doriae* (Melo, 1997 e presente estudo), assim como os encontrados para espécies de *Mimagoniates* (Azevedo, 2000), são mais baixos do que os apresentados por espécies de *Diapoma* (Azevedo *et al.*, 2000; Azevedo, 2004). Azevedo *et al.* (2000) sugeriram que a inseminação ofereceria maior garantia de fecundação de ovócitos, permitindo menor investimento energético na produção destes. Entretanto, Lampert (2003) encontrou baixas médias de fecundidade relativa, para duas espécies de *Bryconamericus* sem inseminação. Segundo Malabarba & Weitzman

(2003), o gênero *Bryconamericus* e a subfamília Glandulocaudinae fazem parte de um grupo natural dentro de Characidae e, assim sendo, a fecundidade relativa baixa poderia representar uma condição ancestral dos membros deste grupo, independente da presença ou não de inseminação. Apesar disso, e conforme discutido acima, dentre os glandulocaudíneos, as espécies com um maior número de adaptações à inseminação, produzem um número relativo de ovócitos mais baixo do que espécies com poucas adaptações. Para uma melhor compreensão da origem da fecundidade baixa nestes peixes, bem como das vantagens adaptativas relacionadas, seriam necessários estudos sobre fecundidade de outras espécies de Characidae com e sem inseminação.

A ocorrência de espermatozóides nas gônadas de fêmeas de *P. doriae* em maturação demonstra que o acasalamento pode ocorrer antes que a fêmea alcance a maturidade gonadal plena. Isto pode representar uma vantagem adaptativa já que a inseminação e a desova podem ocorrer em momentos distintos e as fêmeas podem desovar quando o ambiente se apresenta mais favorável e na ausência do macho. Esta situação talvez explique a ocorrência de machos maduros em meses em que o IGS das fêmeas é relativamente baixo.

Segundo Vazzoler (1996), o tipo de desova de um peixe depende da interação entre a dinâmica do desenvolvimento ovocitário, da frequência de desovas dentro de um período reprodutivo e do número desses períodos durante a sua vida. O mecanismo de desenvolvimento ovocitário apresentado pela espécie é do tipo sincrônico em dois grupos, ou seja, a cada período de reprodução evidenciam-se dois lotes de ovócitos, sendo um o estoque de reserva e o outro formado por ovócitos em processo final de maturação, os quais serão eliminados durante a desova. Assim, sugere-se que *P. doriae* apresenta desova do tipo total por período reprodutivo.

Segundo levantamento realizado por Azevedo (2004), a maioria das espécies de Characidae de pequeno porte cujos dados são conhecidos apresenta desova parcelada o que, segundo Vazzoler (1996), representa uma alternativa para o aumento do número de ovócitos produzidos além do que poderia ser predizível considerando o porte do indivíduo. *Pseudocorynopoma doriae*, entretanto, parece fazer um único esforço na produção de ovócitos e na desova por evento reprodutivo, apesar de apresentar tamanho reduzido em relação à grande parte das espécies de Characidae e de outros Characiformes.

O tamanho médio dos ovócitos maduros é menor em *P. doriae* em relação à maioria das espécies da Characidae para as quais existem dados, inclusive outros glandulocaudíneos (Azevedo, 2004) (FIG 10). A redução no tamanho dos ovócitos pode representar uma adaptação para aumentar o número de ovócitos produzidos por uma espécie (Azevedo, 2004), podendo ainda estar relacionado às pressões impostas à redução de tamanho, sofrida por determinadas espécies de Characidae.

Segundo Vazzoler (1996) fatores como mortalidade e crescimento podem atuar de modo diferencial sobre machos e fêmeas, determinando o predomínio de indivíduos de um dos sexos nas diferentes fases do desenvolvimento. Da mesma forma, estes fatores podem ocasionar em diferenças no tamanho de primeira maturação de machos e fêmeas. A proporção sexual de 1:1, em praticamente todas as classes de comprimento e em todos os meses, bem como mesmo tamanho de primeira maturação encontrado para machos e fêmeas de *P. doriae*, mostra que os fatores acima citados parecem afetar igualmente ambos os sexos na população estudada.

A metodologia mais comumente utilizada nos estudos de reprodução de peixes pressupõe, geralmente, que a população apresente uma variação homogênea nos índices e valores analisados, e que as médias e freqüências destes, possam traduzir o padrão de

reprodução da espécie ou população como um todo. Neste trabalho, assim como no trabalho de Melo (1997), o estudo e a compreensão da reprodução de *P. doriae* foram dificultados por fatores relacionados, principalmente, à ausência de capturas ou amostras contendo poucos indivíduos adultos em alguns meses, bem como pelo comportamento reprodutivo aparentemente heterogêneo da população. Apesar destas dificuldades, os resultados aqui obtidos, juntamente com os dados disponíveis na literatura, representam uma importante contribuição ao conhecimento dos padrões reprodutivos em Glandulocaudinae e Characidae, oferecendo subsídios para a análise comparada destes padrões em um contexto evolutivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adebise, A. A. 1987. The relationships between the fecundities, gonado-somatic indices and eggs sizes of some fishes of Ogun River, Nigeria, Arch. Hydrobiol. 111: 151-156.
- Atkins, D. L. & W. L. Fink. 1979. Morphology and histochemistry of the caudal gland of *Corynopoma riisei* Gill. Journal of Fish Biology, 14:465-469.
- Azevedo, M. A. 2000. Biologia reprodutiva de dois glandulocaudíneos com inseminação, *Mimagoniates microlepis* e *Mimagoniates rheocharis* (Teleostei: Characidae), e características de seus ambientes. Tese de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 84pp.

