

BIOLOGIA REPRODUTIVA DO TAMBAQUI, *Colossoma macropomum* CUVIER, 1818 (TELEOSTEI, SERRASALMIDAE), NO BAIXO AMAZONAS, BRASIL

Elisabeth Farias VIEIRA¹, Victoria Judith ISAAC², Nídia Noemi FABRÉ³

RESUMO — Analisaram-se aspectos da biologia reprodutiva do tambaqui (*Colossoma macropomum*) na região do Baixo Amazonas. Foram coletados 1232 exemplares entre outubro de 1994 e fevereiro de 1996, nos mercados e frigoríficos de Santarém no Estado do Pará. Indivíduos entre 20 e 120 cm foram pesados, medidos e observados o sexo e o estágio de maturidade. O tipo de desova e a fecundidade foram determinados através da análise dos ovócitos intraovarianos de 10 fêmeas maduras. *Colossoma macropomum* possui desova total. Existem variações macro e microscópicas cíclicas dos ovários associadas ao período hidrológico. A desova coincidiu com o início do período das chuvas. A proporção sexual varia com o tamanho dos peixes. A relação comprimento/peso indica diferenças nas estratégias de crescimento para ambos os sexos. O menor macho sexualmente maduro mediu 62 cm e o maior 95 cm, no caso das fêmeas, 70 cm e 112 cm respectivamente. A fecundidade média absoluta calculada para o tambaqui foi de 1.007.349 ovócitos ($s= 67.279$). Existe uma relação linear entre a fecundidade (F) e o peso total (W_t) sendo a equação $F= 885347+9,16 W_t$.

Palavras-chave: Amazônia, *Colossoma macropomum*, reprodução, desova, fecundidade.

Reproductive Biology of Tambaqui, *Colossoma Macropomum* Cuvier, 1818 (Teleostei, Serrasalmidae), in the Lower Amazon, Brazil

ABSTRACT — This study analysed the reproductive biology of the tambaqui *Colossoma macropomum* in the Lower Amazon. 1232 individuals were collected from October 1994 to February 1996 from landings in Santarém in Pará State. Individuals between 20 and 120cm total length were weighted, measured, sexed and classified according to their maturity stage. Fecundity and spawning type were determined to analysing intra-ovarian oocytes of 10 adult females. *Colossoma macropomum* is a total spawner. There are changes at different levels: macro and microscopic cycles according to hydrological periods. Mature individuals occurred between november and february, indicating that spawning take place during this period, at the beginning of flood. The sexual rate changes with the size of fishes. Males are more frequent between 40 and 75cm, and the females between 80 and 115cm. The length/weight relationship indicates differences in the growth between males and females. The average fecundity was estimated on 1.007.349 eggs per female. There is a significant relationship between fecundity and total weight. The equation founded to tambaqui in the Lower Amazon was $F= 885347 + 9,16 W_t$.

Key-words : Amazonian, *Colossoma macropomum*, reproduction, spawning, fecundity

INTRODUÇÃO

Na Bacia Amazônica, o tambaqui tem sido explorado

comercialmente desde o final do século dezenove (Veríssimo, 1895). No final da década de 70 foi o responsável por cerca de 40% do

1 Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA – Curso de Pós-graduação BADPI. CP 2221, Manaus - AM, CEP 69.011-970, Brasil

2 Museu Paraense Emílio Goeldi - MPEG - Dept^o Zoologia, CP 399, Belém-PA, CEP 66.040-170, Brasil

3 Universidade do Amazonas - ICB - Dept^o Biologia, C. Universitário, Japiim, Manaus - Am, CEP 69.077-000, Brasil

desembarque em Manaus (Petrere, 1978), porém durante a década de 80 a situação se modificou com o declínio da captura e suspeita de sobrepesca para essa espécie (Merona & Bittencourt, 1988). Atualmente, é considerado uma das espécies mais importantes e rentáveis para a pescaria comercial, com grande preferência no consumo local (Isaac & Ruffino, 1996).

