

Roselene Silva Costa Ferrelra

Reprodução de duas populações de *Pimelodella avanhandavae*
(Siluriformes, Pimelodidae) de dois córregos das drenagens dos
Rio Grande e do Rio Tietê .



1910001424



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, LETRAS E CIÊNCIAS EXATAS
SÃO JOSÉ DO RIO PRETO – SP

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

ROSELENE SILVA COSTA FERREIRA

BIÓLOGA

**Reprodução de duas populações de *Pimelodella
avanhandavae* (Siluriformes, Pimelodidae) de dois
córregos das drenagens do Rio Grande e do Rio Tietê.**

Orientador: Prof. Dr. Francisco Langeani



T. 1424/05

Dissertação apresentada ao Instituto de
Biociências, Letras e Ciências Exatas,
Universidade Estadual Paulista, para
obtenção do título de mestre em Biologia
Animal

-2004-



DATA DA DEFESA: 06/01/2005

Banca Examinadora

TITULARES:

PROF. DR. FRANCISCO NETO

PROFA. DRA. CARLA SIMONE

PROFA. DRA. JULIAN CASATI

SUPLENTE:

PROF. DR. V. DENIS GARUTTI

PROFA. DRA. ELIZABETH ROMAGOSA

Costa-Ferreira, Roselene Silva.

Reprodução de duas populações de *Pimelodella avanhandavae* (Siluriformes, Pimelodidae) de dois córregos das drenagens do Rio Grande e do Rio Tietê / Roselene Silva Costa Ferreira – São José do Rio Preto : [s.n.], 2005
61 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Francisco Langeani Neto
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

1. Peixe - Reprodução. 2. Siluriformes - Reprodução. 3. Pimelodidae - Reprodução. 4. *Pimelodella* - Reprodução. 5. Heptapteridae - Reprodução. 6. *Pimelodella avanhandavae*. I. Langeani Neto, Francisco. II. Universidade Estadual Paulista. Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. III. Título.

CDU – 597.554.4

DATA DA DEFESA:06/01/2005

Banca Examinadora

TITULARES:

PROF. DR. FRANCISCO LANGEANI (ORIENTADOR)

PROFA. DRA. CARLA SIMONE PAVANELLI

PROFA. DRA. LILIAN CASATTI

SUPLENTES:

PROF. DR. VALDENER GARUTTI

PROFA. DRA. ELIZABETH ROMAGOSA



AGRADECIMENTOS

Dedico esse trabalho

Ao meu querido companheiro Paulo pelo convívio alegre e pela
presença encorajadora dos nossos caminhos.

Aos meus amados filhos Arthur, Pedro Augusto e Daniel por darem
sentido à minha vida.

Aos meus pais pela sabedoria de vida, amor dedicado à nossa família e
exemplo de caminhada reta e simples.

Aos meus irmãos: Fia, Lena, Vitor, Jê, Zélia, Sandra, Raquel e Gil , por
preencherem os meus dias com a luz do amor.

Aos meus cunhados: Gisele, Olinto, Sueli e Carlinhos que adotaram a
minha família.

Aos meus sobrinhos André, Guilherme e Naomi pelo espaço que
preenchem no meu coração.

Aos meus sogros Paulo e Ivani e aos meus cunhados Fernando e
Elisângela pelo carinho e respeito a mim dedicados.



AGRADECIMENTOS

Em minha caminhada tenho a sorte de poder contar com pessoas maravilhosas, que me fazem acreditar nos sonhos, me fazem ter o privilégio de ter uma vida feliz, pessoas as quais agradeço com todo carinho.

Em primeiro lugar agradeço a Deus por sua presença constante em minha vida.

Aos Drs. Valdener Garutti e Mara Lúcia por ensinamentos que me fizeram seguir o caminho dos peixes.

Ao meu orientador Prof. Dr. Francisco Langeani pelo enriquecedor convívio profissional e imensa capacidade que possui em mostrar o lado positivo que todas as coisas sempre possuem, pelo incentivo, apoio e críticas dedicados a mim em todas as fases deste trabalho.

À professora Eliane Gonçalves de Freitas pelo apoio profissional carinho e amizade sincera; pelas críticas e valiosas sugestões ao presente trabalho.



A todos os professores do Departamento de Zoologia e Botânica pelo incentivo e respeito ao meu trabalho de mestrado.

A todos os professores do pós graduação, especialmente a professora Denise pela coragem e competência em viabilizar o “nosso pós”.

Aos professores Lilian Casatti e Classius de Oliveira pelas imprecindíveis críticas e sugestões ao meu trabalho no momento do exame de qualificação.

Aos meus amigos Rejane, Maria Helena, Carlos e especialmente ao Jorge e ao Sidnei pela amizade, incentivo e ajuda em minhas responsabilidades funcionais junto ao departamento.

À Derci pelo carinho, amizade, e pelos muitos auxílios neste período de mestrado.

Aos meus amigos de turma Thais, Rita, Tiago Vasconcelos, Kadú, Arthur, Fabiana, Renato, Fabio Akashi, Rodrigo, Maurício e Eliéser pelo convívio rejuvenecedor durante o mestrado e em especial ao Tiago gaúcho companheiro de estágio docência.

À minha grande amiga Vanessa Xavier Linhares de Andrade, pelo carinho e atenção dedicados a mim, que me ajudam a acreditar que posso vencer barreiras com minhas decisões.



Ao amigo Fernando Rogério de Carvalho, “o nosso do sítio”, “menino”, com caráter de gente grande, pela disposição constante em participar de minhas dúvidas neste trabalho.

À amiga Jane pelo convívio paciente e disposição em me ouvir esquecendo os seus próprios problemas.

Aos amigos Fábio, Cris, Flávio, Diego, Henrique, Gustavo e Daiane que dividiram, com paciência, o limitado espaço em nosso laboratório.

À Professora Denise de Cerqueira Rossa Feres pelas fotos feitas com a utilização de lupa modelo Leica MZ – 6 com Câmera Cannon PowerShot S40 adquirida com projeto de auxílio individual à pesquisa da professora Denise de C. Rossa-Feres.

Às amigas Kikue e Cidinha pelo apoio, incentivo, amizade e carinho de sempre.



I – RESUMO

O presente trabalho trata do estudo da biologia reprodutiva em populações de *Pimelodella avanhandavae*, procedentes do córrego da Figueira, drenagem do Tietê, e do córrego da Barra Funda, drenagem do Turvo-Grande. A população do córrego da Barra Funda apresentou crescimento alométrico positivo e a do córrego da Figueira crescimento alométrico negativo, além disso a fecundidade foi mais baixa no córrego da Figueira; essas diferenças foram associadas à possível oferta diferente de recursos nos dois ambientes. As duas populações apresentaram desova total. A estrutura corporal foi igual entre os machos das duas populações e maior para as fêmeas do córrego da Barra Funda, havendo dimorfismo sexual relativo ao tamanho, com fêmeas maiores que os machos. A época reprodutiva e os aumentos dos valores do IGS estiveram associados ao período das chuvas. Os parâmetros abióticos da água sofreram discreta variação no período das cheias. Comparações da ictiofauna do córrego da Figueira em dois períodos diferentes (1991-1992 e 2002-2003) revelaram uma baixa similaridade entre as comunidades presentes, o que pode estar associado ao grande assoreamento do córrego decorrente do monocultivo da cana de açúcar nas áreas adjacentes.



I.1 ABSTRACT

The present work dealt with the reproductive biology of two *Pimelodella avanhandavae* populations from the córrego da Figueira, rio Tietê basin, and córrego da Barra Funda, rio Grande basin. The population from córrego da Figueira presented negative allometric growth, whereas the one from córrego da Barra Funda presented positive allometric growth ; furthermore fecundity in the Figueira was lower, the differences between the two populations may be due to different available resources. The two populations presented a single spawning in the reproductive season. Males had similar body sizes, females from Barra Funda were the greatest; sexual dimorphism occurred, females were larger than the males. The reproductive season and the gonado-somatic index (IGS) were associated with the rain. Abiotic limnological values suffered just a small variation during the high-water season. Comparisons made between the fish communities in two periods (1991-1992 and 2002-2003) in the córrego da Figueira showed a low similarity, what could be associated to the great environmental change occurred by sil loading into the streambed, mainly caused by removing the riparian forest and natural vegetation to cultivate sugar cane.



ÍNDICE

I RESUMO.....	vii
I.1 ABSTRACT.....	viii
II. INTRODUÇÃO.....	01
II.1 OBJETIVOS.....	03
III. MATERIAL E MÉTODOS.....	03
III.1 – Local de estudo.....	03
III.2 – Coleta.....	05
III.3 – Parâmetros analisados.....	07
IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
IV.1 - Estrutura populacional.....	11
IV.2 - Relação peso-comprimento.....	12
IV.3 - Comprimento da primeira maturação.....	14
IV.4 - Proporção sexual.....	15
IV.5 - Maturação gonadal.....	16
IV.6 - Fecundidade e tipo de desova.....	18
IV.7 - Período Reprodutivo.....	20



II. INTRODUÇÃO

IV. 8 - Fatores abióticos e sua possível associação com o ciclo reprodutivo de <i>P. avanhandavae</i>	23
---	----

IV. 9 – Comparação da fauna do córrego da Figueira em diferentes épocas.....	24
--	----

V – CONCLUSÕES.....	27
---------------------	----

VI- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29
-------------------------------------	----

VI ANEXOS.....	41
----------------	----

II. INTRODUÇÃO

A compreensão da diversificada fauna neotropical é um pré-requisito para a nossa capacidade de avaliar, prever e, espera-se, amenizar as consequências das modificações humanas, presentes e futuras, sobre os sistemas aquáticos neotropicais (Vari & Malabarba, 1998).

A ictiofauna sul-americana é relativamente pouco conhecida sob vários aspectos quando comparada com as demais regiões do mundo. Numerosas espécies, ou “grupos” de espécies, estão precariamente representados em coleções científicas; muitas outras permanecem desconhecidas para a ciência, havendo a necessidade premente de coletá-las, antes de se tornarem raras ou extintas (Böhlke *et al.*, 1978).

Com relação às espécies de peixes tropicais, especialmente os Siluriformes, são poucos os trabalhos relacionados ao estudo da influência de fatores ambientais sobre a reprodução (Narahara *et al.*, 1988).

A inundação das margens dos riachos devido às chuvas provoca mudanças na vegetação aquática marginal e proporciona à fauna a formação de microhábitats, que contribuem como refúgio, fonte de alimento, proteção contra predadores e sítio de reprodução para os peixes (Amaral *et al.*, 1998; Araujo & Garutti, 2003).

A família Heptapteridae, anteriormente considerada como sub família dentro da família Pimelodidae, pertencente à ordem Siluriformes,



apresenta ampla distribuição na região neotropical e inclui uma grande diversidade de formas, com cerca de 26 gêneros de pequenos bagres (Bockmann & Guazzelli, 2003). Dentre esses, *Pimelodella* distribui-se do Equador à Argentina (Fowler, 1951; Bockmann & Guazzelli, 2003) e caracteriza-se por apresentar fontanela continuando-se até a base do processo occipital, com uma ponte óssea na altura da margem posterior dos olhos; processo occipital estreito em contato com o escudo pré-dorsal; palato sem dentes; cabeça cônica em vista dorsal; barbilhão maxilar ultrapassando a nadadeira anal e adiposa contida até três vezes no comprimento padrão (Britski *et al*, 1988).

As variações extremas nas condições da água doce são decisivas para a seleção de fatores como fecundidade, tamanho de primeira maturação e longevidade; além disso as populações que vivem nestes sistemas podem se ajustar-se à instabilidade do hábitat (Mann *et al.*, 1984 *apud* Amaral *et al.*, 1999). Esta plasticidade, segundo Amaral *et al.* (1999), oferece um excelente modelo para estudos de história de vida de populações e dos mecanismos de adaptações às diferentes condições do ambiente.



II.1 OBJETIVOS

Estudos envolvendo aspectos morfológicos e reprodutivos populacionais, são de grande importância para a ciência básica, principalmente por fornecer informações essenciais para se avaliar a integridade das comunidades biológicas e a conservação dos ambientes.

O presente trabalho estudou a biologia reprodutiva de duas populações de *P. avanhandavae*, visando descrever a estrutura populacional, comprimento de primeira maturação, proporção sexual, maturação gonadal, fecundidade, tipo de desova, período de reprodução e compará-los com parâmetros físico-químicos da água.

III. MATERIAL E MÉTODOS

III.1 – Local de estudo

Os estudos foram realizados em duas localidades: um trecho de 373 m do curso médio do córrego da Figueira (3ª ordem, Mapa escala 1:50.000.000 (IBGE 1972) na divisa do município de Urupês – Irapuã, médio Tietê, Estado de São Paulo (aproximadamente 21°12'S/49°28'W) (fig. 01) e em dois trechos do córrego da Barra Funda (curso médio = 2ª



ordem, e desembocadura = 3ª ordem, Mapa escala 1:50.000 (IBGE 1972), Nova Granada), afluente da bacia Rio Preto, drenagem do Turvo-Grande (aproximadamente 20°47'S/49°22'W) (fig. 03). Para o córrego da Barra Funda foram necessários dois trechos para a constituição de número suficiente de exemplares de forma a representar um ciclo anual.

O córrego da Figueira, seguindo descritores de Castro et al., 2004, possui um traçado pouco sinuoso; margens quase planas, com vegetação de entorno de aproximadamente 5 m de largura, composta longitudinalmente por arbustos intercalados com “capim” da família Poaceae; Poaceae As áreas adjacentes ao córrego no início da década de 1990 era ocupada por culturas de milho, goiaba, limão, laranja e pastagem; gradativamente o solo tem sido ocupado pela monocultura da cana de açúcar que atualmente corresponde a mais de 50 % de toda área cultivada; possui também possui também cachoeira com 4 – 6 m de largura, 50 cm de profundidade com substrato rochoso; corredeiras e corredores com 3 – 4 m de largura, 0,5 – 30 cm de profundidade com substrato de areia fina; canal estreito com 40 – 60 cm de largura, 50 – 60 cm de profundidade com substrato de saibro e poções com 3 – 4 metros de largura, 20 – 90 cm de profundidade, substrato com saibro e areia fina.

A área de bacia do córrego da Barra Funda, segundo Garutti, 1983, é composta por 44 Km² e é praticamente toda cultivada, exceto pequenos capões de mata latifoliada tropical original e/ou secundária. As principais



culturas desenvolvidas são, em ordem decrescente de área plantada: pastagem, citro, café, arroz, milho e eucalipto. Possui um trajeto composto por poções e rápidos. No curso médio a mata ciliar está ausente, os barrancos cobertos por gramíneas e há apenas alguns arbustos isolados.

O trecho denominado desembocadura se constitui de uma área de 150 m de rápidos com profundidades variáveis de 0,4 m a 1,5 m com largura máxima de 2 m, ladeados por mata ciliar e muita vegetação marginal, principalmente gramíneas tombadas para dentro da água, e outra área compreendida por um poção circular com diâmetro aproximado de 8 m e profundidade máxima 2 m, sem mata ciliar, e com a margem direita alagada na época chuvosa chegando a 1,5 m de profundidade com muita lama no substrato, recoberta por exuberante vegetação, principalmente gramíneas; esta área juntamente com parte do poção são drenadas em épocas secas.

III.2 – Coleta de exemplares de *Pimelodella avanhandavae*

Coletas mensais foram feitas no córrego da Figueira entre abril/1991 e março/1992, das 14:00 as 19:00 horas por Costa-Ferreira e no córrego da Barra Funda de abril 1980 a março 1981 por Garutti (1983).

As coletas foram efetuadas com o uso de tarrafas (0,8 mm), peneiras de arroz e rede de arrasto de malha fina (0,3 x 0,3 mm). Os exemplares do



córrego da Figueira foram acondicionados em caixa de isopor com gelo e transportados até o laboratório para posteriores medidas corporais e pesagens. Com o objetivo de estabelecer comparações entre dados da espécie após passada uma década, realizamos coletas bimestrais no córrego da Figueira entre 2002 e 2003, e após constatarmos que a espécie não mais ocorre no local, optamos pelo uso de exemplares da coleção DZSJRP provenientes do córrego da Barra Funda, disponíveis em número suficiente distribuídos ao longo de um ano. Essa comparação foi possível pois segundo Parker (1963), o tamanho corporal de peixes pequenos em solução de formol por 30-40 dias diminui, por retração dos tecidos, e estabiliza em cerca de 4%, uma diferença considerada não significativa. Em relação ao peso corporal ocorrem alterações associadas à concentração osmótica, que estabilizam após cerca de 40 dias em torno de 10% maior que o valor inicial, variação que o autor considera significativa. Sendo assim, as comparações de pesagens corporais entre as duas populações não foram realizadas.

Os exemplares do córrego da Barra Funda, por serem aproveitados da coleção, foram fixados diretamente em formol 10% e preservados em álcool, antes das medidas e pesagens.

Estudos da similaridade da composição taxonômica da ictiofauna do Córrego da Figueira foram realizados com base em dois períodos de amostragens: novembro de 1991 – novembro de 1992 e outubro de 2002 –



agosto de 2003. Para padronizar a distribuição de amostragens durante o ano foi necessário que o primeiro período abrangesse um número maior de meses. Exemplos foram fixados diretamente em formol 10% e conservados em álcool 70%.