- Azevedo, M. A., L. R. Malabarba & C. B. Fialho. 2000. Reproductive biology of the inseminating glandulocaudine *Diapoma speculiferum* Cope (Teleostei: Characidae). *Copeia*, (4), pp. 983-989.
- Azevedo, M. A. 2004. Análise comparada de caracteres reprodutivos em três linhagens de Characidae (Teleostei: Ostariophysi) com inseminação. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 210pp.
- Böhlke, J. E., Weitzman, S. H. & Menezes, N. A. 1978. Estado atual da sistemática dos peixes de água doce da América do Sul. *Acta Amazon.* 8(4):657-677.
- Burns, J. R. 1998. Sperm Ultrastructure in Characid Fishes (Teleostei: Ostariophysi). Pp. 235-244. In: Malabarba, L. R.; R. E. Reis; R. P. Vari; Z. M. S. Lucena & C.S. Lucena (Eds). *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*. Porto Alegre, Edipucrs, 603p.
- Burns, J. R., S. H. Weitzman; H. J. Grier & N. A. Menezes. 1995. Internal fertilization, testis and sperm morphology in glandulocaudine fishes (Teleostei: Characidae: Glandulocaudinae). *Journal of Morphology*, 210: 45-53.
- Gelain, D., C. B. Fialho, And L. R. Malabarba. 1999. Biologia reprodutiva de *Serrapinus calliurus* (Boulenger, 1900) (Characidae: Cheirodontinae) do arroio Ribeiro, Barra do Ribeiro, RS, Brasil. *Comun. Mus. Cienc. Tecnol. PUCRS* 12:71-82.
- Gonçalves, T. K. 2003. Biologia reprodutiva de *Aphyocharax anisitsi* Eigenmann & Kennedy 1903 (Ostariophysi: Characidae). Dissertação de Bacharelado em Ciências Biológicas – ênfase em Zoologia, UFRGS. 21p.
- Groombridge, B. 1992. *Global Biodiversity. Status of the Earth's living resources*. World Conservation Monitoring Center. Chapman and Hall: London. 585 p.

- Kramer, D. L. 1978. Reproductive seasonality in the fishes of a tropical stream. *Ecology*, 59 (5): 976 – 985
- Kutagil, N. 1959. Insemination sexual differentiation and secondary sex characters of *Stevardia albipinis* Gill. *Hidrobiologia. Univ. Istambul Fen Fak. Mecumuasi Ser. B.* 24: 93 – 128..
- Lampert, V. R. 2003. Biologia reprodutiva de duas espécies do gênero *Bryconamericus* (Characidae: Tetragonopterinae) dos sistemas dos rios Jacuí e Uruguai, RS. Tese de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 73pp.
- Lowe-McConnell, R. H. 1987. Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge Univ. Press. Cambridge, XIII + 382p.
- Malabarba, L. R. & S. H. Weitzman. 2003. Description of a new genus with six new species from Southern Brazil, Uruguay and Argentina, with a discussion of a putative characid clade (Teleostei: Characiformes: Characidae). *Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia PUCRS, Série Zoologia*, 16(1):67-151.
- Melo, F. A. G. 1997. Biologia Reprodutiva de *Pseudocorynopoma doriae* Perugiae, 1891 (Actinopterygii: Characiformes: Characidae) do arroio Ribeiro, Barra do Ribeiro, RS. Dissertação de Bacharelado em Ciências Biológicas – Ênfase em Zoologia, UFRGS. 36p.
- Menni R. C. and Almirón A. E. 1994. Reproductive seasonality in fishes of manmade ponds in temperate South America. *Neotrópica*, 40 (103-104): 75-85.
- Menezes , N. A. & Weitzman, S. H. 1990. Two new species of *Mimagoniates* (Teleostei, Characidae, Glandulocaudinae), their phylogeny and biogeography and a key to the Glandulocaudin fishes of Brazil and Paraguay. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 103: 380-426.
- Nelson, K. 1964. Behavior and morphology in the glandulocaudine fishes (Ostariophysi, Characidae). *University of California Publisher Zoology*, 75: 59-152.