O tambaqui é uma das 10 espécies mais capturadas na região do Baixo Amazonas, constituindo 5,6% do total das capturas efetuadas em Santarém (Ruffino & Isaac, 1994), e sofre uma intensa exploração que poderá implicar na diminuição de seus estoques. Estudos sobre a autoecologia e biologia desta espécie têm sido realizados há aproximadamente 20 anos (Honda, 1974; Goulding, 1979, 1980, 1988; Goulding & Carvalho, 1982; Saint-Paul, 1982, 1984a, 1984b; Loubens & Panfili, 1997; Araújo-Lima & Goulding, 1998). Sagri (1990) e Araújo-Lima & Goulding (1998), fazem uma breve descrição do comportamento migratório e de desova. No entanto, o conhecimento sobre a biologia e o ciclo de vida do tambaqui ainda permanece fragmentado, com poucas informações sobre o número de ovos produzidos em ambiente natural na Amazônia Brasileira (Isaac & Ruffino, 1996). O presente trabalho aborda o estudo do ciclo reprodutivo de *Colossoma macropomum*, fornecendo informações sobre as várias fases de desenvolvimento dos ovários durante um ciclo completo e a quantidade de ovócitos que são liberados durante a

desova, contribuindo para um conhecimento mais abrangente da biologia desta espécie. Assim, são gerados conhecimentos que poderão subsidiar tanto a aplicação de normas de administração para o manejo deste importante recurso ictico, como atividades de cultivo desta espécie em cativeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se exemplares de *C. macropomum* capturados pela frota comercial do Baixo Amazonas, que opera principalmente nos municípios de Santarém, Óbidos, Alenquer, Monte Alegre e Itaituba no Estado do Pará (Fig. 1). Foram amostrados 636 fêmeas e 596 machos, coletados diariamente ao acaso, nos mercados e frigoríficos de Santarém, no período de outubro de 1994 a fevereiro de 1996.

Características macro e microscópicas dos ovários

Para cada exemplar foi registrado: o comprimento total (cm), comprimento furcal (cm), peso total (g), sexo e estágio de maturação gonadal, determinado macroscopicamente segundo escala de quatro estágios: I inativos, II em maturação, III maduro e IV desovado (Vazzoler, 1981). Características dos ovários como cor, percepção macroscópica, tamanho e aspecto dos ovócitos foram observadas para sua posterior correlação com aspectos histológicos.

Para os estudos histológicos, porções de ovários de 10 fêmeas maduras e em maturação foram fixadas em formol 10%, seguindo-se a técnica de rotina para análise

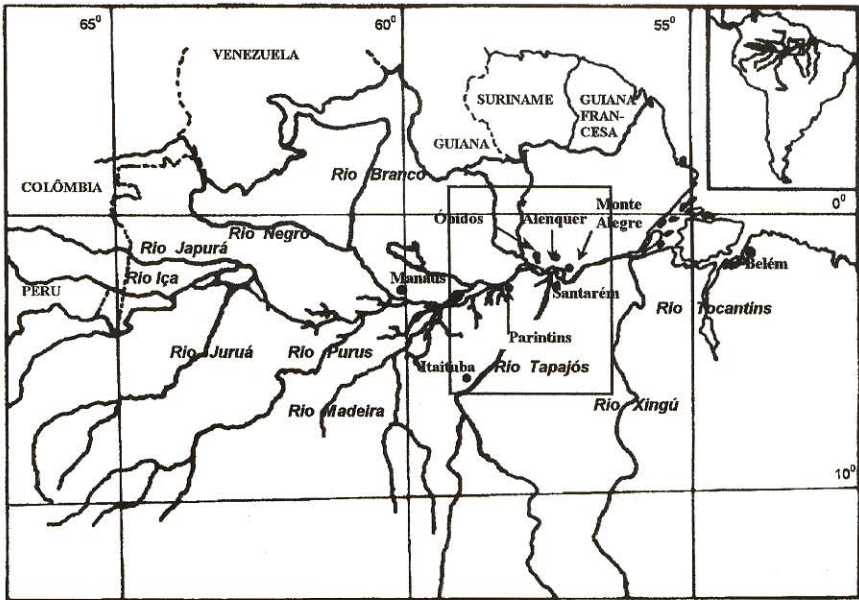


Figura 1. Mapa da região do Baixo Amazonas, indicando a área de procedência das amostras de tambaqui (*Colossoma macropomum*)

histológica com coloração de hematoxilina-eosina (Behmer, *et al.* 1976). As microfotografias foram executadas em fotomicroscópio modelo Nikon.