Todos os exemplares estão depositados na Coleção de Peixes (DZSJRP) do Departamento de Zoologia e Botânica, UNESP, São José do Rio Preto.

III.3 – Parâmetros analisados

Os aspectos da biologia reprodutiva considerados foram estrutura populacional, comprimento da primeira maturação, proporção sexual, maturação gonadal, fecundidade, tipo de desova e período de reprodução, segundo (Vazzoler, 1981). Foram registrados para cada exemplar: comprimento total (CT; mm); comprimento padrão (CP; mm); altura do corpo (AC; mm) (fig. 05), peso total (P; g) e foi calculada a relação peso-comprimento.

As gônadas foram expostas, retiradas e pesadas após incisão longitudinal no abdômen. As medidas e pesagens corporais e gonadais dos exemplares do córrego da Figueira foram feitas no mesmo dia da coleta e as dos exemplares do córrego da Barra Funda após fixação em formol e preservação em álcool 70%. As gônadas em diferentes estádios de



maturação, de ambos os sexos, foram documentadas por meio de fotografias feitas sob microscópio estereoscópico modelo Leica MZ – 6 com câmera Cannon PowerShot S40 (fig. 06). A identificação macroscópica e a descrição dos estádios de maturação gonadal por sexo (tabs. I e II) foram efetuadas sob lupa Olympus modelo C 011.

Para as variáveis da estrutura populacional foram calculados média, desvio padrão, máxima e mínima utilizando o software Excel. Os valores das medidas que variaram em torno da média para mais ou para menos duas vezes o desvio padrão foram considerados “outliers” e substituídos pelo valor da média. Verificou-se ainda a normalidade da distribuição dos valores dos dados merísticos (CT, CP e AIC). Aplicou-se o teste de Mann-Whitney ($p=0,005$) para dados não-paramétricos utilizando o programa Bio Estat 3.0 (Ayres *et al.*, 2003).

Para a proporção sexual, razão entre o número de exemplares machos e fêmeas, utilizou-se o teste Qui-Quadrado (Sokal & Rohlf, 1981). O período reprodutivo foi definido pelos estádios de maturação gonadal e pela variação dos valores do IGS no período estudado.

De acordo com Vazzoler (1981) foram determinados: o tipo de desova utilizando-se a frequência relativa das classes de diâmetro dos ovócitos; o início da primeira maturação sexual (L_{50} e L_{100}), tamanho em que 50% e 100% dos indivíduos da população, respectivamente, estão aptos a reproduzirem-se; os estádios de maturação gonadal (estabelecidos a



partir de observações macroscópicas das gônadas); a fecundidade absoluta, a fecundidade relativa (Em relação ao peso e ao comprimento), IGS, a relação peso/comprimento (P/CT) e o fator de condição (b) e sua relação com a qualidade ambiental. De acordo com Le Cren (1951) a determinação da relação peso-comprimento em peixes pode indicar o fator de condição da espécie, permitindo acompanhar o bem-estar da população ao longo do tempo e sugere que o crescimento alométrico para peixes apresenta valores de coeficiente angular que varia entre 2,5 e 4,0.

Segundo Orsi *et al.* (2002), por meio do coeficiente angular é possível determinar o tipo de crescimento da espécie. Se o coeficiente angular (θ , que é igual a b) for igual a 3, então o crescimento é isométrico; se for maior que 3, é alométrico positivo; se for menor que 3, é alométrico negativo. Os autores consideram crescimento isométrico quando o incremento em peso acompanha o crescimento em comprimento; alométrico positivo quando há um incremento maior em peso que em comprimento e alométrico negativo se há um incremento menor em peso que em comprimento.

A fecundidade absoluta (número total de folículos ovarianos, referidos neste trabalho como ovócitos, nos ovários), foi analisada a partir da contagem dos ovócitos de 3 fêmeas maduras do córrego da Figueira e 10 fêmeas maduras do córrego da Barra Funda. A fecundidade relativa foi calculada a partir do número total de ovócitos pelo peso (P) ou pelo



comprimento total (CT) e o índice gonadosomático (IGS), um indicador do estado biológico, foi expresso pela relação peso das gônadas (Pg) pelo peso do corpo (Pc)

As variáveis físico-químicas mensuradas visando avaliar a sua possível associação com o ciclo reprodutivo da espécie foram: pH (pHmetro), temperatura (termômetro-°C), condutividade elétrica (condutivímetro $\mu\text{S}/\text{cm}$), oxigênio dissolvido (método de Winkler conforme Golterman *et al.*, 1978), turbidez (turbidímetro Micronal B 250) e alcalinidade (por titulometria, conforme Golterman *et al.*, 1978). Valores mensais de precipitação pluviométrica (mm/mês) foram obtidos para as duas localidades junto ao Escritório de Desenvolvimento Rural da Coordenadoria de Assistência técnica Integral (EDR-Cati), sede de São José do Rio Preto.

Para o córrego da Barra Funda, em função de utilizarmos material da coleção científica, as variáveis físico-químicas da água consideradas foram apenas pH e temperatura (°C), retirados de Garutti (1983).

Para a comparação da composição taxonômica ictiofauna do córrego da Figueira entre os períodos de 1991/1992 e 2002/2003 aplicou-se o índice de similaridade de Jaccard (Dajoz, 1973):

$$SJ = \frac{a}{a + b + c} \times 100$$

Onde: Sj = Similaridade de Jaccard.



a = nº de espécies comuns aos dois períodos.

b = nº de espécies presentes apenas no primeiro período.

c = nº de espécies presentes apenas no segundo período.

IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO

IV.1 - Estrutura em tamanho

Foram capturados 205 exemplares (136 fêmeas e 69 machos) no córrego da Figueira e 150 (92 fêmeas e 58 machos) no córrego da Barra Funda.

No córrego da Barra Funda as fêmeas foram mais frequentes na classe CT 65 – 70 mm e os machos na classe de CT 55 – 60 mm. No córrego da Figueira fêmeas e machos foram igualmente mais frequentes entre 65 e 70 mm de comprimento total (fig. 07). Os machos do córrego da Barra Funda apresentaram as maiores amplitudes das medidas de tamanho (CT, CP e ALC); o mesmo ocorreu em relação as fêmeas do córrego da Figueira (tab. III). Quando considerados os tamanhos médios, as fêmeas do córrego da Barra Funda foram maiores em relação às fêmeas do córrego da Figueira e os machos das duas populações apresentaram o mesmo tamanho



(tab. III) fêmeas (CT, $p = 0,0026$; CP, $p = 0,638$ e AIC, $p = 0,0614$); machos (CT, $p = 0,00$; CP, $p = 0,00$ e AIC, $p = 0,00$).

O córrego da Barra Funda provavelmente ofereceu condições ambientais favoráveis, como abrigo e alimento, que propiciaram maior desenvolvimento corporal em relação aos indivíduos do córrego da Figueira. Segundo Amaral *et al.* (1999), a história de vida dos peixes é fortemente influenciada por características bióticas e abióticas do ambiente.

As fêmeas apresentaram valores médios de CP e CT superiores aos machos, indicando dimorfismo sexual por tamanho. Segundo Lowe-McConnell (1999), o dimorfismo sexual por tamanho é de ocorrência mais generalizada entre Characiformes e Siluriformes, possivelmente relacionado a uma estratégia ligada à reprodução, visto que a fecundidade aumenta de acordo com o tamanho dos indivíduos.

Amaral *et al.* (1999) não encontraram dimorfismo sexual de tamanho para *Pimelodella pappenheimi* e Amaral *et al.* (1998) obtiveram para esta espécie amplitudes de variações de comprimento total entre 36 – 148 mm para machos e 44 - 150 mm para fêmeas, podendo indicar que essa espécie atinja maiores tamanhos que *Pimelodella avanhandavae* ou ocupa habitats com melhores condições de sobrevivência.



IV.2 - Relação peso-comprimento

As curvas obtidas da relação peso/comprimento (P/CT) demonstraram nas duas populações correlação positiva entre peso e tamanho (figs. 08 e 09).

Os exemplares do córrego da Figueira apresentaram crescimento alométrico negativo (com valores de coeficiente angular 2,82 fêmeas; 2,60 machos e 2,82 para machos e fêmeas agrupados). No córrego da Barra Funda os valores de coeficiente angular indicam crescimento alométrico positivo (3,61 fêmeas; 3,51 machos; 3,57 machos e fêmeas agrupados).

O fato da população do córrego da Figueira apresentar peso menor de peso em relação à população do córrego da Barra Funda pode estar relacionado a fatores ambientais limitantes, como menor disponibilidade de recursos alimentares e diminuição de sítios de alimentação e de abrigo. Sob condições naturais, o efeito da sobreposição alimentar é aparentemente reduzido pelo fato das espécies de peixes possuírem diferenças na distribuição espacial e temporal, evitando ou diminuindo uma possível competição (Zaret & Rand, 1971 *apud*: Sabino & Castro, 1990). No córrego da Figueira o desaparecimento gradual de micro-habitats por assoreamento, encobriu áreas como poções e corredeiras que permitia um maior volume de habitat; isso possivelmente aumentou as taxas de



competição e predação na comunidade de peixes; o que pode ser evidenciado pela atual ausência da espécie no local.

Trabalhos com espécies próximas filogeneticamente indicaram valores de b semelhantes aos encontrados para *Pimelodella avanhandavae*. *Pimelodus maculatus* (Basile-Martins *et al.* 1986; b 3,13 machos e 3,19 fêmeas) nos rios Piracicaba e Jaguari e *Pimelodella pappenheimi* (Amaral *et al.* 1999; b 3,12 machos e fêmeas em conjunto) em riacho de floresta atlântica. Os valores de b indicam para essas espécies crescimento alométrico positivo, como o encontrado para *Pimelodella avanhandavae* no córrego da Barra Funda.

Pimelodella spelae (Trajano *et al.*, 2004; $b = 2,351$) e *Pimelodella kronei* (Trajano, 1991; $b = 2,768$) que são espécies cavernícolas, sobrevivem em ambientes com restrições na oferta de recursos, os valores de b indicam crescimento alométrico negativo. Isso é semelhante ao encontrado para *Pimelodella avanhandavae* do córrego da Figueira, o que corrobora a idéia de restrição de recursos para a população.

Acreditamos que o fator de condição (b) possa ser utilizado como referência para indicação de ocorrência de fatores limitantes, sazonais ou perenes, para uma dada população (ver também comprimento de primeira maturação abaixo).



IV.3 - Comprimento da primeira maturação

O tamanho médio da primeira maturação sexual de *Pimelodella avanhandavae* foi discretamente maior para as fêmeas que para os machos nas duas populações (figuras 10 e 11). Esses resultados são o inverso do encontrado para *Pimelodus maculatus* Barbosa *et al.* (1988) e Dei Tos *et al.* (2002).

O tamanho da primeira maturação gonadal constitui ferramenta muito importante para o conhecimento das táticas reprodutivas utilizadas pela espécie na exploração do ambiente, além de fornecer subsídios para o manejo da espécie.

Amaral *et al.* (1998), analisando em conjunto machos e fêmeas de riacho de mata atlântica, obtiveram para *Pimelodella pappenheimi* tamanho de primeira maturação igual a 63 mm, o que é muito próximo do encontrado para a população de *Pimelodella avanhandavae* do córrego da Barra Funda e superior ao encontrado para a população do córrego da Figueira (figs. 10 e 11).

A diferença entre os tamanhos de primeira maturação parece indicar que a população do córrego da Figueira pode estar sob impacto de distúrbios ambientais. De acordo com Nikolski (1963); Sterns & Crandall (1984), Wootton (1991) *apud* Araya *et al.* (2003), o tamanho de primeira maturação de uma espécie apresenta variações relacionadas a fatores



exógenos como a disponibilidade de alimento e endógenos como a constituição genética e sua taxa de crescimento.

IV.4 - Proporção sexual

A proporção sexual para *Pimelodella avanhandavae* no córrego da Figueira foi de 1,97 fêmeas para 1 macho e no córrego da Barra Funda de 1,59 fêmeas para 1 macho; nas duas populações a proporção de fêmeas foi maior em relação à dos machos (χ^2 córrego da Barra Funda = 7.71 e χ^2 córrego da Figueira = 21.89).

Amaral *et al.* (1998), estudando *Pimelodella pappenheimi*, obtiveram proporções sexuais 3:2, significativamente maiores para machos; o surubim, *Pseudoplatystoma fasciatum*, nos estudos de Britto & Bazzoli (2003), apresentou proporção de 3 machos para 1 fêmea e o mandi amarelo, *Pimelodus maculatus*, apresentou frequências de machos e fêmeas próximas de 1:1 (Basile-Martins *et al.*, 1986; Barbosa *et al.*, 1988).

As informações acima parecem indicar a inexistência de um padrão para a proporção sexual na família. Isso parece concordar com Ricklefs (1993), segundo o qual o maior sucesso reprodutivo está entre os indivíduos que na população estão em menor proporção sexual, pois sua competição por acasalamento fica reduzida, o que pode causar alternância de proporções sexuais dentro da população.



IV.5 - Maturação gonadal

As gônadas de *Pimelodella avanhandavae* são estruturas pares, localizadas na porção dorsal da cavidade do corpo. Os ovários são alongados, devido ao desenvolvimento dos ovócitos, visíveis a olho nu no indivíduo maduro e, assumem aspectos diferenciados durante o período de maturação, tais como mudanças na coloração, no volume e na vascularização. Os testículos são digitiformes, com franjas claramente visíveis a olho nu em indivíduos maduros. Durante o desenvolvimento dos espermatozóides, os testículos passam por alterações na coloração, no volume e na vascularização (fig. 06). De acordo com as alterações morfológicas das gônadas, identificamos cinco fases de desenvolvimento (tabs. I e II).

O processo de maturação das gônadas envolve o gasto de energia acumulada na cavidade abdominal em forma de tecido adiposo, facilmente visível em *Pimelodella avanhandavae* no início da maturação gonadal (estádio II), que desaparece ou regride quando as gônadas completam a maturação (estádio III) (tab I e II), como o obtido para *Pimelodus maculatus*, que revelaram um padrão de alocação bioenergética durante o período reprodutivo. Isto está relacionado a processos de vitelogênese e a um decréscimo das atividades alimentares dos adultos, em detrimento da razão de crescimento somático, sugerindo que nesta fase reprodutiva a



gordura visceral funcione como reserva acessória, garantindo desenvolvimento gonadal (Doria & Andrian, 1997).

IV.6 - Fecundidade e tipo de desova

A determinação das fecundidades absoluta e relativa é de grande importância para as espécies, fornecendo subsídios para inferências das estratégias adotadas em relação a ocupação dos ambientes.

As fecundidades absoluta e relativa apresentaram correlação positiva com o CT dos indivíduos (fig. 12) e foram baixas nas duas populações. No córrego da Barra Funda a fecundidade absoluta variou entre 1629-5930 ovócitos (respectivamente para exemplares com CT = 84,1 mm e P = 2,74 g e 101,2 mm e 6,5 g); a fecundidade relativa ao peso de 316-649,3 ovócitos/grama (7,50g e 6,42g); a fecundidade relativa ao comprimento total de 19,37-47,62 ovócitos/mm (84,1mm e 102,3 mm). No córrego da Figueira, a fecundidade absoluta variou entre 485-1318 ovócitos (64,9 mm e 2,079g e 82,4 mm e 4,308g); a fecundidade relativa ao peso de 177,66-329,52 ovócitos/grama (5,82g e 2,71g); a fecundidade relativa ao comprimento de 7,47-15,99 ovócitos/mm (64,9mm e 82,4mm).

As baixas fecundidades podem indicar a existência de comportamento de proteção à prole da espécie, como sugerido por Amaral *et al.* (1998) para *Pimelodella pappenheimi*, onde as fêmeas no período



reprodutivo escondem-se em abrigos escuros e protegem ovos e larvas construindo ninhos.

A população do córrego da Figueira apresentou as menores fecundidades; esse fato pode estar associado a uma menor robustez corporal dos indivíduos comparada aos exemplares do córrego da Barra Funda. Segundo Vazzoler (1983) a fecundidade é menor em espécies com desova total e pode apresentar flutuações em relação à disponibilidade de alimentos; o que corrobora a idéia de que os recursos oferecidos pelo córrego da Figueira foram restritivos ao desenvolvimento da população.

A correlação positiva entre o desenvolvimento do IGS e a pluviosidade indicou que a desova ocorreu sincronizada ao período das chuvas (fig. 14 e 15).

Nas duas populações, o diâmetro dos ovócitos, que variou de 0,1 a 0,6 mm, demonstrou modas em apenas duas diferentes fases de desenvolvimento (fig. 17). Isto, associado à ausência de jovens no período reprodutivo, caracteriza desova total (fig. 18 e 19).

Trajano (1991) encontrou para *Pimelodella kronei* e *P. transitoria* número pequeno de indivíduos nas populações, o que sugere uma baixa fecundidade das espécies.

Amaral *et al.* (1998) observaram que *Pimelodella pappenheimi* apresenta desova parcelada sincronizada com as chuvas e as fêmeas no



período reprodutivo escondem-se em abrigos escuros e protegem ovos e larvas construindo ninhos.

Santos *et al.* (2004) estudando em reservatório *Iheringichthys labrosus* verificou desova parcelada. Narahara *et al.* (1989) verificaram para *Rhamdia hilarii* vários grupos de ovócitos em diferentes fases de desenvolvimento, sugerindo sucessivas posturas durante um único período reprodutivo. Bazzoli *et al.* (1997) constataram que *Pimelodus maculatus* e *Iheringichthys labrosus*, em reservatórios, apresentaram desova parcelada.