- Oliveira, C. L. C., C. B. Fialho & L. R. Malabarba. 2002. Período reprodutivo, desova e fecundidade de *Cheirodon ibicuiensis* Eigenmann, 1915 (Ostariophysi: Characidae) do arroio Ribeiro, Rio Grande do Sul, Brasil. *Comum. Mus. Ciênc. Tecnol. PUCRS, Ser. Zool.*, Porto Alegre, v. 15, p. 3-14.
- Reis, R. E.; S. O. Kullander & C. J., Ferraris Jr. 2003. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS. 742p.
- Santos, G. M. Dos., 1978. Observações limnológicas sobre asfixia e migração de peixes na Amazônia Central. *Ciênc. Cult.*, São Paulo, 31(9): 1034: 1040.
- Vari, R. P. & L. R. Malabarba. 1998. Neotropical Ichthyology: An Overview. In: Malabarba, L. R.; R. E. Reis; R. P. Vari; Z. M. S. Lucena & C. A. S. Lucena (Eds.). *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*. Porto Alegre, Edipucrs, 603p.
- Vazzoler, A. E. & N. A. Menezes. 1992. Síntese de conhecimento sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysi). *Rev. Brasil. Biol.*, 52(4): 627-640.
- Vazzoler, A. E. 1996. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá. Editora da Universidade Estadual de Maringá, 169p.
- Weitzman, S. H. & S. V. Fink. 1985. Xenobryconin phylogeny and putative pheromone pumps in glandulocaudine fishes (Teleostei, Characidae). *Smith. Contr. Zool.* 421: 1-121.
- Weitzman, S. H., N. A. Menezes & M. J. Weitzman. 1988. Phylogenetic biogeography of the Glandulocaudini (Teleostei, Characiformes, Characidae) with comments on the distribution of the other freshwater fish in eastern and southeastern Brazil. *In*: W. R. Heyer and P. E. Vanzolini (eds): *Proceedings of a workshop on Neotropical distribution patterns*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, pp. 379-42.

Weitzman, S. H. And Burns, J. R. 1995. Glandulocaudinae fishes: A brief history from the perspective of the biologist/aquarist. *Tropical Fish Hobbyist*. October, 102 – 113.

Weitzman, S. H. & Menezes, N. A. 1998. Relationships of the tribes and genera of the glandulocaudinae (Ostariophysi: Characiformes: Characidae) with a description of new genus, *Chysobricon*. P.155-176, in: Malabarba, L. R. et al. *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*. Porto Alegre. EDIPUCRS.

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



Figura 1: Exemplar de *Pseudocorynopoma doriae* (macho).

UPRGS - BIBLIOTECA
INST. BIOCÊNCIAS

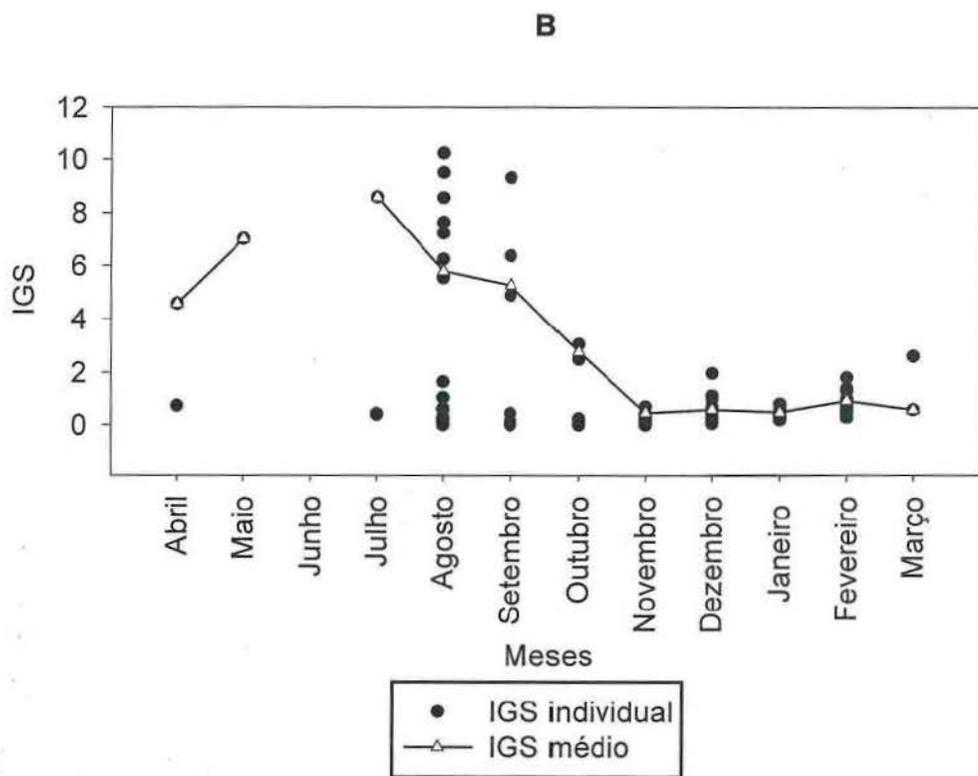


Figura 2B: Valores individuais e médios de IGS de fêmeas de *P. doriae*. No mês de junho nenhum indivíduo foi capturado. Em abril, maio e julho há apenas um indivíduo maduro e o valor individual de IGS dos mesmos foi considerado como média de IGS para este mês.