Estimativa da fecundidade

Para o estudo da fecundidade foram obtidos os pesos totais das gônadas de 10 fêmeas maduras. Em seguida, foram retiradas e pesadas 3 porções de cada gônada; uma da região cefálica, outra da média e uma terceira da região caudal, cada uma pesando cerca de 1 grama. As amostras de cada gônada totalizaram 3 gramas e foram colocadas imediatamente em solução de hipoclorito de sódio a 2%, por um período de aproximadamente 5 minutos. A completa separação dos

ovócitos foi obtida por agitações fortes e sucessivas do material em solução. Cada amostra de ovócitos foi transferida para uma placa de Petri, onde foram retiradas as membranas e restos de tecidos. A massa total dos ovócitos dissociados foi transferida para álcool a 70%, efetuando-se várias lavagens do material dissociado para eliminação de todos os resíduos de tecidos.

Para a estimativa da fecundidade foi utilizado o método gravimétrico, que implica em contar com a ajuda de um estereomicroscópio, todos os ovócitos dissociados de uma porção de peso conhecido, extrapolando o resultado para o peso total das gônadas (Miranda, 1975). Uma subamostra de 5 fêmeas foi obtida ao acaso para realizar a medição do diâmetro dos

ovócitos de reserva e maduros. Os primeiros 300 ovócitos de cada subamostra foram medidos utilizando ocular micrométrica (10x).

Inicialmente foi realizada uma análise comparativa das distribuições de frequência dos diâmetros dos ovócitos dissociados. Assim, para a estimativa da fecundidade somente foi considerada a parcela dos ovócitos com diâmetro superior a 0,75 μm (unidades micrométricas). Este tamanho foi determinado a partir das distribuições de diâmetros dos ovócitos e da fase ovocitária, identificada por cortes histológicos de ovários em maturação e maduros. Uma vez determinada a parcela de ovócitos que seriam eliminados na desova, para cada par de ovário analisado, obteve-se a somatória das frequências de ocorrência por diâmetro (Vazzoler, 1996).

Ciclo reprodutivo

O período de desova foi determinado através do cálculo mensal do número de indivíduos de ambos os sexos em cada um dos estágios de maturidade e o tipo de desova através do padrão de distribuição do tamanho dos ovócitos.

O índice de condição para sexos reunidos foi calculado como: peso observado/peso estimado, sendo este último calculado a partir da relação $W_t = a \cdot L_t^b$, onde: W_t = peso total; L_t = comprimento total (cm) e a e b = constantes (Le Cren, 1951).

Para testar as diferenças das estimativas de “ b ” da relação peso-comprimento entre os dois sexos, foi

utilizado primeiro o teste de significância “ F ” para verificar a identidade das variâncias e posteriormente um teste “ t ” para comparar os valores de b , tendo sido usado sempre 95% de significância para interpretação dos resultados.

Também foram estimados os parâmetros da função entre o comprimento total e o comprimento furcal, calculada através do ajuste de um modelo linear pelo método dos mínimos quadrados, descrita pela equação: $L_t = 2.8 + 0.935 L_f$ ($r = 0.89$, $n = 509$); esta equação foi utilizada para estimar o comprimento total quando não foi possível sua obtenção.

A proporção sexual para *C. macropomum*, foi calculada para o período total, por mês e por classe de comprimento. Os valores obtidos foram testados pelo χ^2 , para os três casos, admitindo-se que a proporção sexual esperada (E), seja 1:1.