Em *Pimelodus clarias maculatus* (= *Pimelodus maculatus*) Araya *et al.* (2003) encontraram desova parcelada e fecundidade absoluta variando entre 46.800 a 203.478 ovócitos.

Segundo Mintzer & Gonzo (1991), a fecundidade média varia de acordo com as espécies devido a diversos fatores, tais como a idade, periodicidade da desova, sua frequência no ciclo reprodutivo, condições ambientais, etc. Eles descreveram para *Pimelodus albicans* desova total, fecundidade absoluta variando entre 108.184 ovócitos (exemplar com CP = 470 mm) a 325.618 ovócitos (CP = 475 mm) e ovócitos com diâmetros variando entre 100 a 800 micras (CP = 410 mm).



IV.7 - Período Reprodutivo

O período reprodutivo nas duas localidades coincidiu com o das cheias (figs. 14, 15). Embora o coeficiente de associação tenha sido baixo para o córrego da Figueira o que pode ser atribuído a uma distribuição irregular das chuvas, o número de indivíduos maduros durante as cheias apresentou-se fortemente correlacionado nas duas populações (fig. 16). Os estádios gonadais e o índice gonadossomático (IGS) indicaram atividades reprodutivas de novembro a fevereiro no córrego da Figueira e novembro a janeiro no córrego da Barra Funda (figs. 14, 15, 17 e 18). O desenvolvimento gonadal iniciou-se em setembro no córrego da Figueira (dois meses antes do início do período de desova) e em outubro no córrego da Barra Funda (um mês antes do período de desova) (figs. 17 e 18).

Nas duas populações, a ausência de jovens durante o período reprodutivo indicou que indivíduos nascidos em um ciclo reproduzem-se apenas no próximo, além disso, os jovens podem não utilizar o ambiente durante esta fase do desenvolvimento, estando em outro local (figs. 17 e 18), e, neste caso, a espécie não apresentaria cuidados parentais como sugerido anteriormente.

No córrego da Figueira não foram encontrados indivíduos maduros no período de abril a agosto e no córrego da Barra Funda de março a



setembro, ou seja, todos os exemplares estavam imaturos ou em repouso (figs. 17 e 18).

Munro *et al.* (1990) citam para Siluriformes desovas em áreas inundadas (em alguns casos precedida de migração) e início do desenvolvimento gonadal antecedendo um a dois meses ao período das cheias, podendo ter duração maior com o atraso das chuvas. Os mesmos autores consideram ainda que de modo geral a família Pimelodidae, que até recentemente englobava *Pimelodella* possui período reprodutivo associado ao das chuvas e, mesmo para as espécies com desova parcelada, um pico das atividades reprodutivas coincidindo com as cheias. Para *Pimelodella pappenheimi*, Amaral *et al.* (1998) definiram o período reprodutivo de novembro a fevereiro, sendo que as fêmeas apresentaram pico em dezembro e os machos em dezembro e janeiro. Trajano (1991) encontrou para *Pimelodella kronei* período reprodutivo estendendo-se de setembro a dezembro, época que verificou grande entrada de alimentos de origem alóctone no ambiente. Sato *et al.* (1999) estudando *Pimelodus maculatus* em cativeiro, consideraram como período reprodutivo novembro a fevereiro. Santos *et al.* (2004), para *Iheringichthys labrosus* em reservatório, verificaram desova durante todo o ano, com pico entre outubro e janeiro, e um período curto de repouso entre abril e julho. Araya *et al.* (2003) para *Pimelodus clarias maculatus* (= *Pimelodus maculatus*), no rio Paraná, verificaram que o período reprodutivo se estendeu de agosto



a março, com atividade máxima a partir de outubro. *Pimelodus maculatus* e *Iheringichthys labrosus*, em reservatório, mantiveram atividade reprodutiva durante o ano todo com pico entre setembro e dezembro (Bazzoli *et al.*, 1997). Narahara *et al.* (1988) estudando *Rhamdia hilarii*, definiram de setembro à dezembro como período reprodutivo, sendo novembro e dezembro o período de atividade mais intensa. Mintzer & Gonzo (1991) em *Pimelodus albicans* indicaram que a época reprodutiva se estendeu entre outubro e janeiro.

IV. 8 - Fatores abióticos e sua possível associação com o ciclo reprodutivo de *P. avanhandavae*.

No período das chuvas, podemos observar aumento nos valores de IGS para os indivíduos das duas populações. A associação (R^2) entre IGS e índices pluviométricos foi significativa apenas para o córrego da Barra Funda (figs. 14 e 15). A temperatura, pH, condutividade elétrica, turbidez, oxigênio dissolvido e alcalinidade variaram pouco durante o ano e não puderam ser associadas com o IGS médio para ambos os sexos no córrego da Figueira, o mesmo ocorrendo com o pH e a temperatura no córrego da Barra Funda (tab. IV e figs. 20 e 21); turbidez, alcalinidade, condutividade



elétrica e oxigênio dissolvido não foram avaliados para o córrego da Barra Funda.

Amaral *et al.* (1998), em *Pimelodella pappenheimi*, e Trajano (1991), em *Pimelodella kronei*, encontraram, respectivamente, aumento nos valores de IGS e do fator de condição associados ao período das chuvas.

As variações de temperatura em clima tropical, segundo Lowe-McConnel (1999), não apresentam ciclos de sazonalidade marcantes; o inverno é curto e as temperaturas são basicamente constantes o ano todo. Trajano (1991) estudando *Pimelodella kronei* em laboratório verificou que a espécie apresenta alto grau de tolerância à variações de temperaturas (13,5 – 25,0 °C).

IV. 9 – Comparação da fauna do córrego da Figueira em diferentes épocas.

A similaridade entre a ictiofauna do córrego da Figueira do período novembro de 1991 a novembro de 1992 e a do período outubro de 2002 a agosto de 2003, calculada pelo índice de Jaccard, foi de apenas 55%.

No primeiro período foram registradas 29 espécies e no segundo 27. As variações na composição da fauna nos dois períodos incluem o desaparecimento de 10 espécies (*Salminus hilari*, *Serrasalmus marginatus*,



Pyrrhulina australe, *Leporinus friderici*, *L. paranensis*, *L. striatus*, *Parodon nasus*, *Poecilia reticulata*, *Tilapia rendalli* e *Pimelodella avanhandavae*) e o aparecimento de sete (*Moenkhausia sanctaefilomenae*, *Erythrinus erythrinus*, *Cyphocharax vanderi*, *Aspidoras fuscoguttatus*, *Cichlasoma paranaense*, *Crenicichla britskii* e *Gymnotus carapo*) (tab. V).

As alterações na composição da ictiofauna do córrego da Figueira podem ser atribuídas às modificações na estrutura dos habitats que eram diversos, compostos por cachoeiras com pedras, poções profundos, corredores estreitos e mais profundos e vegetação marginal submersa mais abundante. Esses habitats tornaram-se menos diversos devido ao assoreamento que encobriu as áreas de cachoeiras, provocou alargamento ou estreitamento do leito, diminuiu a profundidade da coluna de água, provocando o desaparecimento de poções e abrigos marginais com vegetação submersa.

Embora não seja possível demonstrar quantitativamente a influência do assoreamento na composição da ictiofauna nos dois períodos, existem fortes evidências que corroboram essa idéia, entre elas o desaparecimento de espécies como *Pimelodella avanhandavae*, que ocupa poções e possui hábitos noturnos (Caramaschi, 1986; Bockmann & Guazzelli, 2003); *Leporinus friderici*, *L. paranensis* e *L. striatus* que dependem de águas mais volumosas principalmente rios e dependem de alimentação variada como esponjas, detritos, insetos e itens vegetais (Santos, et al. 1984;



Menezes & Vazzoler, 1992; Shibatta *et al.* 2002; Garavello & Britski, 2003) e *Parodon nasus* que ocupa lugares com fundo de rocha e água corrente raspando o epifiton (Pavanelli, 2003; Godoy, 1975). E o aparecimento de três espécies nunca registradas no local: *Gymnotus carapo*, *Aspidoras fuscoguttatus* e *Erythrinus erythrinus* que são espécies pouco exigentes em relação aos habitats, com respiração aérea acessória (Britski *et al.*, 1999; Campos da-Paz, 2003; Reis, 2003; Oyakawa, 2003; Araujo & Garutti, 2003 e Froeser & Pauly, 2003) e possivelmente indicadoras de ambientes em degradação. Mesmo dentre espécies que continuaram a ocupar o local, como vários loricariídeos, que são espécies reofilicas, possuem boca ventral suctória, se prendem em rochas em lugares com água corrente e possuem adaptações para a ocupação do substrato de fundo (Lowe-McConnell 1999), podem estar sofrendo pressões fortes do ambiente, pois corredeiras soterradas diminuem a oferta de perifiton. Exemplares capturados atualmente não atingem o mesmo tamanho e abundância dos registrados anteriormente na coleção DZSJRP do departamento de Zoologia e Botânica da UNESP de São José do Rio Preto.

Segundo informações da Casa da Agricultura de Urupês, as áreas de produção agrícola na região, inclusive nas zonas adjacentes onde está o córrego da Figueira, se constituíam de policulturas (milho, goiaba, limão, laranja e pastagem). Isto está sendo gradativamente substituído pela monocultura da cana de açúcar, que atualmente ocupa mais de 50% das



áreas produtivas da região. O solo de cultivo da cana de açúcar fica bastante exposto, permitindo o carreamento de partículas do solo principalmente durante o período das chuvas. Essas partículas são levadas em grandes quantidades ao leito dos riachos.

O assoreamento resulta na perda dos habitats aquáticos, já que os rios e riachos tornam-se mais homogêneos (rasos, estreitos e canalizados). As espécies nectônicas, não encontrando mais as condições adequadas de alimentação e reprodução, apresentam declínio da biodiversidade do sistema (Berkman & Rabeni, 1987 *apud* Barrella *et al.*, 2001), pois o assoreamento afeta a sobrevivência dos ovos e larvas, além de diminuir a densidade de presas no habitat alterado (Waters, 1997 *apud* Walters *et al.*, 2003). O assoreamento provoca também o rebaixamento do aquífero freático e a diminuição da quantidade de água que brota em seus mananciais, trazendo como consequência a diminuição na vazão de água, principalmente nas porções superiores das bacias hidrográficas (Barrella *et al.*, 2001).



V. – Conclusões

Pimelodella avanhandavae apresenta:

- Crescimento alométrico associado ao ambiente.
- Dimorfismo sexual de tamanho.
- Proporção sexual maior para as fêmeas.
- Tamanho de primeira maturação maior para as fêmeas.
- Fecundidade baixa associada ao Wt/CT.
- Desova total.
- Período reprodutivo associado ao das cheias.
- O assoreamento provoca alterações de microhabitats, o que pode afetar sítios reprodutivos e influenciar na composição das comunidades de peixes de riacho.



VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, M.F.; ARANHA J.M.R. & MENEZES, M.S. 1998. Reproduction of The Freshwater Catfish *Pimelodella pappenheimi* in Southern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, 33: 106-110.
- AMARAL, M.F.; ARANHA, J.M.R. & MENEZES, M.S. 1999. Age and Growth of *Pimelodella pappenheimi* (Siluriformes, Pimelodidae) from an Atlantic Forest Stream in Southern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 42(4): 449-453.
- ARAUJO, R.B. & GARUTTI, V. 2003. Ecology of a stream from upper Paraná river basin inhabited by *Aspidoras fuscoguttatus* Nijssen & Isbrucker, 1976 (Siluriformes, Callichthyidae). **Brazilian Journal of Biology**, 63(3): 363-372.
- ARAYA, P.; HIRT, L. & FLORES, S. 2003. Biología reproductiva y crecimiento de *Pimelodus clarias maculatus* (Lac., 1803) (Pisces, Pimelodidae) en la zona de influencia del embalse Yacyretá. **Ecologia Austral** 13:83-95.



AYRES M.; AYRES JR. M.; AYRES K.L. & SANTOS A.A.S., 2003.

BioEstat: Aplicações estatísticas nas área das ciências biológicas e médicas, versão 3.0, Sociedade Civil Mamirauá, Belém, 291 pp.

BARBOSA, J.M.; MORAES, M.N.; FERREIRA, A.E. & CAMPOS, E.C.

1988. Aspectos da estrutura populacional da mandiua *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Osteichthyes, Pimelodidae) na Represa Bariri, Rio Tietê, Estado de São Paulo. **Boletim do Instituto de Pesca**, 15(2): 123-133.

BARRELLA, W.; PETRERE JR., M.; SMITH, W.S & MONTAG, L.F. A.

2001. **As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes.** In.: Rodrigues, R.R. & Leitão-Filho, H.F. (eds.). *Matas ciliares: Conservação e Recuperação*, 2ª ed, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, pp 187-207.

BASILE-MARTINS, M.A.; GODINHO, H.M.; NARAHARA, M.Y.;

FENERICH-VERANI, N. & CIPÓLLI, M.N. 1986. Estrutura da população e distribuição espacial do mandi, *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Osteichthyes, Pimelodidae), de trechos dos rios Jaguari e Piracicaba, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, 13(1): 1-16.



BAZZOLI, N.; CANGUSSU, L.C.V. & RIZZO, E. 1997. Reprodução e desova de mandis *Pimelodus maculatus* e *Iheringichthys labrosus* (Pisces, Pimelodidae) nos reservatórios de Furnas, Marimbondo e Itumbiara. Bios. **Cadernos do Departamento de Ciências Biológicas da PUC Minas**, 5(5): 7-15.

BOCKMANN, F.A. & GUAZZELLI, G.M. 2003. **Family Heptapteridae (Heptapterids)**. In REIS, R.E; KULLANDER, S.O. & FERRARIS, C.J. (eds.) Check list of the freshwater fishes of South and Central America, EDIPUCRS, Porto Alegre, pp 406-431.

BÖHIKE, J.E.; WEITZMAN, S.H. & MENEZES, N.A. 1978. Estado atual da sistemática de peixes de água doce da América do Sul. **Acta Amazonica**, 8: 657-677.

BRITTO, M.F.G. & BAZZOLI, N. 2003. Reproduction of the surubin catfish (Pisces, Pimelodidae) in the São Francisco River, Pirapora Region, Minas Gerais. Brazil. **Arquivos Brasileiros Medicina Veterinária Zootecnia**, 55(5): 624-633.



BRITSKI, H.A.; SILIMON, K.Z.S. & LOPES, B.S. 1999. **Peixes do Pantanal. Manual de identificação**. Brasília: Embrapa – SPI, Corumbá: Embrapa – CPAP, 184p.

BRITSKI, H.A.; SATO, Y. & ALBERT, B.S.R. 1988. **Manual de identificação de peixes da região de Três Marias**. Ministério da Irrigação, Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF), Brasília, 3ª edição, 115 p.

CAMPOS-DA-PAZ, R. 2003. **Family Gymnotidae (Naked-back knifefishes)**. In REIS, R.E; KULLANDER, S.O. & FERRARIS, C.J. (eds.) Check list of the freshwater fishes of South and Central America, EDIPUCRS, Porto Alegre, pp 483-486.

CARAMASCHI, E.P. 1986. **Distribuição da ictiofauna de riachos das Bacias do Tietê e do Paranapanema, junto ao divisor de águas (Botucatu, SP)**. Tese de doutorado, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, São Carlos, 245 p.



CASTRO, R.M.C., CASATTI, L., SANTOS, H.F., MELO, A.L.A., MARTINS, L.S.F., FERREIRA, K.M., GILBRAN, F.Z., BENINE, R.C., CARVALHO, M., RIBEIRO, A.C. ABREU, T.X., BOCKEMANN, F.A., PELIÇÃO, G.Z., STOPLIGIA, R. & LANGENI, F. 2004 Estrutura e composição da ictiofauna de riachos da bacia do Rio Grande no estado de São Paulo, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, 4(1):1–38.

DAJOZ, R. 1973. **Ecologia Geral**. Vozes/Edusp, 2ª edição, São Paulo, 474 p.

DEI TOS C.; BARBIERI, G.; AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C. & SUZUKI, H. I. 2002. Ecology of *Pimelodus maculatus* (Siluriformes) in the Corumbá Reservoir, Brazil. **Cybium**, 26(4): 275-282.

DORIA, C.R. & ANDRIAN, I.F. 1997. Variation in energy content of somatic and reproductive, tissues related to the reproductive cycle and feeding of female *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes, Pimelodidae) and *Schizodon borelli* Boulenger, 1895 (Characiformes, Anostomidae). **UNIMAR**, 19(2): 421-437.



FOWLER, H.W. 1951. Os peixes de água doce do Brasil. **Arquivos de Zoologia do Estado de São Paulo**, 6: 534-552.

FROESE, R. & PAULY, D. (eds.). 2003. **FishBase**. World Wide Web Electronic Publication. 26.URL: **http://: www.fishbase.org** <Acesso em iii a xi/2004>

GARAVELLO, J.C. & BRITSKI, H.A. 2003. **Family Anostomidae (Headstanders)**. In REIS, R.E; KULLANDER, S.O. & FERRARIS, C.J. (eds.) Check list of the freshwater fishes of South and Central America, EDIPUCRS, Porto Alegre, pp 72-86.