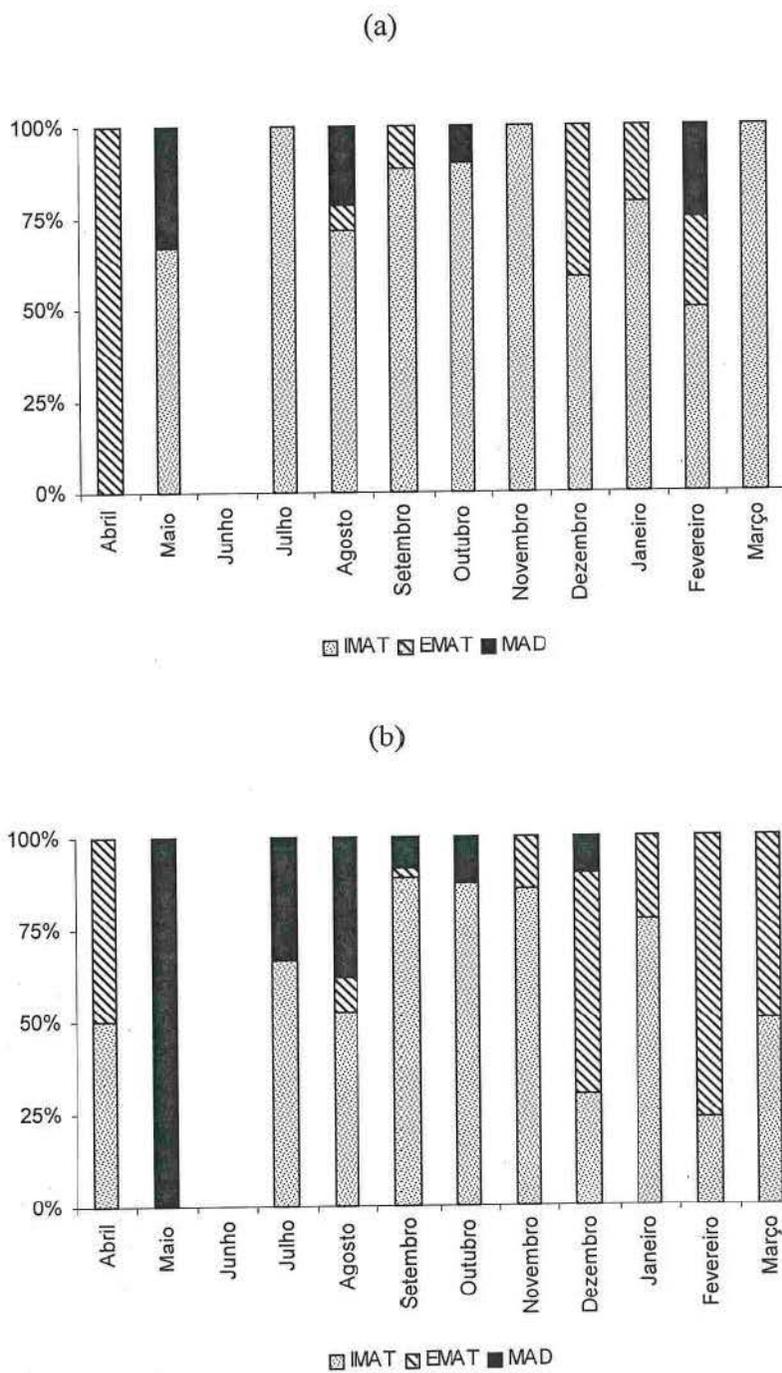


Figura 3: Frequências mensais dos estádios de maturação gonadal de *P. doriae*; (a) machos; (b) fêmeas.

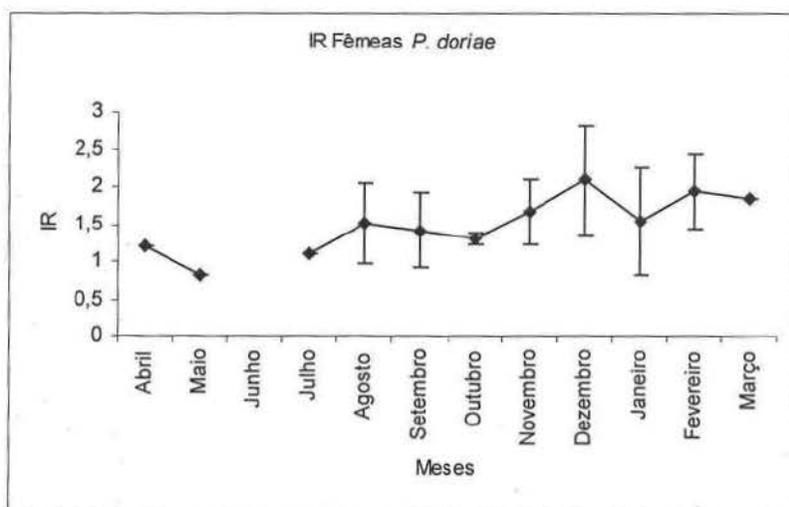
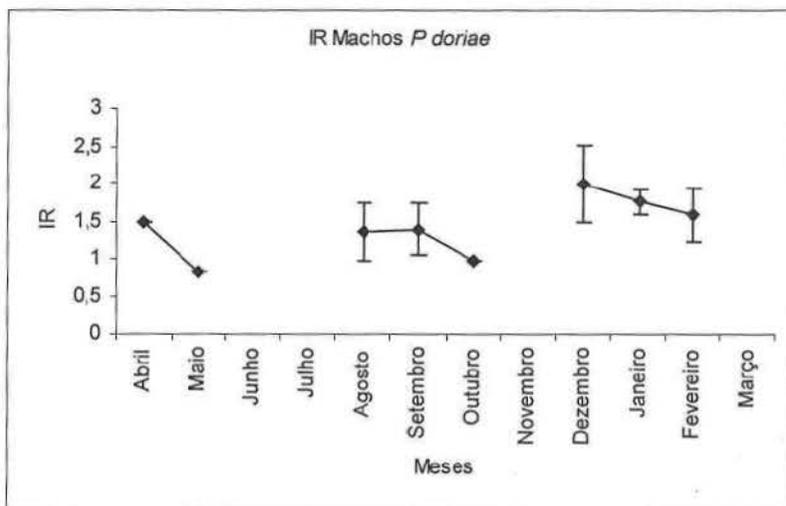