RESULTADOS

Características macro e microscópicas dos ovários

Os ovários de *C. macropomum* são pares, em forma de sacos lobulados, formando principalmente o epitélio germinativo. Semelhante aos dos outros teleosteos, esse epitélio germinativo forma numerosos oócitos, cada um coberto por um revestimento folicular. A cápsula ovariana libera para o interior do órgão, lamelas de um tecido conjuntivo bastante frouxo (o estroma ovariano), dividindo o ovário em pequenas lojas, ocupadas por numerosas células germinativas (as oogônias). No interior de cada loja

os ovócitos distribuem-se de maneira bem definida: as células menores dispõem-se na periferia, junto às lamelas, e as células maiores situam-se ao centro da loja. Os ovários estão situados na cavidade abdominal, ventralmente ao rim, ventrolateralmente à bexiga natatória e dorsalmente ao tubo digestivo. As extremidades caudais afilam-se gradualmente formando os ovidutos, até unirem-se formando um ducto comum, que se estende ao orifício genital único. De acordo com a fase de desenvolvimento gonadal, os ovários sofrem alterações no seu volume, aspecto e coloração. As observações macroscópicas dos ovários de *C. macropomum* relacionam-se aos aspectos histológicos verificados em 3 estágios, ajudando a caracterizar o processo de desenvolvimento:

Estágio I: inativos

Ovários pequenos, translúcidos, de coloração ligeiramente rosada sem presença de ovócitos visíveis a olho nu. Situam-se colados à parede da cavidade abdominal, ocupando menos de 1/3 da mesma. Os cortes histológicos mostram apenas células germinativas (as oogônias) e ovócitos com o citoplasma fortemente basófilo ocupando grande parte do volume celular.

Estágio II: em maturação

Os ovários aumentam de tamanho, possuem intensa rede capilar e ocupam aproximadamente metade da cavidade abdominal. Sua coloração passa a ser parda, sendo possível

observar ovócitos com aparência opaca a olho nu. Histologicamente, apresentam ovócitos com vitelogênese lipídica, que posteriormente se desenvolvem acumulando cada vez mais grânulos de vitelo. As células germinativas (oogônias) são agora raramente perceptíveis (Fig. 2).

Estágio III: maduros

Os ovários maduros ocupam grande parte da cavidade abdominal. Os ovócitos encontram-se maduros com grânulos citoplasmático maiores, esféricos e opacos. Apresentam coloração pardo-amarelada com as camadas envoltórias plenamente desenvolvidas. Como característica histológica, podem ser observados ovócitos basófilos e ovócitos com grandes grânulos de vitelo e zona pelúcida muito destacada; estes últimos ocuparam a maior parte do ovário (Fig. 3).

Estágio IV: esvaziado

Nesta fase os ovários encontram-se completamente flácidos, com aspecto hemorrágico e ocupando menos de 1/3 da cavidade abdominal. A olho nu, observam-se poucos ovócitos maduros em reabsorção. Para esta fase não foram realizados estudos histológicos.

Estimativa da fecundidade

Os valores mínimos e máximos da fecundidade de *C. macropomum*, foram 943.657 e 1.176.817 ovócitos respectivamente. A média da fecundidade absoluta para a espécie é de 1.007.349 ovócitos (Tab. 1). A