GARUTTI, V. 1983. **Distribuição longitudinal da ictiofauna do córrego da Barra Funda, bacia do Paraná**. Dissertação de mestrado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 172p.

GODOY, M.P. 1975. **Peixes do Brasil, subordem Characoidei, Bacia do rio Mogi Guassu**. Editora Franciscana, 1ª ed., Piracicaba, 11: 217-398.



GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S. & OHNSTAD, M.A.M. 1978.

Methods for physical and chemical analysis of freshwater.

Blackwell Sci. Publ., 213 p.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia). 1972a Folha SF-22 - X - I-1

Urupês. Mapa escala 1:50.000.000. Primeira Edição IBGE.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia). 1972a Folha SF-22 - X - B-IV-1

Nova Granada. Mapa escala 1:50.000.000. Primeira Edição IBGE.

LE CREN, E.D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in

gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). **Journal**

Animal Ecology, 20(2):201-219.

LOWE-McConnel, R.H. 1999. **Estudos Ecológicos de Comunidades de**

Peixes tropicais. EDUSP, 534 p.

MENEZES, N.A. & VAZZOLER, A.E.A.M. 1992. **Reproductive**

Characteristics of Characiformes. In HAMLETT, W.C. (ed.),

Reproductive Biology of South American Vertebrates, pp.60-70.



MINTZER, R.V.V. & GONZO, G.M. 1991. Ciclo sexual y fecundidad de *Pimelodus albicans* (Valenciennes, 1840) (Pisces: Siluriformes; Pimelodidae), de la Provincia de Salta. **Revista de la Asociacion de Ciencias Naturales del Litoral**. 22(2):19-34.

MUNRO, A.D.; SCOTT, A.P. & LAM, T.J. 1990. **Reproductive Seasonality in Teleostes: Environmental Influences**. CRC Press, Inc., Flórida, 253 p.

NARAHARA, M.Y.; BASIKLE-MARTINS, M.A.; GODINHO, H.M. & CIPÓLI, M.N. 1988. Escala de maturidade, época de reprodução e influência de fatores abióticos sobre o desenvolvimento gonadal de *Rhamdia hilarii* (Valenciennes, 1840). **Boletim do Instituto de Pesca**, 15(2): 201-211.

NARAHARA, M.Y.; GODINHO M.H. & ROMAGOSA, E. 1989. Tipo de desova e fecundidade do bagre, *Rhandia hilarii* (Valenciennes, 1840) (Siluriformes, Pimelodidae). **Boletim do Instituto de Pesca**, 16(1):37-45.



ORSI, M.L.; SHIBATTA, O.A.; BENNEMANN, A.T. & SILVA-SOUZA, A. 2002. **Caracterização biológica de populações de peixes do rio Tibagi, localidade de Sertanópolis**. In: MEDRI, M.E.; BIANCHINI, E.; SHIBATTA, O.A. & PIMENTA, J.A. (eds.), A Bacia do Rio Tibagi, Londrina, pp 425-432

OYAKAWA, O.T. 2003. **Family Erythrinidae (Trahiras)**. In: REIS, R.E; KULLANDER, S.O. & FERRARIS, C.J. (eds.) Check list of the freshwater fishes of South and Central America, EDIPUCRS, Porto Alegre, pp 238-240.

PARKER, R.R. 1963. Effects of Formalin on Length and Weigth of Fishes. **Journal fisheries research board of Canadá**, 20(6): 1441-1455.

PAVANELLI, C.S. 2003. **Family Parodontidae (Parodontids)**. In: REIS, R.E; KULLANDER, S.O. & FERRARIS, C.J. (eds.) Check list of the freshwater fishes of South and Central America, EDIPUCRS, Porto Alegre, pp 46-50.



REIS, R. E. 2003. **Family Callichthyidae (Armored catfishes)**. In REIS, R.E; KULLANDER, S.O. & FERRARIS, C.J. (eds.) Check list of the freshwater fishes of South and Central America, EDIPUCRS, Porto Alegre, pp 291-309.

RICKLEFS, R.E. 1993. **A economia da natureza**. Editora Guanabara Koogan, 3ª edição, 470 p.

SABINO, S. & CASTRO, R.M.C. 1990. Alimentação, Período de Atividades e Distribuição Espacial dos Peixes de um Riacho da Floresta Atlântica (Sudeste do Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, 50(1): 23-36.

SANTOS, G.M.; JÉGU, M. & MERONA, B. 1984. **Catálogo de peixes comerciais do baixo rio Tocantins; Projeto Tucuruí**. Manaus: Eletronorte: INPA; 1. ed, Brasília, DF: CNPq, 83 p., il.

SANTOS, J.E.; BAZZOLI, N.; RIZZO, E. & SANTOS, G.B. 2004. Reproduction of the catfish *Iheringichthys labrosus* (Lutken) (Pisces, Siluriformes) in Furnas reservoir, Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 21(2): 193-200.



- SATO, Y.; FENEICH-VERANI, J.; GODINHO, H.P. & SAMPAIO, E.V. 1999. Reproductive traits of the yellow-mandi catfish *Pimelodus maculatus* Lacépède (Osteichthyes, Siluriformes) in captive breeding. **Revista Brasileira de Zoologia**. 16(4): 981-986.
- SHIBATTA, O.A.; ORSI, M.L.; BENNEMANN, A.T. & SILVA-SOUZA, A. 2002. **Diversidade e distribuição de peixes na bacia do rio Tibagi**. In MEDRI, M.E.; BIANCHINI, E.; SHIBATTA, O.A. & PIMENTA, J.A. (eds.), A Bacia do Rio Tibagi, Londrina, pp 403-423.
- SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J. 1981. **Biometry**. W.H.Freeman, New York, 859 p.
- TRAJANO E. 1991. Population Ecology of *Pimelodella kronei*, troglobitic catfish from Southeastern Brazil (Siluriformes, Pimelodidae). **Environmental Biology of Fishes**, 30: 407-421
- TRAJANO E.; REIS, R.E. & BICHUETTE, M.E. 2004. *Pimelodella spilaea*: a New Cave Catfish from Central Brazil, with Data on Ecology and Evolutionary Considerations (Siluriformes: Heptapteridae). **Copeia**, 5(2): 315-325.



VARI, R.P. & MALABARBA, L.R. 1998. **Neotropical Ichthyology: An Overview**. In: MALABARBA, L.R.; REIS, R.E.; VARI, R.P., LUCENA, Z.M.S. & LUCENA, C.A.S. (eds.), *Phylogeny and classification of Neotropical Fishes*, EDIPUCRS, Porto Alegre, pp 1-11.

VAZZOLER, A.E.A.M. 1981. **Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes: reprodução e crescimento**. Brasília, CNPq-Programa Nacional de Zoologia, 108 p.

VAZZOLER, A.E.A.M. 1983. Comportamento reprodutivo em peixes de água doce. In **Etologia**, Anais do 1º Encontro Paulista de Etologia, Jaboticabal, SP, pp. 195-207.

WALTERS, D.M.; LEIGH, D.S. & BEARDEN, A.B. 2003. Urbanization, sedimentation, and the homogenization of fish assemblages in the Etowah River Basin. **Hydrobiologia**, 494: 5-10.



VII. ANEXOS

Tabela I - Estádios de maturação gonadal de machos de *Pimelodella
avanhandavae* segundo Vazzoler, (1981).

Estádio	Características
Imaturo (macho I)	Testículos de tamanho reduzido, translúcidos, com evaginações identificadas macroscopicamente com o auxílio de uma pinça.*
Em Maturação (macho II)	Testículos em desenvolvimento, esbranquiçados, com evaginações e tecido adiposo facilmente identificadas macroscopicamente. *
Maduro (macho III)	Testículos volumosos, esbranquiçados, com evaginações visíveis a olho nu.*
Esgotado (macho IV)	Testículos flácidos, com evaginações que começam a diminuir em relação ao estágio III.*
Em repouso (macho V)	Diferenciados do estágio I por apresentar revestimento dos testículos mais espesso pelo e tamanho de primeira maturação sexual (maiores de 64 mm).*

*dispostos lateralmente na cavidade abdominal.



Tabela II - Estádios de maturação gonadal de Fêmeas de *Pimelodella avanhandavae* segundo Vazzoler, (1981).

Estádio	Características
Imaturo (Fêmea I)	Ovários delgados de tamanho reduzido, translúcidos, ovócitos não visíveis a olho nu.*
Em Maturação (Fêmea II)	Ovários esbranquiçados, ovócitos visíveis macroscopicamente, tecido adiposo abundante na cavidade abdominal. *
Maduro (Fêmea III)	Ovários volumosos, com ovócitos amarelados em tamanhos desiguais.*
Esgotado (Fêmea IV)	Ovários flácidos, com poucos ovócitos amarelados em tamanhos desiguais em menor quantidade em relação ao estágio III.*
Em repouso (Fêmea V)	Diferenciados do estágio I por apresentar revestimento do ovário mais espesso e tamanho de primeira maturação sexual (maiores de 64 mm).*

*dispostos lateralmente na cavidade abdominal.



Tabela III - Caracteres morfométricos dos exemplares do córrego da Barra Funda.

♂ (n=58)				♀ (n=92)		
	Mínimo- Máximo	Média	Desvio Padrão	Mínimo- Máximo	Média	Desvio Padrão
CT*	48,9-111,4	67,52	14,29	54,2-111,5	75,82	15,37
CP*	39,4-94,6	59,94	11,77	45,7-92,9	61,98	3,17
AIC*	6,7- 20,4	11,68	1,75	7,6-19,8	11,84	12,63
P**	0,531-10,29	2,11	1,85	0,6806-8,170	3,03	2,13

córrego da Figueira

♂ (n=69)				♀ (n=136)		
CT*	48,4-76,7	65,58	5,64	46,9-120,6	68,53	8,59
CP*	40,4-63,9	5,62	4,75	38,9 – 99,3	56,33	7,07
AIC*	7,0-11,8	9,65	11,8	6,6 – 21,0	10,00	1,76
P**	0,824-3,266	2,07	0,51	0,692-12,713	2,48	1,19

* Medidas (mm)

** Pesagens (g)



Tabela IV - Parâmetros ambientais e índice de correlação (R²) com o IGS para o córrego da Barra Funda e córrego da Figueira.

Parâmetros ambientais	Córrego da Barra Funda		Córrego da Figueira	
	mín. e máx.	R ²	mín. e máx.	R ²
Pluv. (mm)	0 - 330	♀=0,8316* ♂=0,8046*	0 - 212	♀=0,4147 ♂=0,3467
Temp. (°C)	19 -28	♀=0,1379 ♂=0,2563	19 - 28	♀=0,2888 ♂=0,3269
Cond. (µS/cm)	-	-	37 - 57	♀=0,0368 ♂=0,1432
OD (mg/l)	-	-	6 - 14	♀=0,0397 ♂=0,0261
Turb. (F.T.U)	-	-	12 - 70	♀=0,1717 ♂=0,2657
Alcal. (mg/l)	-	-	23 - 94	♀=0,0505 ♂=0,0171
pH	5,0 – 6,0	♀=0,0118 ♂=0,0486	7,6 – 8,7	♀=0,004 ♂=0,0041

*correlação positiva



Tabela V - Lista das espécies coletadas no córrego da Figueira

Espécies	Períodos	
	1991-1992	2002-2003
<i>Astyanax altiparanae</i> Garutti & Britski, 2000	X	X
<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	X	X
<i>Hyphessobrycon eques</i> (Steindachner, 1882)	X	X
<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i> (Steindachner, 1907)		X
<i>Piabina argentea</i> Reinhardt, 1866	X	X
<i>Serrapinnus notomelas</i> (Eigenmann, 1915)	X	X
<i>Serrapinnus heterodon</i> (Eigenmann, 1915)	X	X
<i>Salminus hilarii</i> Valenciennes, 1849	X	
<i>Oligosarcus pintoii</i> Campos, 1945	X	X
<i>Serrasalmus marginatus</i> Valenciennes, 1847	X	
<i>Characidium zebra</i> Eigenmann, 1909	X	X
<i>Erythrinus erythrinus</i> (Block & Schneider, 1801)		X
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	X	X
<i>Pyrrhulina australe</i> Eigenmann & Kennedy, 1903	X	
<i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1794)	X	
<i>Leporinus paranensis</i> Garavello & Britski, 1987	X	
<i>Leporinus striatus</i> Kner, 1859	X	
<i>Cyphocharax vanderi</i> (Britski, 1980)		X
<i>Steindachnerina insculpta</i> (Fernández-Yépez, 1948)	X	X
<i>Parodon nasus</i> Kner, 1859	X	
<i>Imparfinis mirini</i> Haseman, 1911	X	X
<i>Pimelodella avanhandavae</i> Eigenmann, 1917	X	
<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	X	X
<i>Aspidoras fuscoguttatus</i> Nijssen & Isbrucker, 1976		X
<i>Corydoras aeneus</i> (Gill, 1858)	X	X
<i>Hypostomus ancistroides</i> (Ihering, 1911)	X	X
<i>Hypostomus hermanni</i> (Ihering, 1905)	X	X
<i>Hypostomus variipictus</i> (Ihering, 1911)	X	X
<i>Hisonotus francirochai</i> (Ihering, 1928)	X	X
<i>Phalloceros caudimaculatus</i> (Hensel, 1868)	X	X
<i>Poecilia reticulata</i> Peters, 1859	X	
<i>Cichlasoma paranaense</i> Kullander, 1983		X
<i>Crenicichla britskii</i> Kullander, 1982		X
<i>Tilapia rendalli</i> (Boulenger, 1897)	X	
<i>Gymnotus carapo</i> Linnaeus, 1758		X

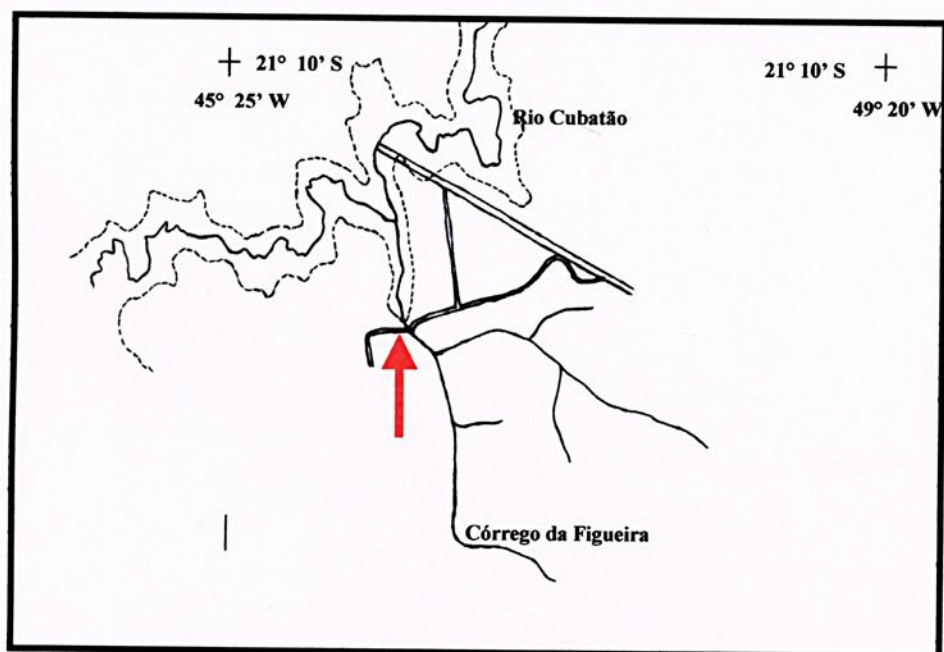
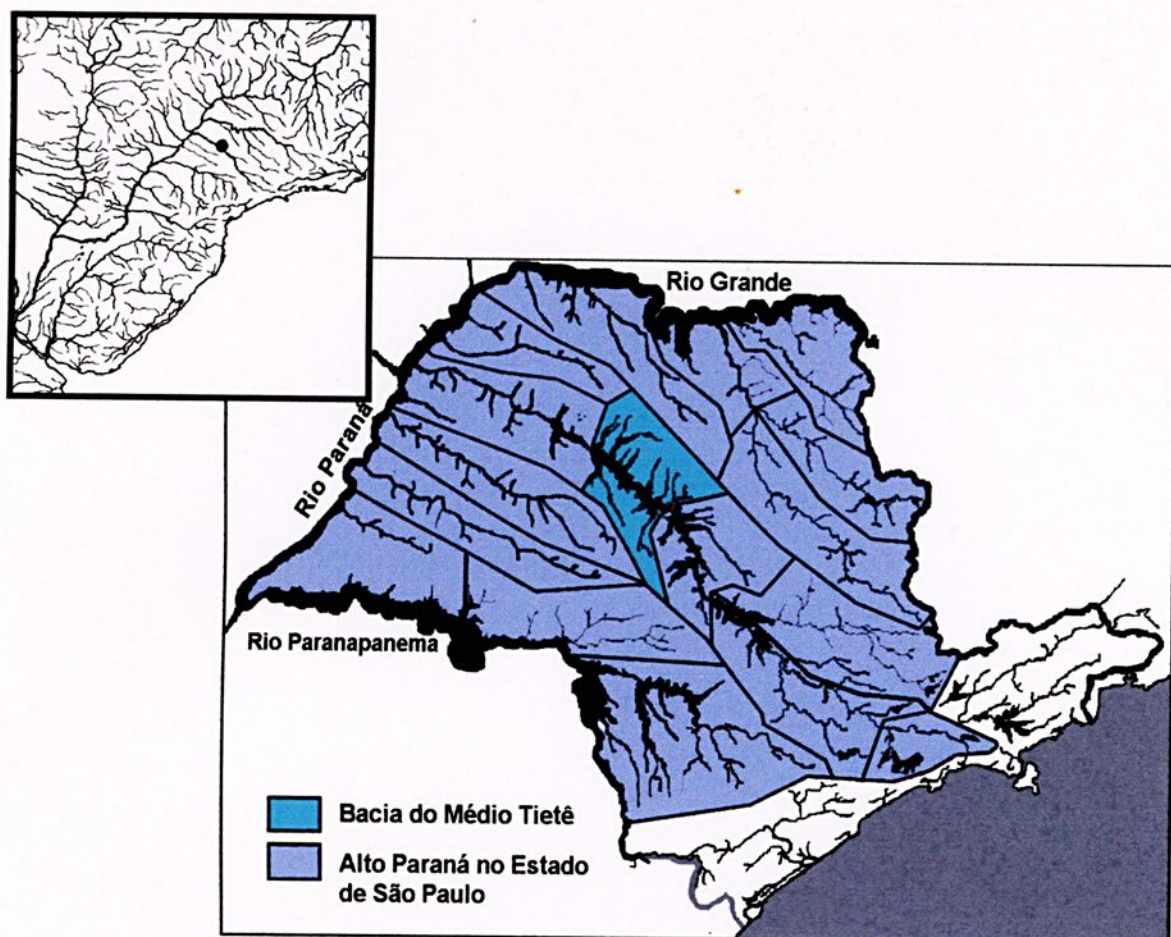


Figura 01. Localização do córrego da Figueira no Sul da América do Sul, 46 estado de São Paulo e na Bacia do Rio Tietê. (seta vermelha = ponto de coleta).