Figura 4: Médias de IR de machos e fêmeas de *P. doriae*. Barras verticais = desvio padrão.

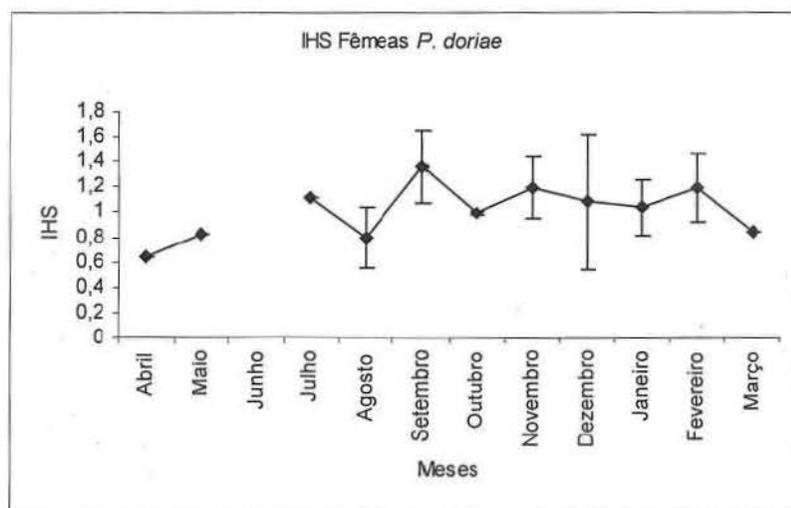
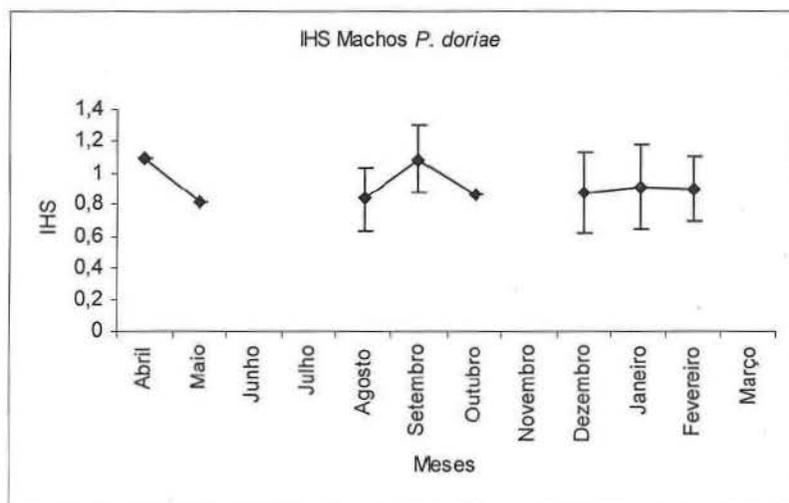


Figura 5: Médias mensais de IHS de machos e fêmeas de *P. doriae*. Barras verticais = desvio padrão.