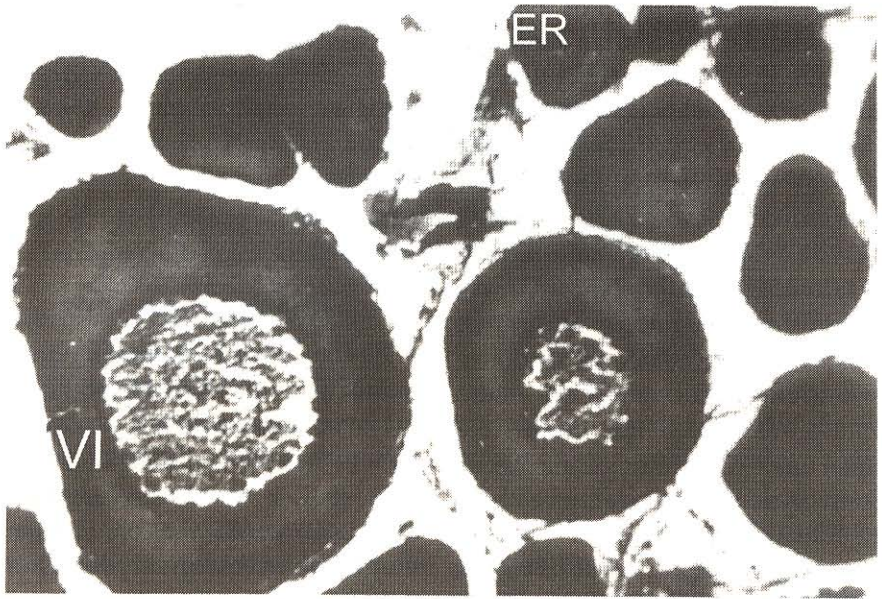


Figura 2. Corte histológico de um ovário de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em maturação (estádio II) (90x) ER = ovócio de estoque de reserva; VI = ovócio em vitelogênese incipiente.



Figura 3. Corte histológico de um ovário de tambaqui (*Colossoma macropomum*) maduro (estádio III) (220x). VC = ovócio com vitelogênese completa

Tabela 1. Fecundidade absoluta (F. Abs.) e relativa (F. Rel.) das fêmeas analisadas de tambaqui (*Colossoma macropomum*)

| Exemplar | Lt(cm) | Wt(g) | F. Abs. | F. Rel. (F. Abs./Wt) |
|----------|--------|-------|-----------|----------------------|
| 1 | 71 | 9100 | 943.657 | 103,6986 |
| 2 | 72 | 7400 | 965.984 | 130,5384 |
| 3 | 74 | 7850 | 986.865 | 125,7153 |
| 4 | 75 | 9900 | 989.564 | 99,95596 |
| 5 | 80 | 11800 | 987.654 | 83,69949 |
| 6 | 81 | 13200 | 978.543 | 74,13205 |
| 7 | 82 | 12000 | 998.876 | 83,23967 |
| 8 | 95 | 14800 | 1.012.435 | 68,40777 |
| 9 | 102 | 25800 | 1.103.368 | 42,7662 |
| 10 | 112 | 28900 | 1.176.817 | 40,72031 |
| Média | 84,4 | 14075 | 1.001.376 | 72,06936 |

fecundidade aumenta de forma linear de acordo com o incremento em peso ($r = 0,95$ $n = 10$). A relação entre a fecundidade absoluta e o peso total para o tambaqui (Fig. 4) resultou em:

$$\text{Fecundidade absoluta} = 885.347 + 9,16 W_t$$

Ciclo reprodutivo

O comprimento total dos tambaquis amostrados variou entre 20 e 120 cm, sendo mais freqüente os peixes com tamanhos variando entre 55 e 75 cm (média = 70,5 cm; $s = 12,856$; moda = 60 cm). A equação peso total (W_t)/comprimento total (L_t) para cada sexo do tambaqui no período estudado é:

$$\text{machos: } W_t = 0,041 L_t^{2,83}$$

$$r = 0,97, n = 596$$

$$\text{fêmeas: } W_t = 0,054 L_t^{2,77}$$

$$r = 0,77, n = 636$$

As variâncias das estimativas de b para ambos os sexos foram iguais ($F_{\text{obs}(702;733)} = 0,95 < F_{c(702;733)} = 1,00$, $\alpha = 0,05$). O teste "t" determinou diferenças significativas entre machos e fêmeas para os valores de b da

relação peso/comprimento ($t_{(1435)} = 59,85$; $P < 0,05$). A relação entre o comprimento total (L_t) e o comprimento furcal (C_f) é descrita pela equação:

$$L_t = 2,8 + 0,935 L_f (r = 0,89, n = 509).$$

A amplitude de comprimento dos exemplares em cada estágio de maturidade, não apresentou grande variações entre machos e fêmeas (Tab. 2):