Figura 02. Pontos amostrados no córrego da Figueira, Afluente do Rio Tietê, no período de abril de 1991 a março de 1992. 47
A=cachoeira; B= corredeira C= corredor D = canal estreito.

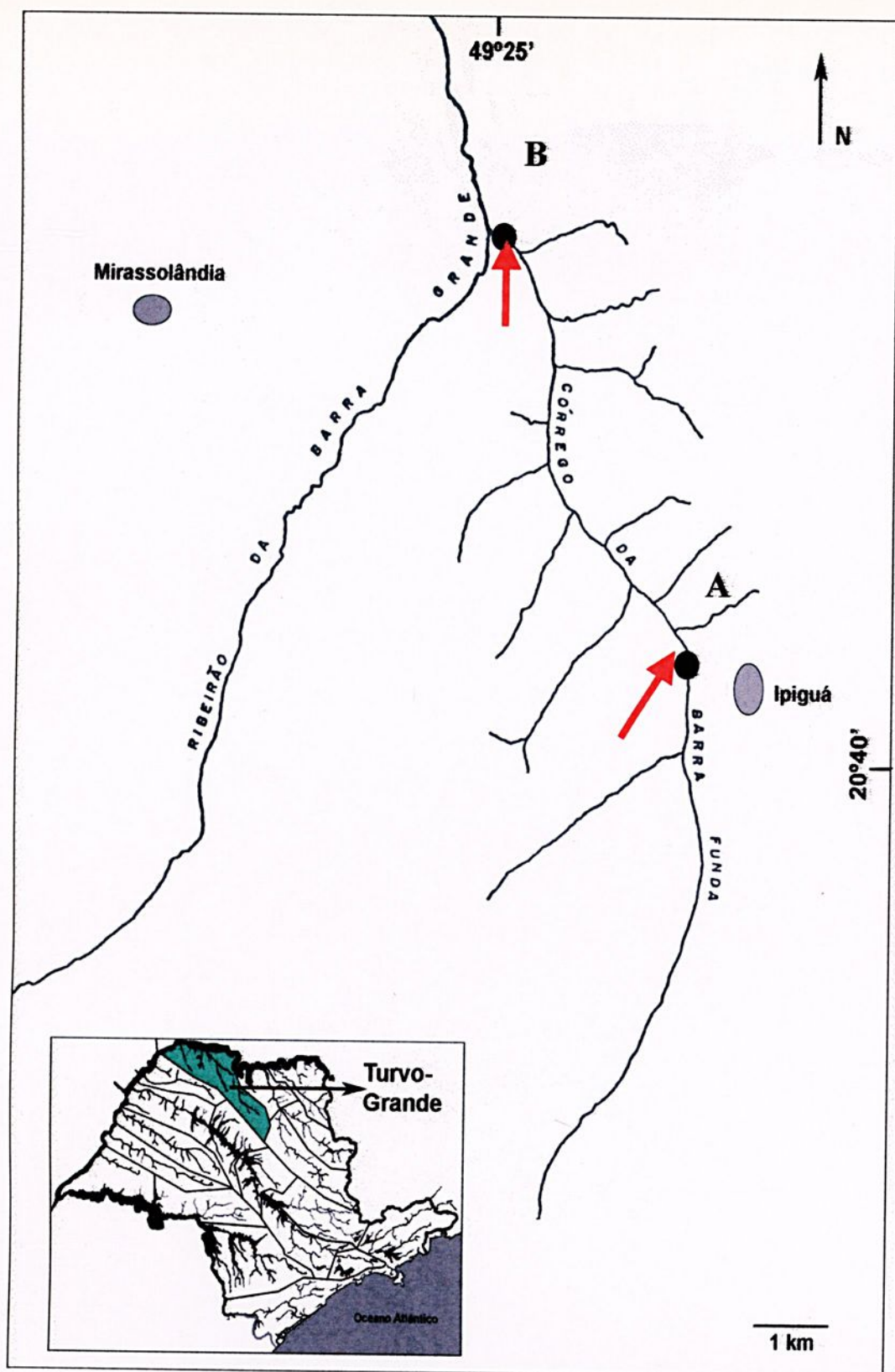


Figura 03. Localização do córrego da Barra Funda no estado de São Paulo e na Bacia do Rio Grande : A= curso médio; B=desembocadura. (seta vermelha = ponto de coleta).

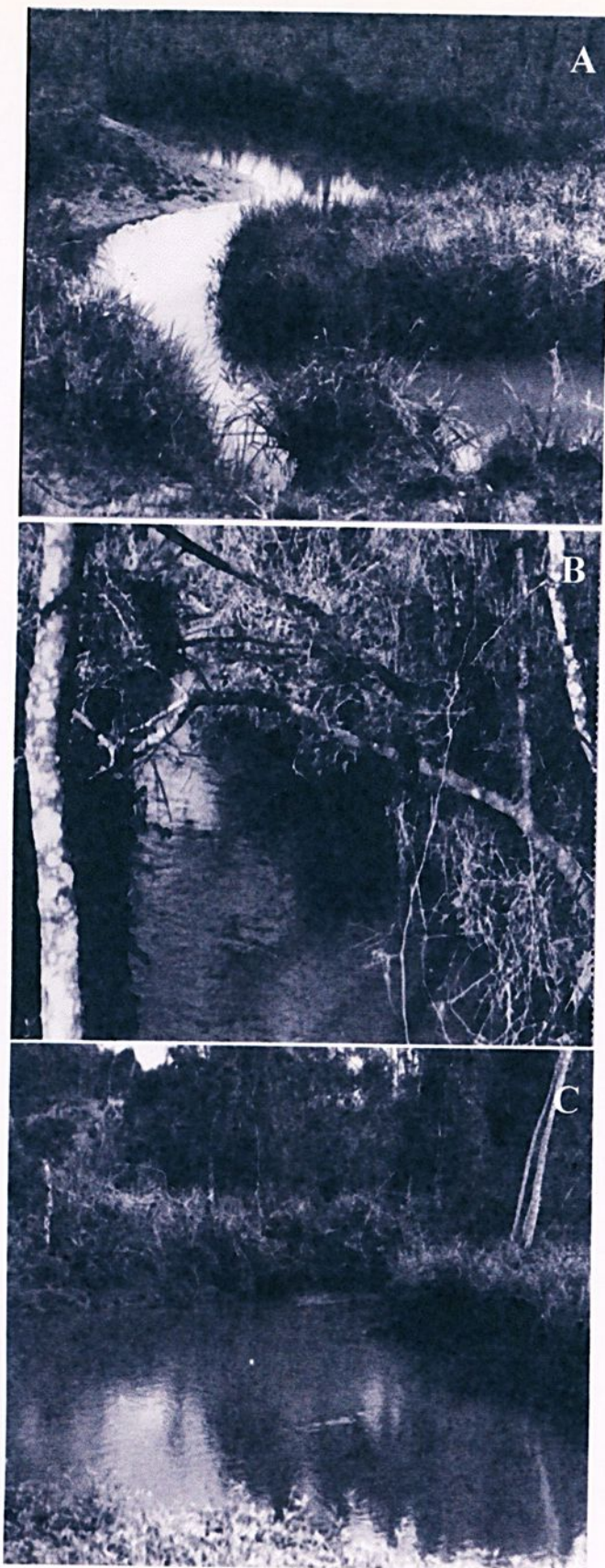


Figura 04. Pontos amostrados no córrego da Barra Funda, Afluente do Rio Grande, de março de 1980 a fevereiro de 1981 A = curso médio; B e C = desembocadura.

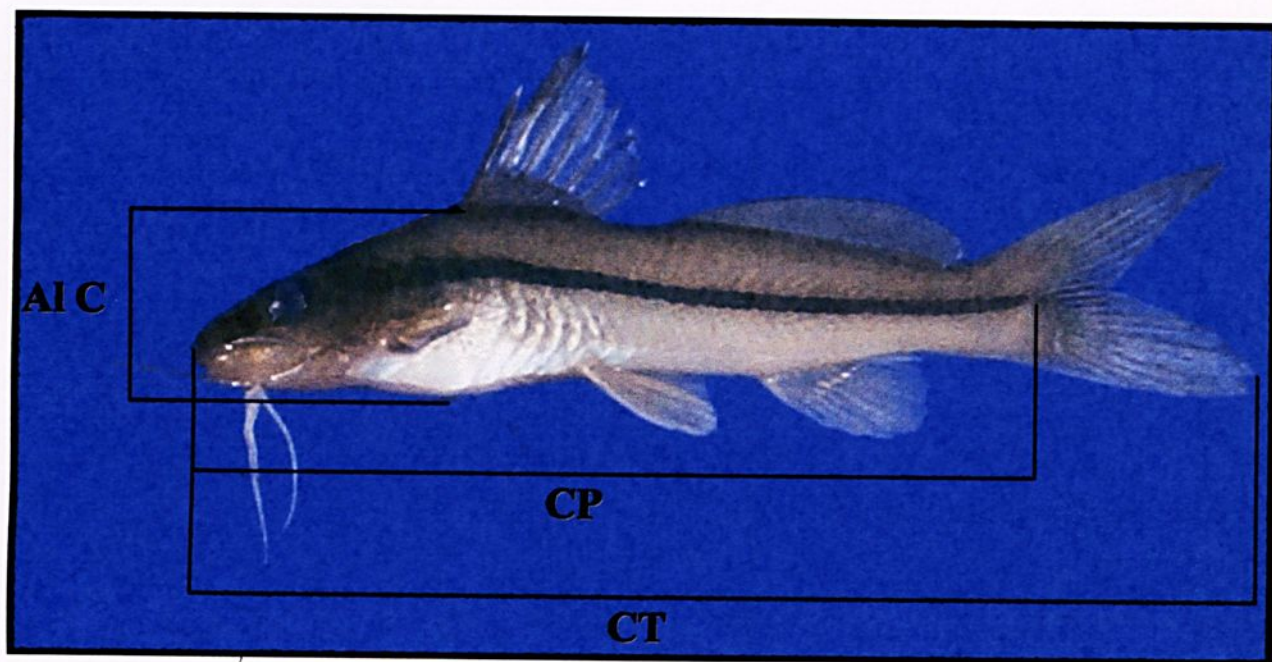


Figura 05. *Pimelodella avanhandavae* Eigenmann, 1917; procedente do Ribeirão Santa Bárbara, Turiúba - SP; 18/viii/2000; CT= 56,5; DZSJRP 4332; AIC+ Altura do Corpo, CP= Comprimento Padrão, CT= Comprimento Total.



T. 1424/05



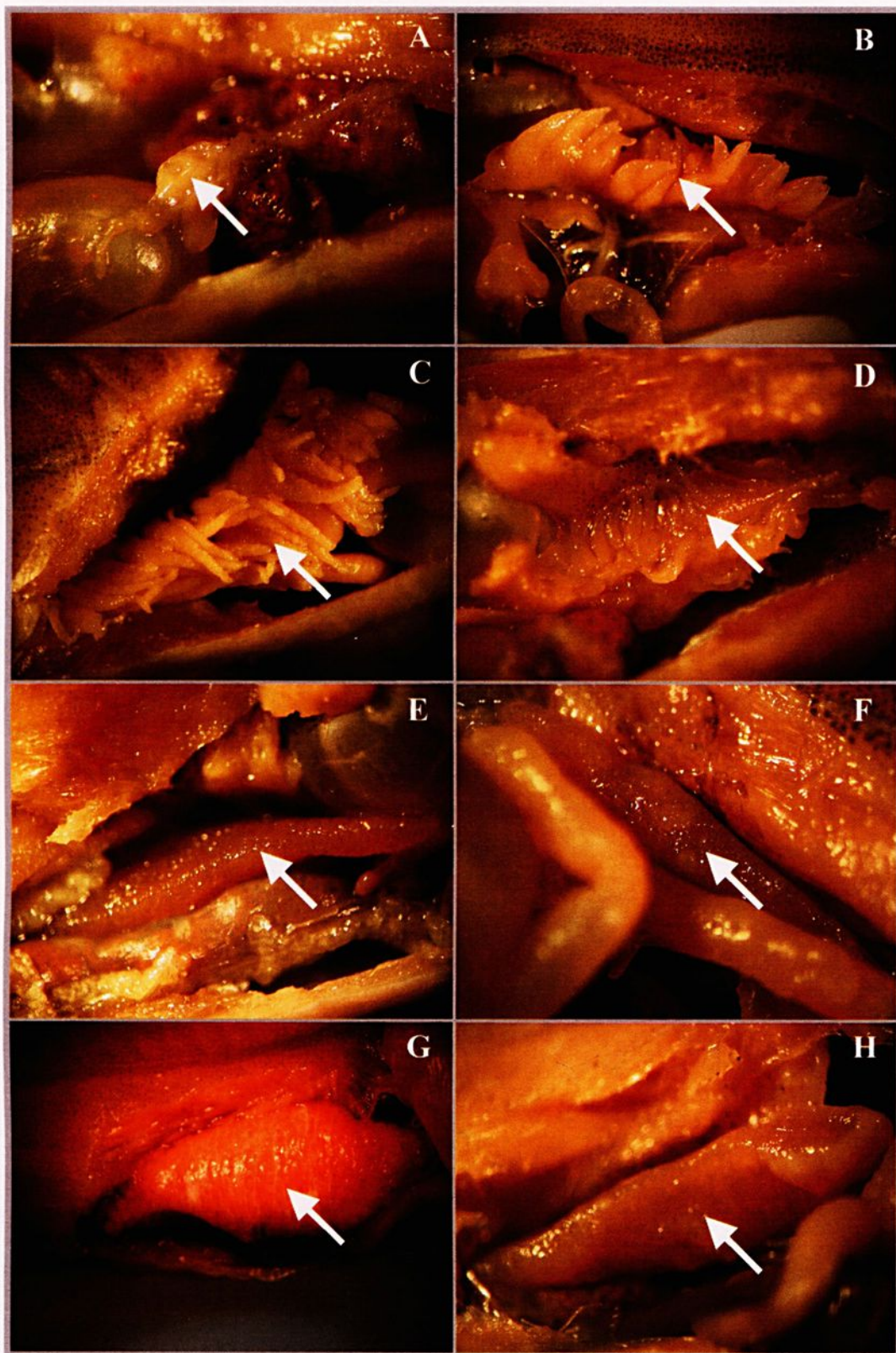


Figura 06. Estádios de maturação gonadal - *Pimelodella avanhandavae*; córrego da Barra Funda. A: DZSJRP 1242; macho I (Cg = 8,9; CT = 60,8); B: DZSJRP 1199; macho II (Cg = 12,8; CT = 56,7); C: DZSJRP 1247; macho III (Cg = 19,1; CT = 95,9); D: DZSJRP 1243; macho IV (Cg = 12,1; CT = 86,8); E: DZSJRP 1242; fêmea I (Cg = 10,4; CT = 95,5); F: DZSJRP 1205; fêmea II (Cg = 8,9; CT = 111,5); G: DZSJRP 1236; fêmea III (Cg = 19,5; CT = 99,3); H: DZSSJRP 1205; fêmea IV (Cg = 10,2; CT = 90,5). Cg = comprimento gonadal (mm) e CT = comprimento total (mm).