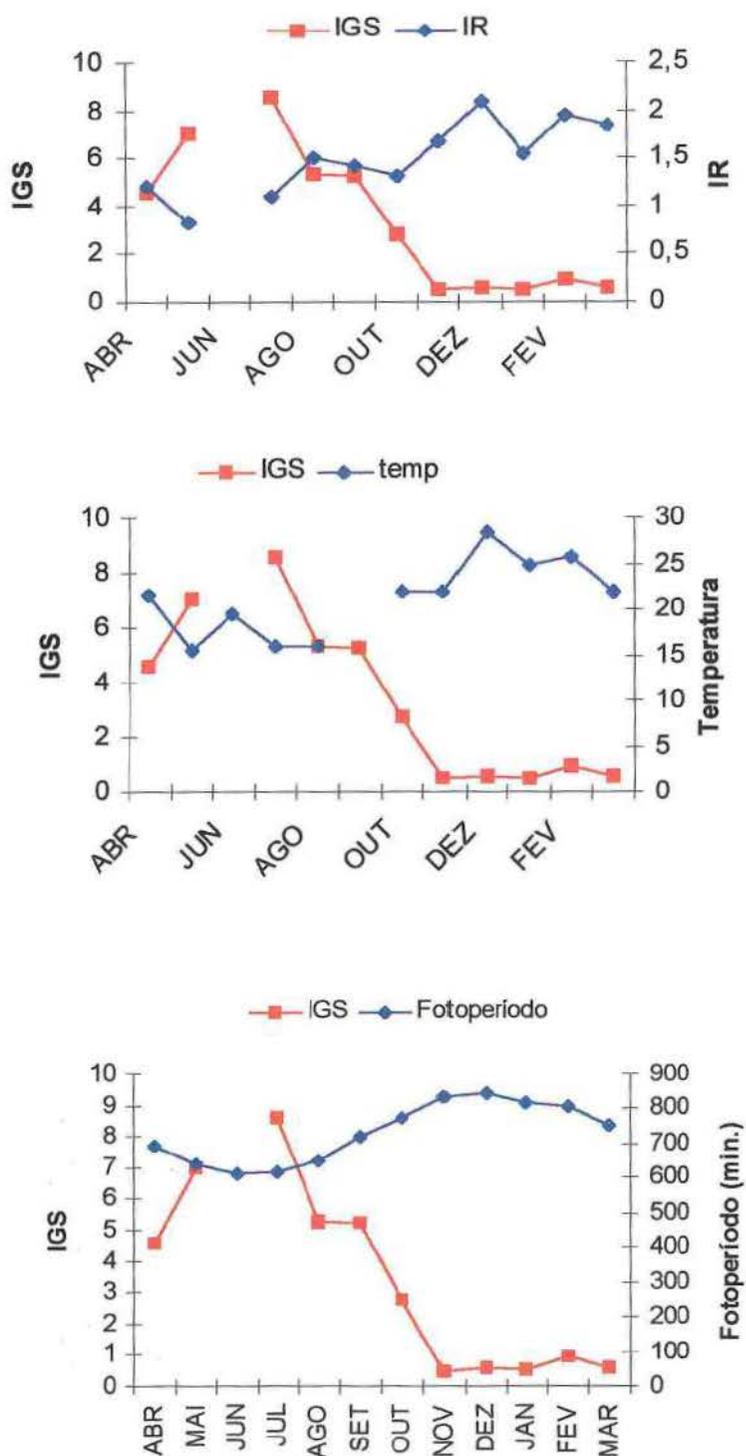


Figura 6: Correlações demonstradas pelo teste estatístico não-paramétrico de Spearman: IGS fêmeas X IR fêmeas: correlação negativa significativa; IGS fêmeas X temperatura da água: correlação negativa muito significativa; IGS fêmeas X fotoperíodo: correlação negativa muito significativa.

Mês	Machos				Fêmeas				Pluv	Fotop	T. água
	IGS	IR	IHS	n	IGS	IR	IHS	n			
Abril	1,234029	1,489561	1,090682	1	4,576703	1,215786	0,636537	2	249,6	696	21,6
Maio	1,982965	1,84988	0,816254	3	7,009346	2,312174	0,801068	1	56,9	641	15,5
Junho									179,5	614	19,5
Julho				8	8,585742	1,105973	1,117534	3	201,5	617	15,9
Agosto	1,262081	1,35797	0,835356	14	5,793285	1,485453	0,789406	21	68,5	648	15,9
Setembro	0,112924	1,302906	1,071253	35	5,261572	1,422233	1,358539	37	237,7	722	
Outubro	0,774451	0,974052	0,858283	10	2,777065	1,318194	0,988635	16	165,2	778	21,9
Novembro				11	0,488752	1,669232	1,188355	21	108,8	836	22,1
Dezembro	0,087646	2,075046	0,881191	24	0,62391	2,091911	1,076834	20	77,9	846	28,5
Janeiro	0,340768	1,76159	0,916631	19	0,523316	1,541996	1,030235	18	111,8	817	24,8
Fevereiro	2,107833	1,590407	0,896437	16	0,956694	1,939979	1,191687	17	101,1	808	25,7
Março				1	0,627281	1,847628	0,832573	2	252,1	753	21,9

Tabela 1: Variação mensal do IGS, IR e IHS, pluviosidade (mm), fotoperíodo (min) e temperatura da água do rio Vacacaí (C°), da região de São Gabriel, RS, entre abril de 2001 e março de 2002. n = número de indivíduos de *P. doriae* capturados.

(a)

(b)

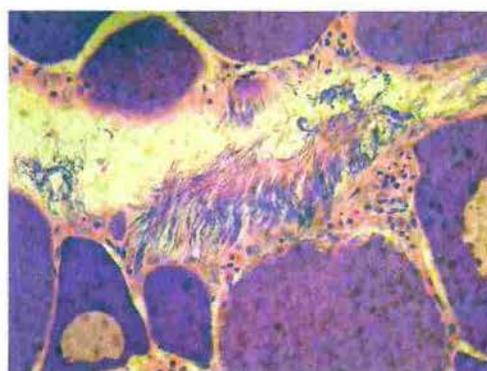
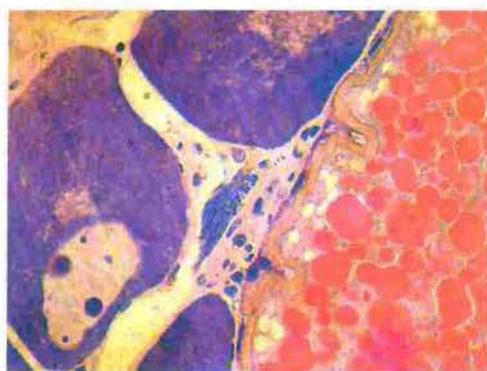


Figura 7: Ocorrência de inseminação em fêmeas maduras (a), e em maturação (b).