Indivíduos imaturos ou adultos em repouso (estágio I) predominaram ao longo do ano. Houve ocorrência de exemplares com gônadas em maturação, entre agosto e dezembro, e registros isolados em março e maio; indivíduos maduros, entre outubro e dezembro, com registros isolados em março e maio; e exemplares com as gônadas esvaziadas, em janeiro e fevereiro com registro isolado em novembro (Tab. 3). Foram evidenciados dois lotes de ovócitos dentro dos ovários, um de reserva que não participa da próxima reprodução e outro em maturação, que acumula vitelo e será liberado na desova. Os ovócitos maduros

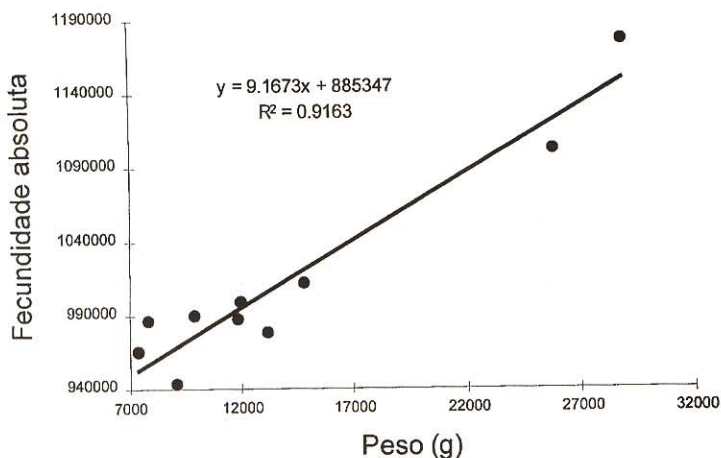


Figura 4. Relação entre o peso total e a fecundidade absoluta das fêmeas de tambaqui (*Colossoma macropomum*)

medem de 0,85u.m a 1,25u.m e os ovócitos de reserva entre 0,50u.m e 0,75u.m de diâmetro.

Valores médios mensais altos do índice de condição foram obtidos de março a junho, período de cheia na região. Entre agosto e novembro, durante a seca, ocorreu uma diminuição nos valores deste índice, que permaneceram baixos até fevereiro (Fig. 5).

Para o total de observações (n=1232) não houve diferenças significativas na proporção sexual de tambaqui (48,4 % machos e 51,6% fêmeas). Quando a proporção sexual

foi analisada por mês, observou-se predominância de fêmeas nos meses de julho, agosto e fevereiro (c2: 0.13; 0.27; 0.14 respectivamente) e de machos nos meses de janeiro e junho (c2:0,88 e 0,14).

DISCUSSÃO

Segundo Sivan (1967), o desenvolvimento gonadal nos peixes passa por três períodos, fisiologicamente distintos mas contínuos no tempo:

- 1- Período de latência,
- 2- Período de gametogênese ativa,
- 3- Período de desova.

Tabela 2. Comprimento total mínimo e máximo, em centímetros, para cada estágio de maturidade e por sexo.

| Comprimento total (cm) | Estádio de Maturidade | | | | | | | |
|------------------------|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | I | | II | | III | | IV | |
| | Min | Máx | Min | Max | Min | Max | Min | Max |
| Fêmeas | 19 | 96 | 70 | 99 | 71 | 112 | 84 | 105 |
| Machos | 20 | 93 | 62 | 91 | 65 | 98 | 74 | 95 |