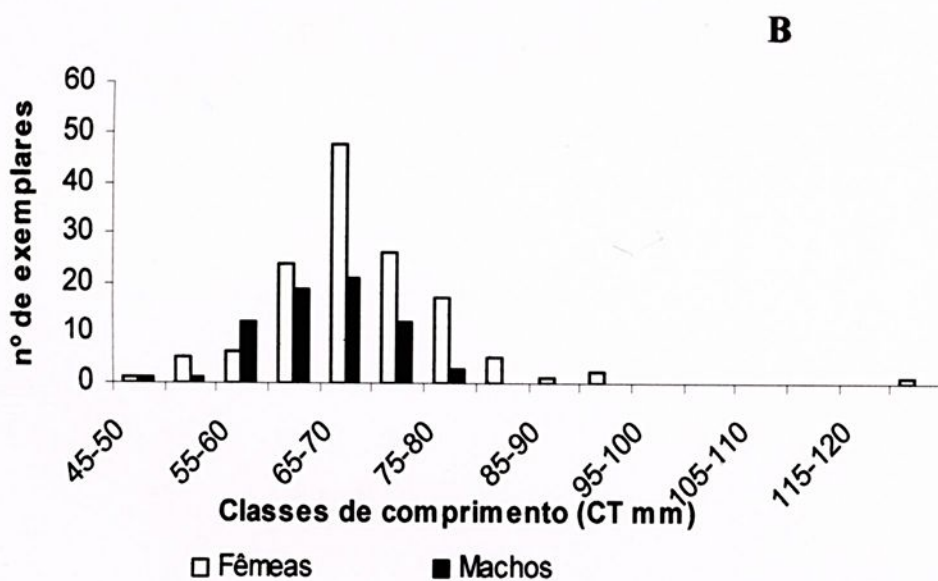
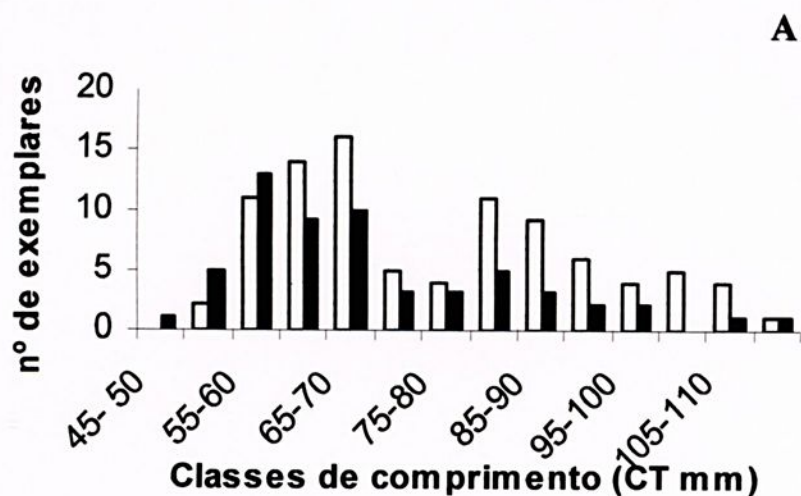


Figura 07. Distribuição da frequência de indivíduos de *Pimelodella avanhandavae* por classe de comprimento total (CT mm): A - córrego da Barra Funda; B - córrego da Figueira.

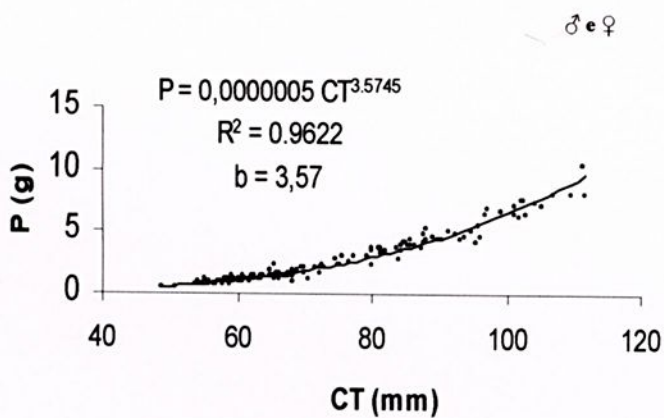
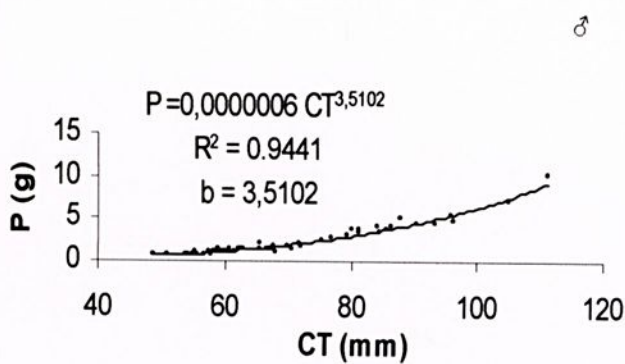
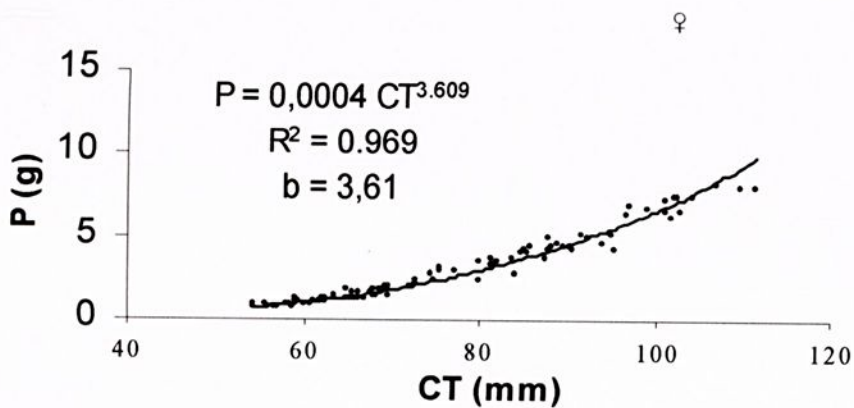


Figura 08. Relação peso total (P)/comprimento total (CT) de *Pimelodella avanhandavae* do córrego da Barra Funda.

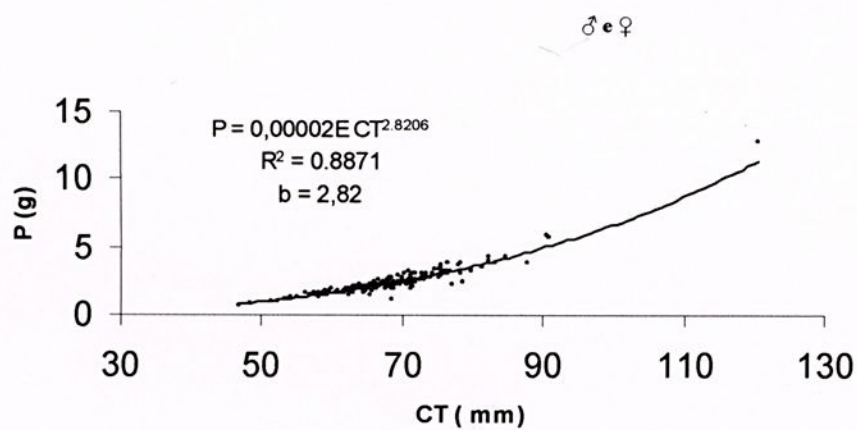
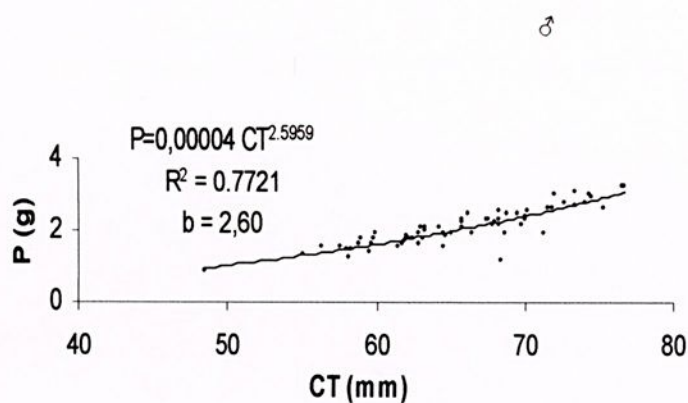
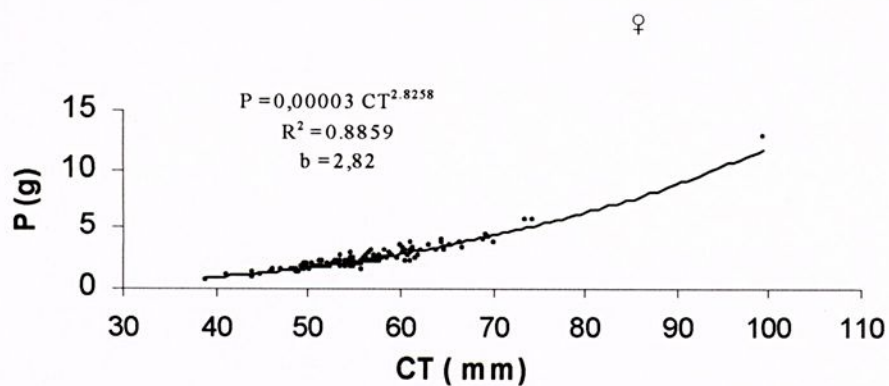
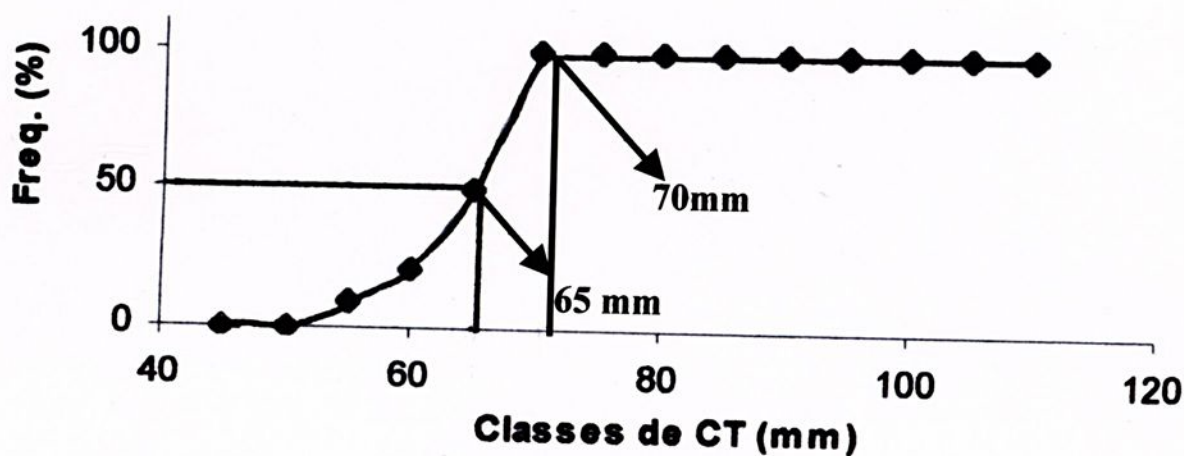
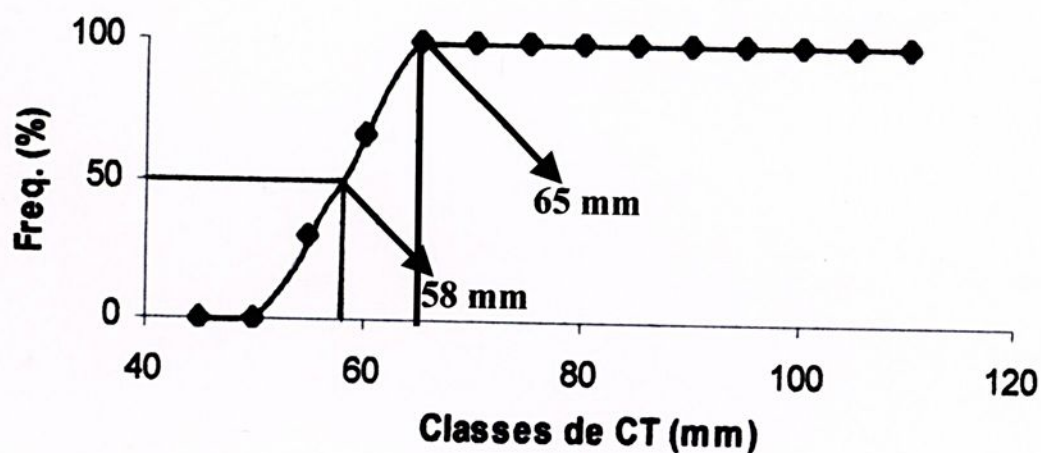


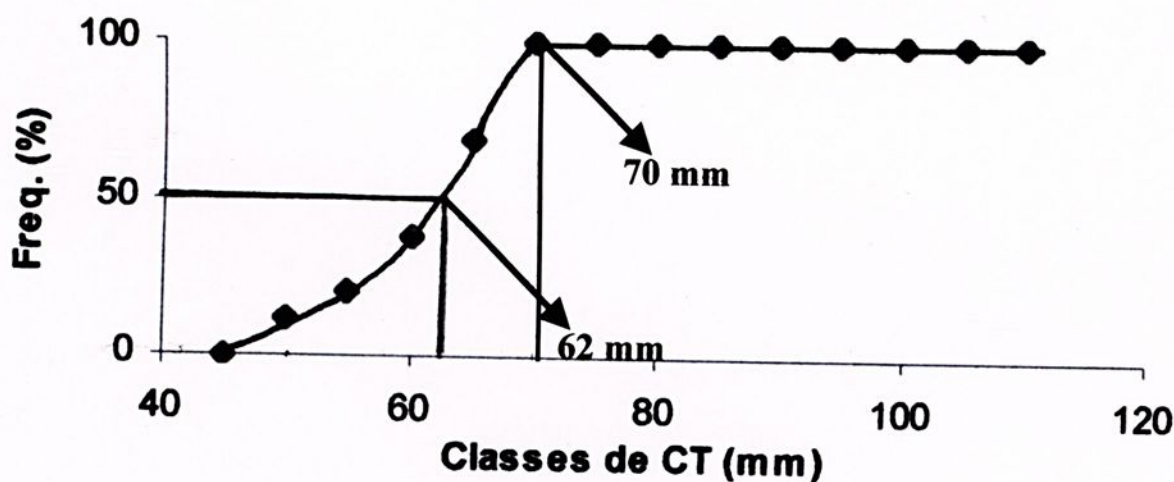
Figura 09. Relação peso total (P)/comprimento total (CT) de *Pimelodella avanhandavae* do córrego da Figueira.



◆ Fêmeas



◆ Machos



◆ Machos e Fêmeas

Figura 10. Comprimento médio da primeira maturação sexual de *Pimelodella avanhandavae*, córrego da Barra Funda.

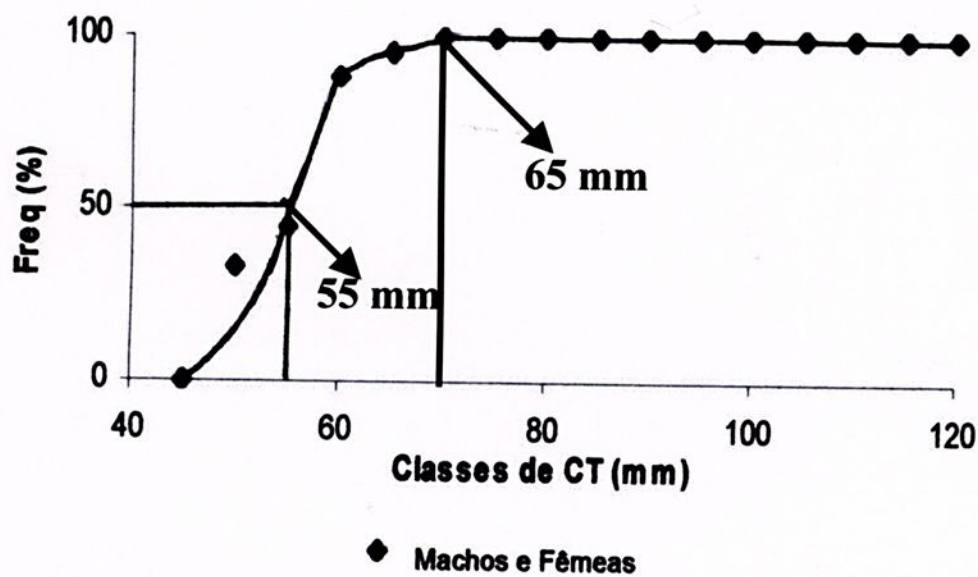
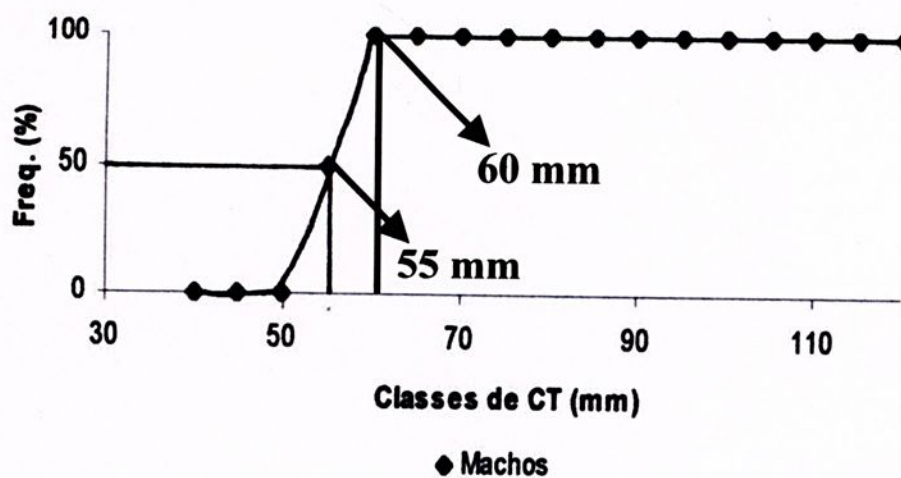
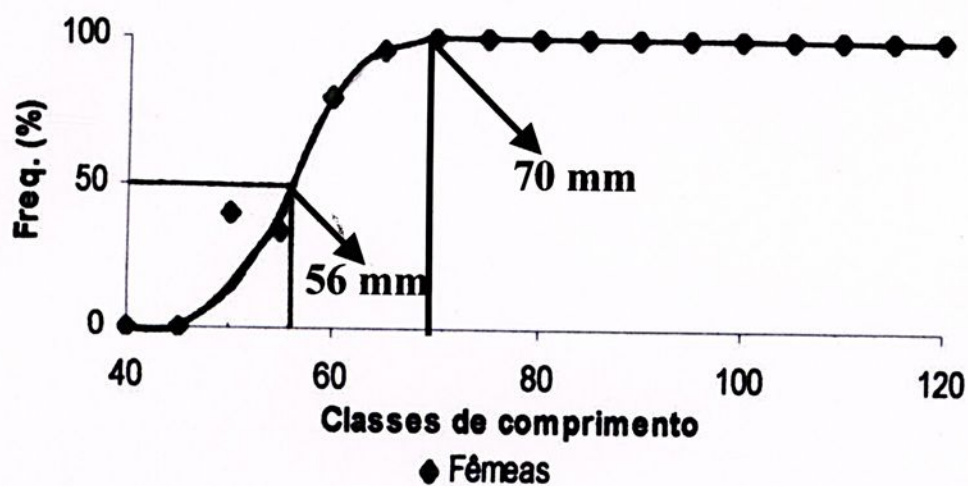


Figura 11. Comprimento médio da primeira maturação sexual *Pimelodella avanhandavae*, córrego da Figueira.