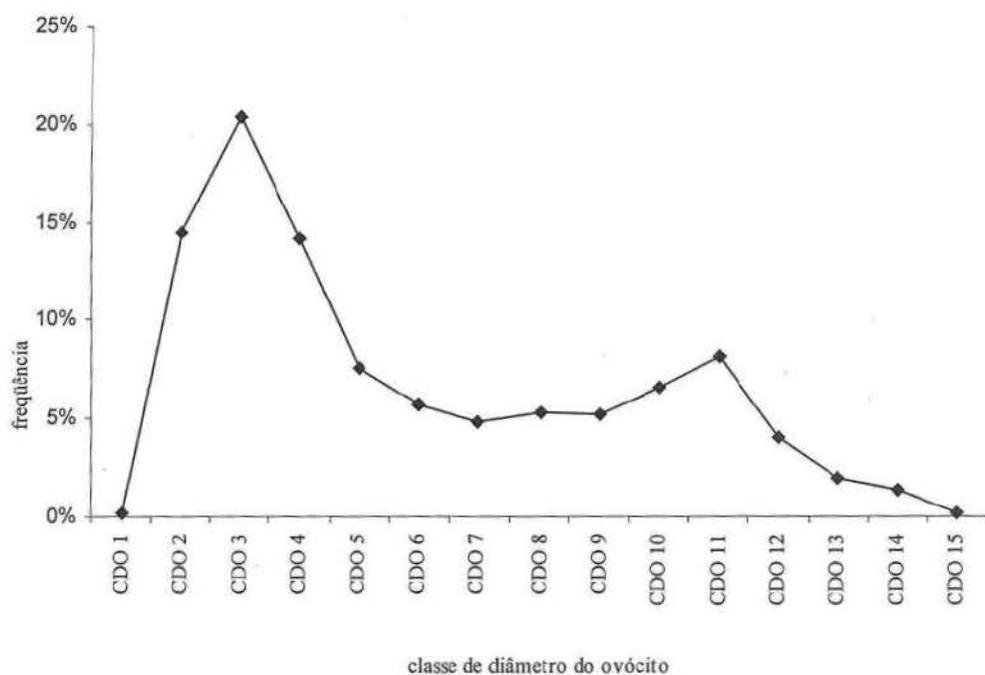


Figura 8: Frequência de ocorrência de ovócitos por classe de diâmetro. Curva bimodal denota que há dois lotes de ovócitos: estoque de reserva e ovócitos maduros que serão liberados durante a desova. Desenvolvimento ovocitário sincrônico em dois grupos: desova do tipo total pos período reprodutivo.

UPRGS - BIBLIOTECA
 INST. CIÊNCIAS

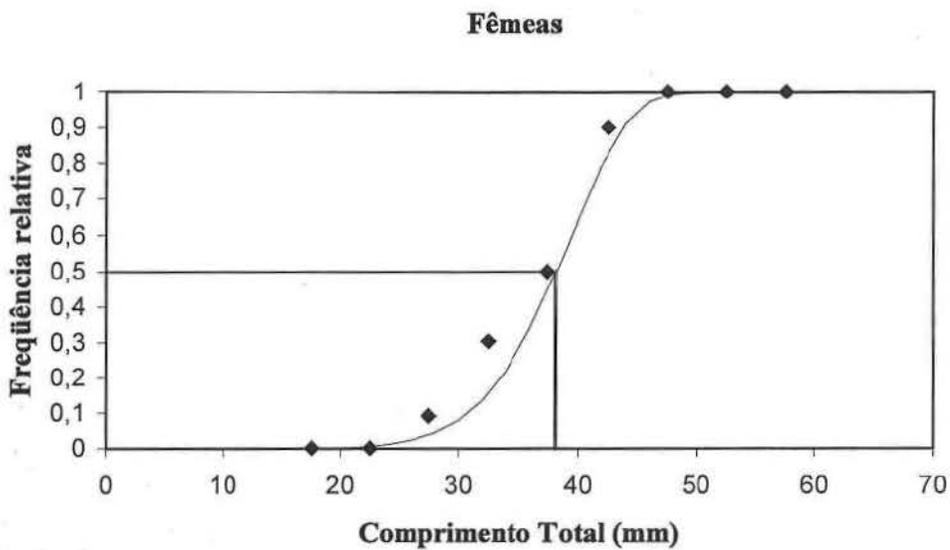
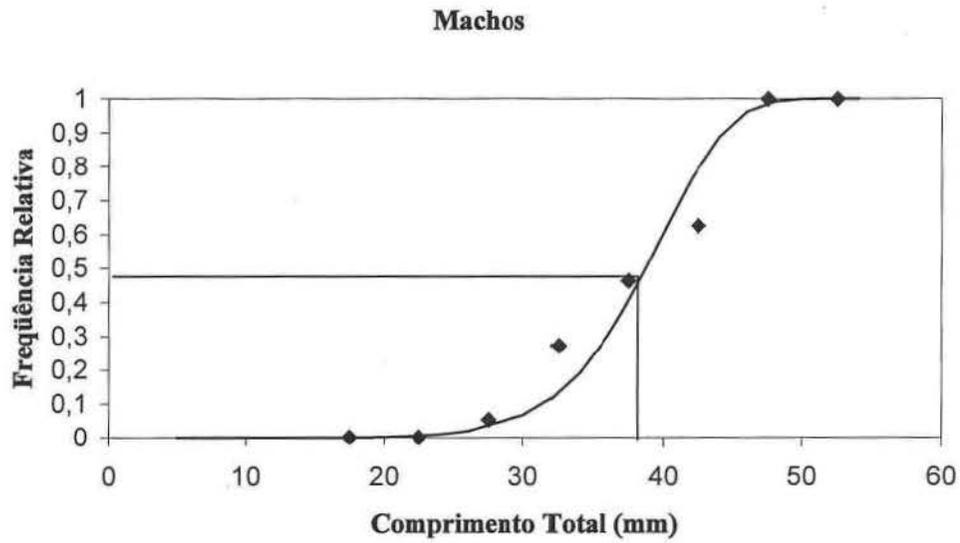