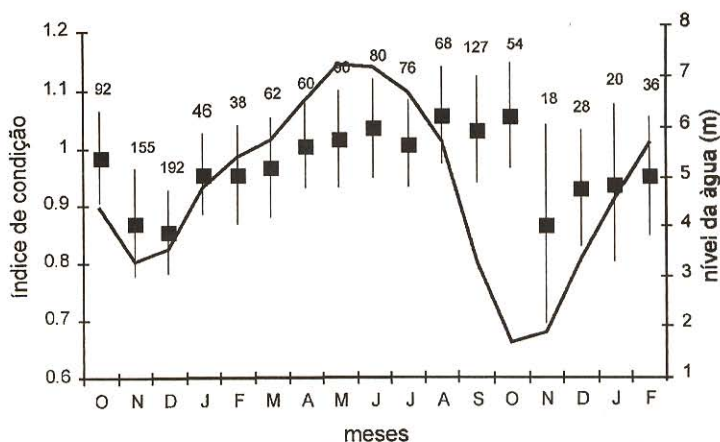


Figura 5. Variação mensal dos valores médios e os desvios padrão do índice de condição de *Colossoma amcropomum* avaliados entre 1994 e 1996, e sua relação com o ciclo hidrológico no Baixo Amazonas (Santarém, Pa). Os valores sobre as barras referem-se ao número de exemplares amostrados.

Tabela 3. Frequência relativa dos indivíduos machos (M) e fêmeas (F) de tambaqui nos quatro estádios de maturidade, no período de outubro de 1994 a fevereiro de 1996. n = número de exemplares analisados.

| Meses | Est. I | | Est. II | | | | Est. III | | | | Est. IV | | | | | |
|-------|--------|----|---------|----|------|----|----------|---|-----|---|---------|----|------|---|------|---|
| | M | n | F | n | M | n | F | n | M | n | F | n | M | n | F | n |
| Out | 79,5 | 39 | 90,7 | 39 | 18,4 | 9 | 4,6 | 2 | 2,0 | 1 | 4,6 | 2 | 0 | - | 0 | - |
| Nov | 93,3 | 70 | 88,9 | 72 | 5,3 | 4 | 9,9 | 8 | 1,3 | 1 | 1,2 | 1 | 0 | - | 0 | - |
| Dez | 84,1 | 85 | 98,9 | 90 | 12,8 | 13 | 1,0 | 1 | 2,9 | 3 | 0 | - | 0 | - | 0 | - |
| Jan | 100 | 5 | 100 | 1 | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - |
| Fev | 100 | 2 | 100 | 2 | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - |
| Mar | 94,1 | 32 | 90,3 | 28 | 2,9 | 1 | 6,4 | 2 | 2,9 | 1 | 3,2 | 1 | 0 | - | 0 | - |
| Abr | 100 | 25 | 100 | 38 | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - |
| Mai | 96,2 | 51 | 100 | 37 | 1,9 | 1 | 0 | - | 1,9 | 1 | 0 | - | 0 | - | 0 | - |
| Jun | 100 | 19 | 100 | 11 | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - |
| Jul | 100 | 28 | 100 | 48 | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - |
| Ago | 68,7 | 11 | 74,2 | 26 | 31,2 | 5 | 25,7 | 9 | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - |
| Set | 89,2 | 33 | 95,2 | 40 | 10,8 | 4 | 4,8 | 2 | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - |
| Out | 95,3 | 61 | 93,6 | 59 | 4,7 | 3 | 6,3 | 4 | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - |
| Nov | 94,1 | 64 | 83,7 | 67 | 2,9 | 2 | 2,5 | 2 | 2,9 | 2 | 13,7 | 11 | 0 | - | 1,2 | 1 |
| Dez | 100 | 1 | 100 | 4 | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - |
| Jan | 87,5 | 7 | 80 | 8 | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 12,5 | 1 | 20 | 2 |
| Fev | 85,7 | 6 | 81,1 | 9 | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 14,2 | 1 | 18,3 | 2 |

No presente estudo foram considerados quatro estágios de maturidade: I inativos, (latência), II em maturação (gametogênese ativa), III maduro e IV desovado (desova). Os resultados do desenvolvimento gonadal do tambaqui alertam para a necessidade do desdobramento do estágio I (inativo), devido estarem incluídos indivíduos adultos, com gônadas em repouso e juvenis. Nos dois casos, os ovócitos não são visíveis a olho nu, mas ocorrem diferenças na coloração externa, membrana e no tamanho das gônadas. A inclusão de juvenis e adultos em repouso em um único estágio, pode levar a uma sobreestimativa do tamanho de 1ª maturidade sexual, parâmetro fundamental para avaliações da ação da exploração comercial sobre os estoques naturais (Vazzoler, 1996).