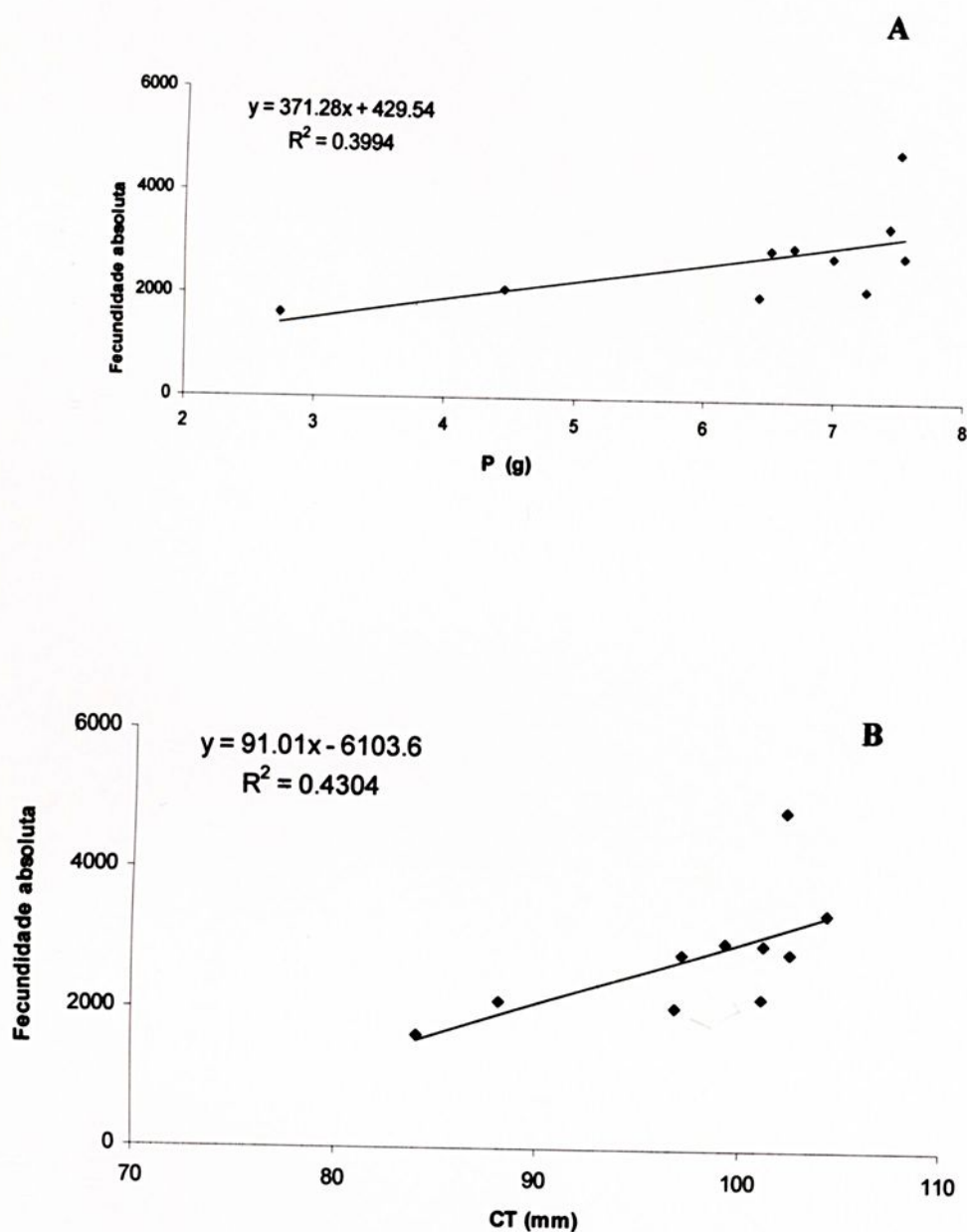


Figura 12. Fecundidade de *Pimelodella avanhandavae* do córrego da Barra Funda: A= fecundidade em relação ao comprimento total (CT) e B= fecundidade em relação ao peso total (P).

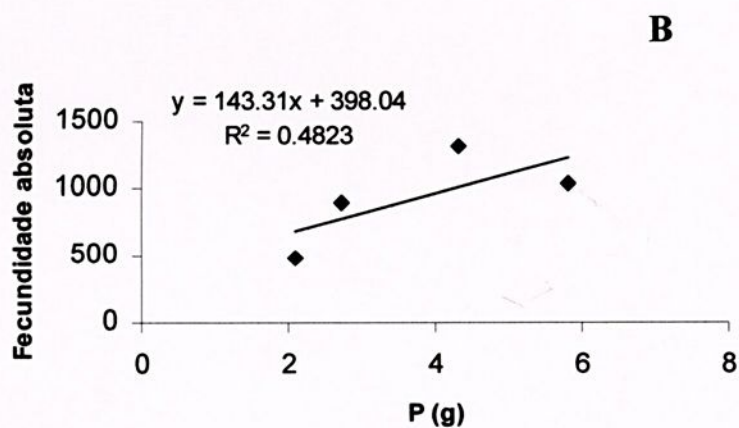
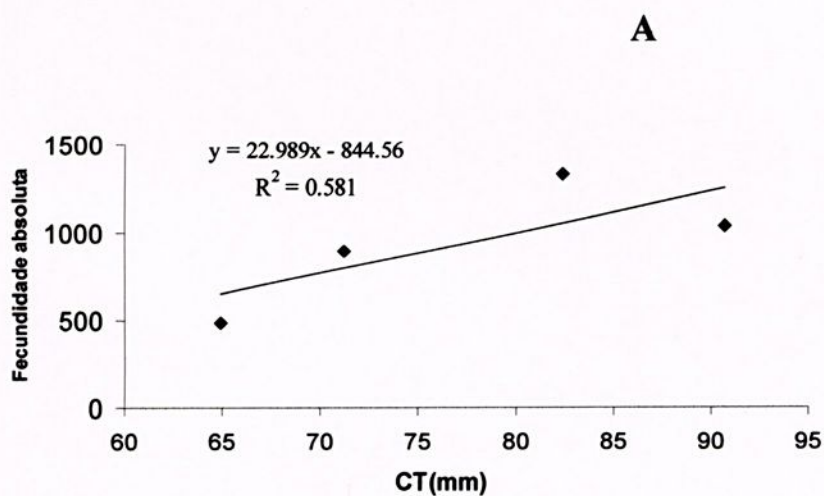


Figura 13. Fecundidade de *Pimelodella avanhandavae* do córrego da Figueira: A= fecundidade em relação ao comprimento total (CT) e B= fecundidade em relação ao peso total (P).

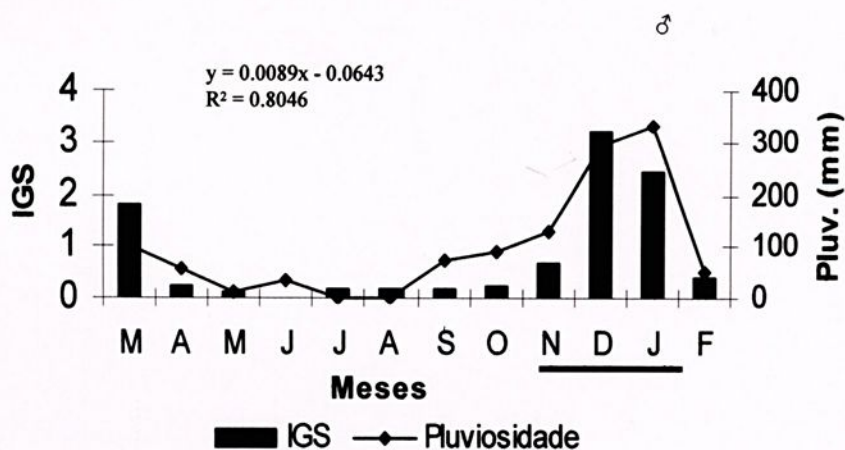
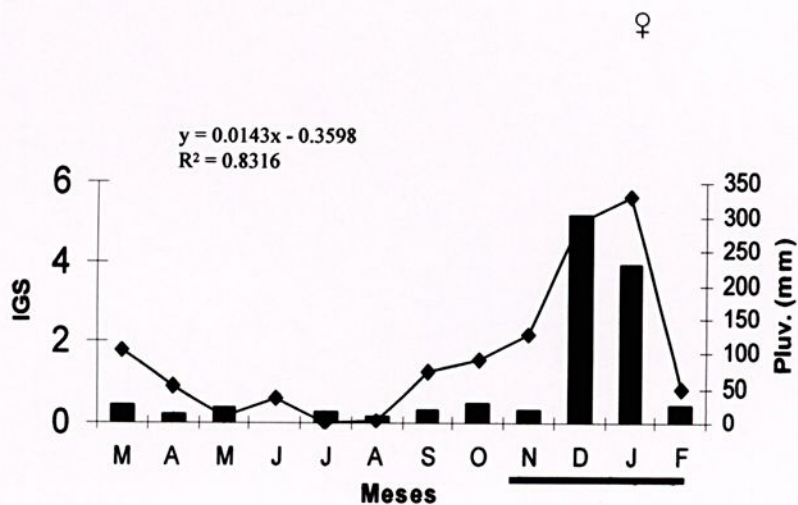


Figura 14. Variações do IGS e da pluviosidade do córrego da Barra Funda entre março de 1980 e fevereiro de 1981 (barra = período reprodutivo de *Pimelodella avanhandavae*).

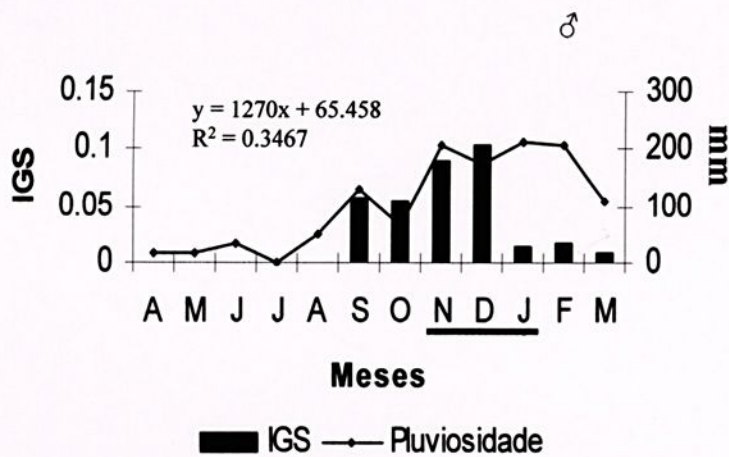
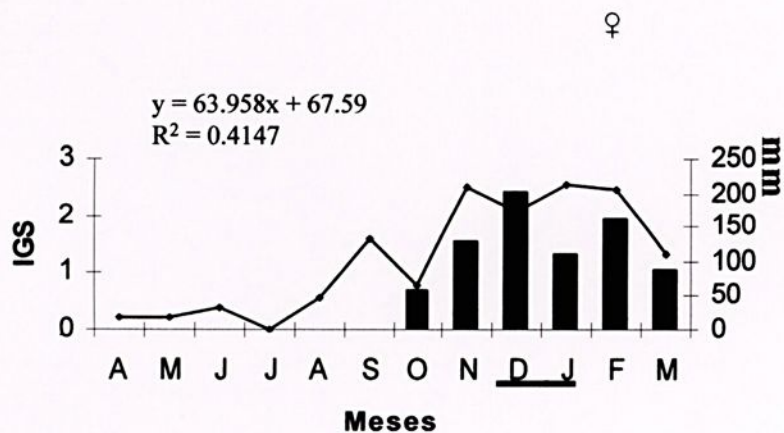


Figura 15. Variações do IGS e da pluviosidade do córrego da Figueira entre abril de 1991 e março de 1992 (barra = período reprodutivo de *Pimelodella avanhandavae*).

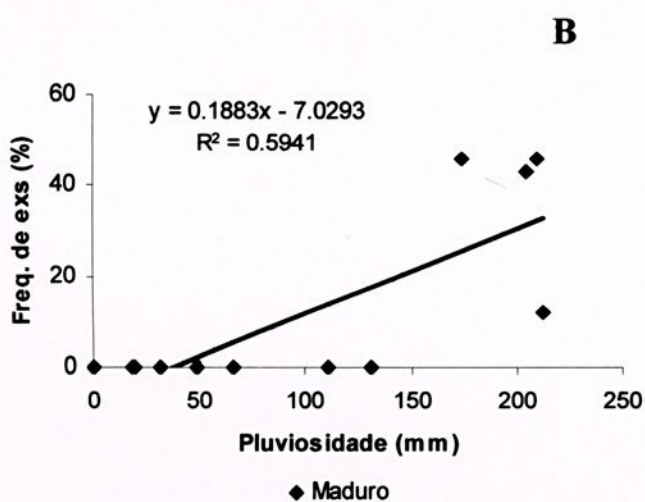
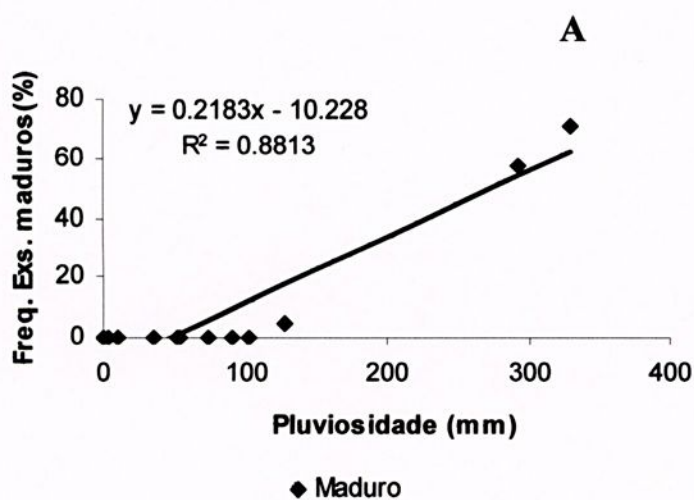


Figura 16. Frequência de exemplares de *Pimelodella avanhandavae* maduros/pluviosidade A-capturados no córrego da Barra Funda; B- capturados no córrego da Figueira.