Figura 9: Comprimento de primeira maturação, no qual 50% dos indivíduos estão maduros ou em maturação, para machos e fêmeas. Aproximadamente 38 mm para ambos os sexos.

(a)

	o		e	(o-e) ² /e
	machos	fêmeas		
total	142	158	150	$\chi^2_{\text{calc}} = 0,4266$

(b)

	o		e	(o-e) ² /e
	machos	fêmeas		
julho	8	3	5,5	1,3636
ago	14	21	17,5	0,7143
set	35	37	36	0,0277
out	10	16	13	0,6923
nov	11	21	11,5	0,0217
dez	24	20	22	0,1818
jan	19	18	18,5	0,0135
fev	16	17	16,5	0,0151
χ^2_{calc}				3,03

(c)

	o		e	(o-e) ² /e
	machos	fêmeas		
15 - 20	8	4	6	0,6666
20 - 25	31	23	27	0,5926
25 - 30	38	44	41	0,2195
30 - 35	33	33	33	0
35 - 40	13	30	21,5	3,4404
40 - 45	8	9	8,5	0,0294
45 - 50	6	9	7,5	0,3
50 - 55	4	5	4,5	0,0555
55 - 60	0	1	0,5	1
χ^2_{calc}				6,304

Tabela 2: (a) teste χ^2 para proporção sexual da população amostrada (não significante); (b) teste χ^2 de proporção sexual mês a mês (não significante); (c) χ^2 por classe de comprimento padrão (significante).

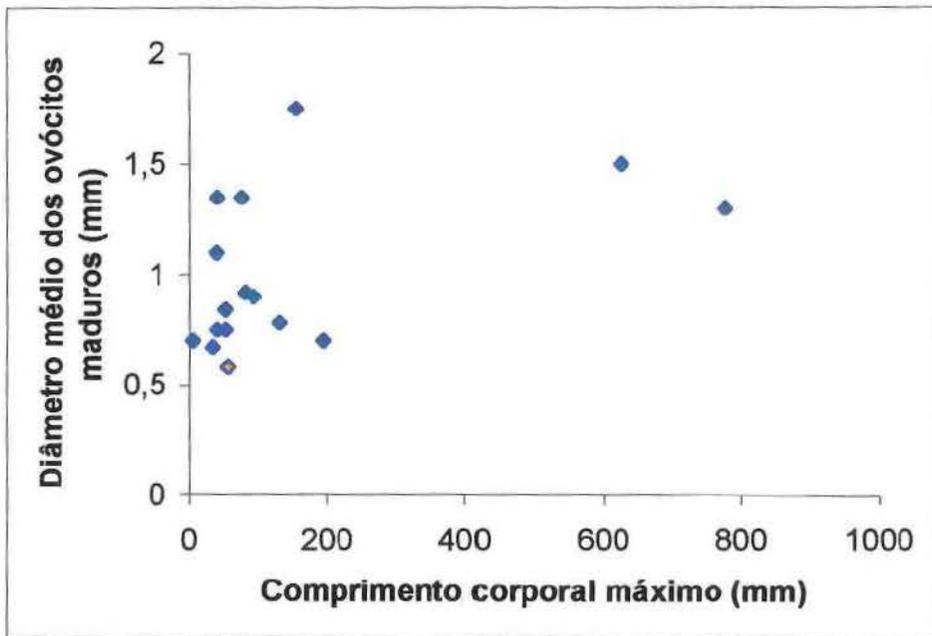


Figura 10: Diâmetro médio dos ovócitos maduros de *P. doriae* (em laranja) em relação as 15 espécies de Characidae para as quais há dados na literatura.