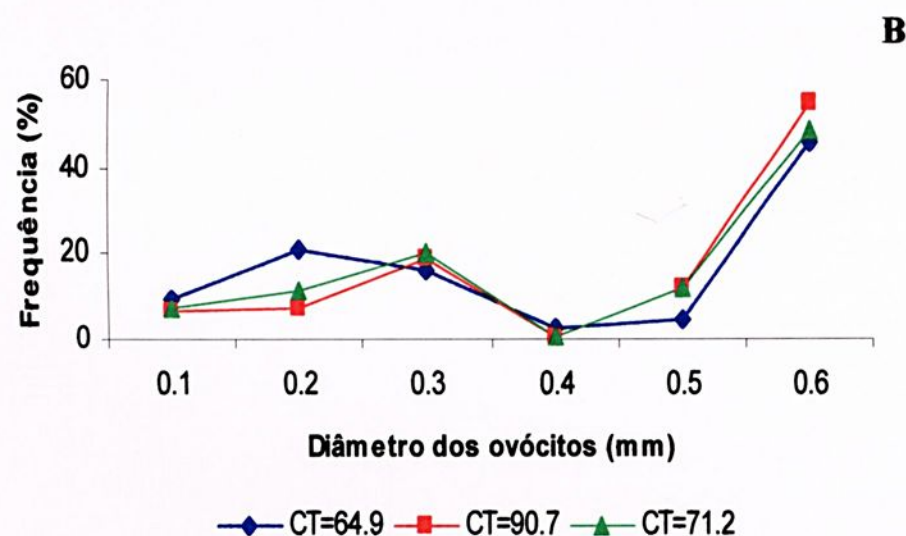
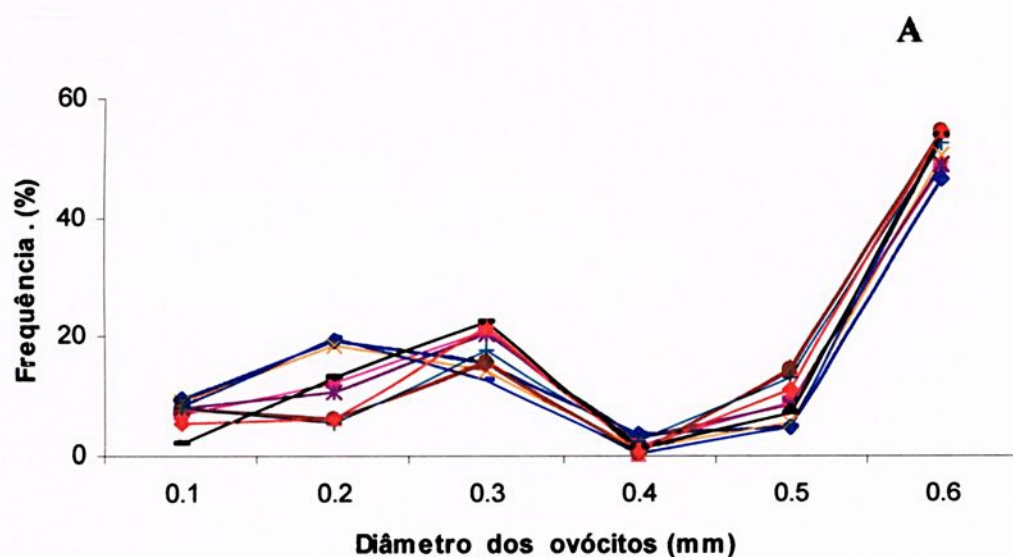
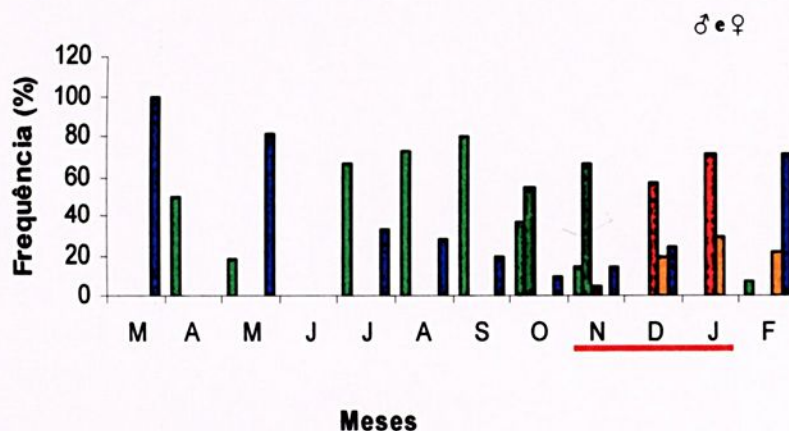
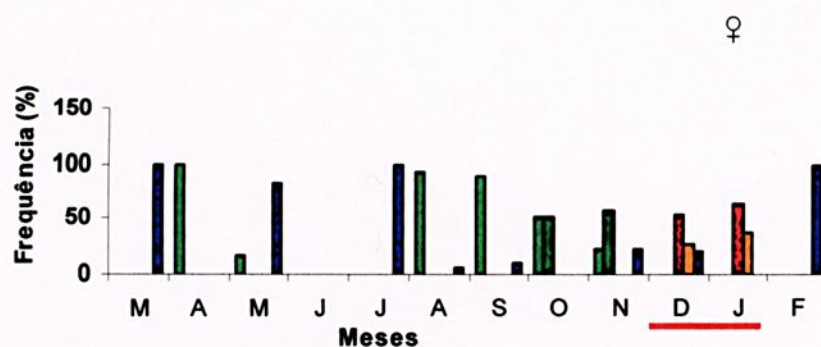
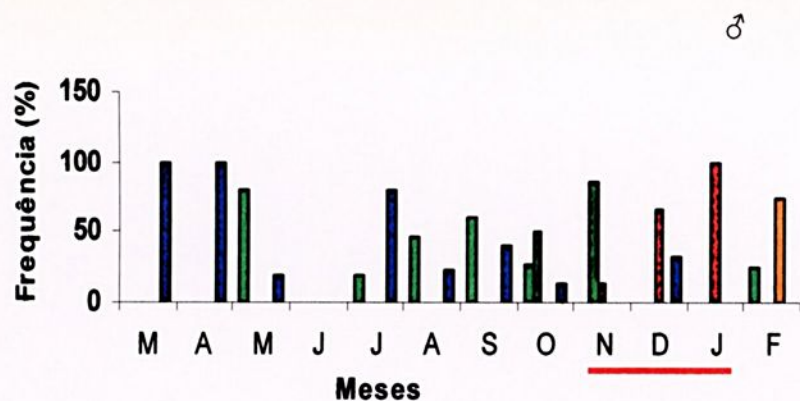


Figura 17. Distribuição da frequência relativa do diâmetro dos ovócitos de gônadas maduras de *Pimelodella avanhandavae*: A- córrego da Barra Funda; B- córrego da Figueira.



■ Imaturo ■ Em Maturação ■ Maduro ■ Esvaziado ■ Em repouso

Figura 18. Frequência mensal de indivíduos de *Pimelodella avanhandavae* por estágio de maturação, no córrego da Barra Funda. Barra horizontal = período reprodutivo.

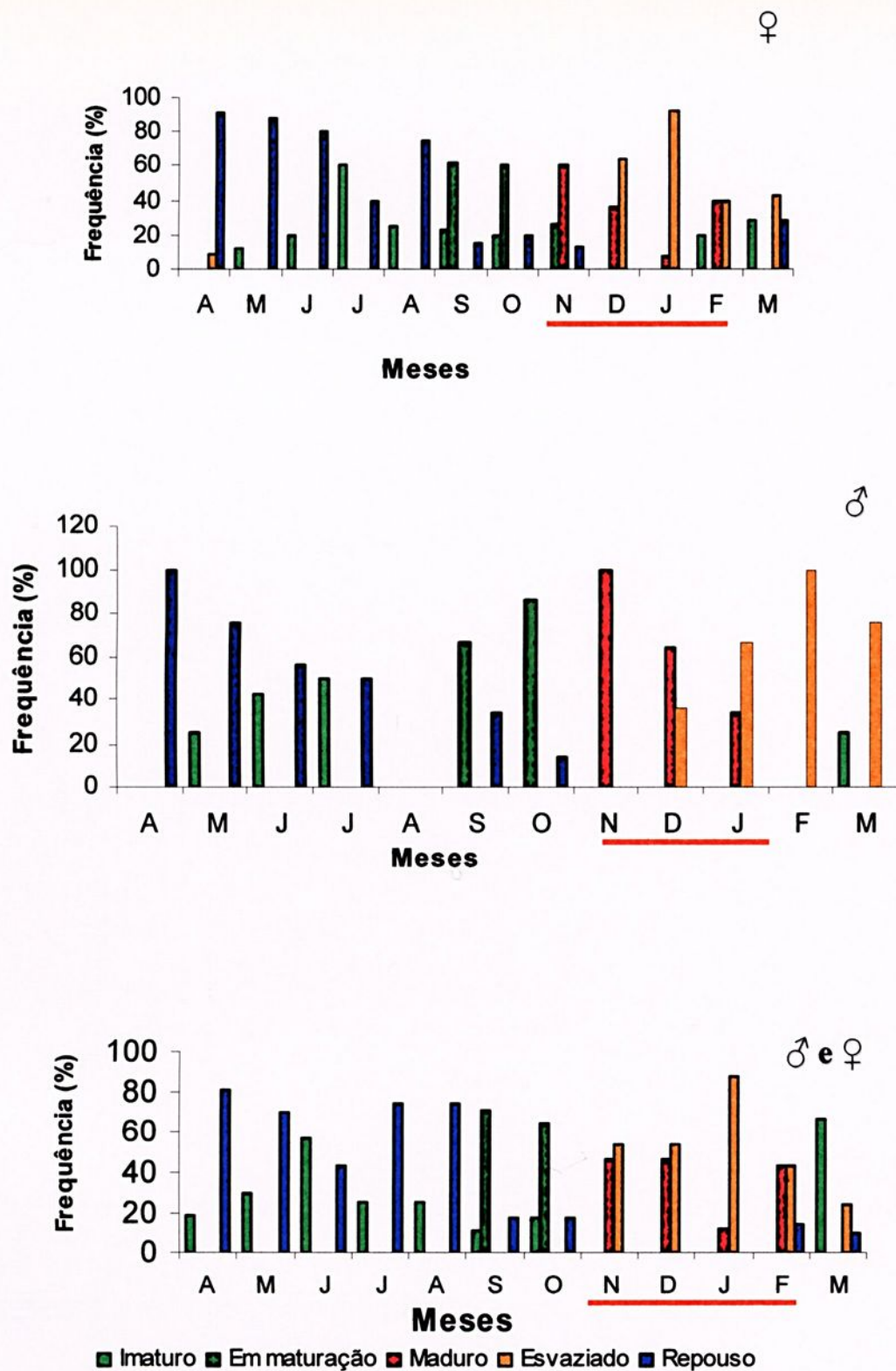


Figura 19. Frequência mensal de indivíduos de *Pimelodella avanhandavae* por estágio de maturação, córrego da Figueira. Barra horizontal = período reprodutivo.

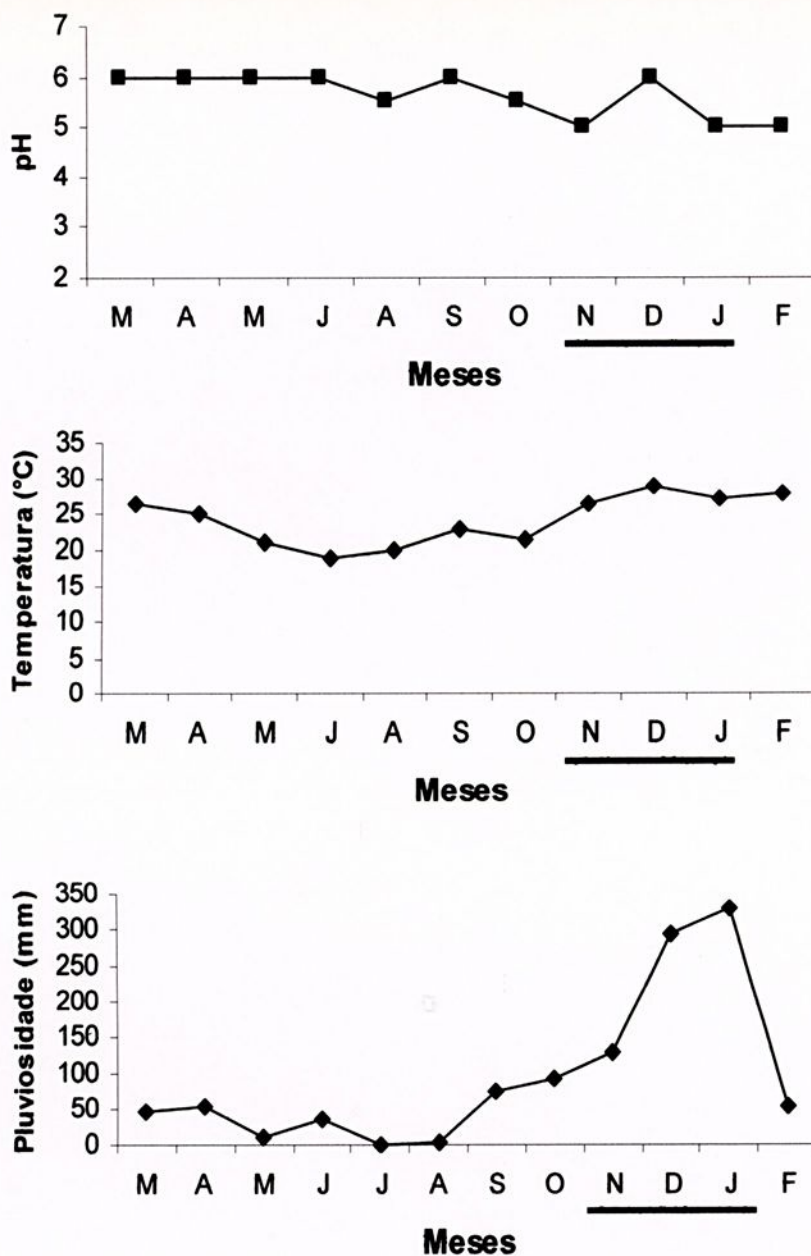


Figura 20. Variação mensal da temperatura da água, pH e pluviosidade do córrego da Barra Funda. Barra horizontal = período reprodutivo.

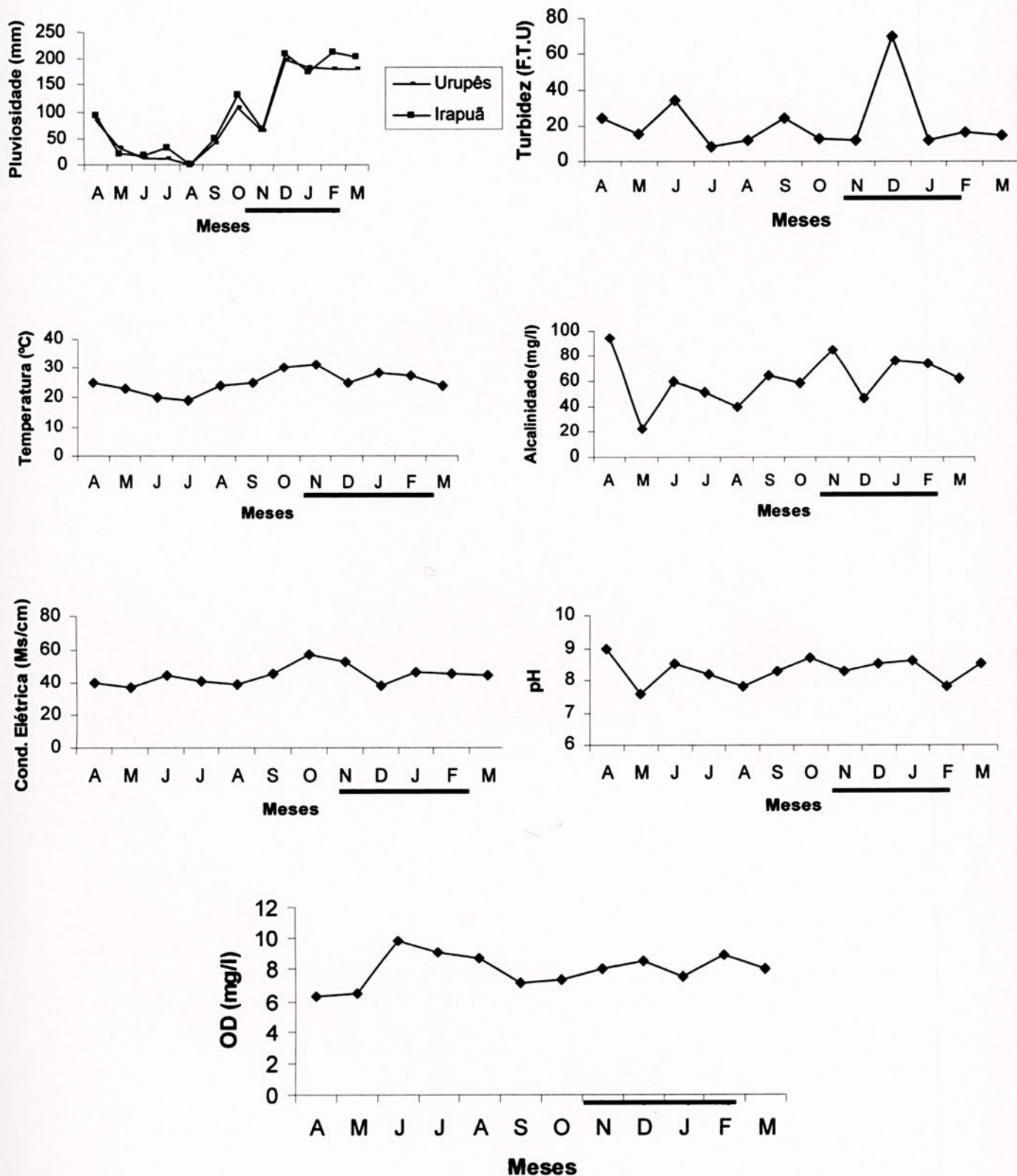


Figura 21. Variação mensal da temperatura da água, condutividade elétrica, pH, turbidez, alcalinidade e precipitação pluviométrica no córrego da Figueira. Barra horizontal = Período reprodutivo.