Diversos autores ressaltam a coincidência da época de desova de um grande número de espécies de peixes no início da inundação da floresta (Lowe-McConnell, 1979; Welcomme, 1979; Machado-Alisson, 1987). Segundo Leão *et al.* (1991), o significado adaptativo da enchente ser a principal época de desova, está na expansão da área de vegetação submersa que fornece abrigo contra predadores aos indivíduos recém-eclodidos e ao maior suprimento alimentar que se torna disponível pelo aumento do aporte de nutrientes, determinando o desenvolvimento de fito e zooplâncton, bactérias e fauna de invertebrados. Nossos resultados indicam que a desova de *C. macropomum* no Baixo Amazonas ocorre a partir do mês de outubro coincidindo

com a época da enchente, o que está de acordo com Vazzoler & Menezes (1992) que consideram o período de reprodução dos Characiformes, de novembro (início de enchente) a março (época de cheia). Para Novoa & Ramos (1982), *C. macropomum* apresenta o pico de maturação das gônadas por volta do mês de junho, embora possam ser encontradas fêmeas maduras de agosto a setembro (período de águas altas no rio Orinoco). Nos rios Ucayali e Marañon, no Peru, o período reprodutivo dos Characiformes é de novembro a fevereiro (Tello *et al.*, 1992).

O índice ou fator de condição é um indicador quantitativo do grau de hígidez ou de bem estar do peixe, refletindo condições alimentares recentes (Le Cren, 1951). Os valores médios do índice de condição obtidos para o tambaqui neste trabalho, foram baixos nos meses de outubro a fevereiro, coincidindo com a enchente e o período de atividade reprodutiva da espécie, e elevados durante a cheia (abril-setembro); concordando com os resultados de Isaac & Ruffino (1996). De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que *C. macropomum* utiliza suas reservas nutricionais acumuladas durante a cheia, preparando-se para a reprodução durante a enchente.

Para o total de observações, a proporção sexual do tambaqui não mostrou diferenças significativas entre os sexos. Segundo Nikolsky (1963), a proporção entre o número de machos e fêmeas varia consideravelmente entre as espécies, mas na maioria dos casos é de 1:1. Isaac *et al.* (1996) encontraram para

o tambaqui um padrão semelhante ao registrado neste estudo.

O tipo de desova nos peixes é determinado pela interação entre a dinâmica do desenvolvimento ovocitário, a frequência de desovas dentro de um período de reprodução e o número desses períodos durante sua vida (Vazzoler, 1996). A distinção de dois lotes de ovócitos em gônadas maduras indica que o desenvolvimento ovocitário é sincrônico em dois grupos, um de reserva que não participa da próxima reprodução e outro em maturação que acumula vitelo e será liberado na desova (Marza, 1938 *apud* Wallace & Sellman, 1981); assim, com base nos resultados deste estudo o tambaqui apresenta desova total.

Um dos parâmetros mais importante para o estudo da biologia pesqueira é a fecundidade, já que a intensidade anual do recrutamento depende tanto da quantidade de fêmeas “desovantes” como da fecundidade individual dessas fêmeas (Csirke, 1980). Para a estimativa da fecundidade neste estudo, foi adotado o mesmo procedimento descrito para a fecundidade do pacu *Piaractus mesopotamicus* (Romagosa *et al.* 1990a). Para tal, foram considerados, os ovócitos vitelogênicos presentes em ovários de exemplares no estágio maduro. Vários autores afirmam que a época de amostragem é um fator muito importante na estimativa da fecundidade, pois quando esta ocorre muito cedo, o estoque de ovócitos pode não estar suficientemente separado

daqueles imaturos e, conseqüentemente a amostragem torna-se imprecisa (Romagosa *et al.*, 1990; Hunter; Macewicz & Kimbrelli, 1989).

Poucos relatos sobre a fecundidade de *C. macropomum* são encontrados na literatura. Novoa & Ramos (1982) estudaram a fecundidade de *C. macropomum* no rio Orinoco e determinaram a média de 938.050 ovócitos. Estudos da Sagri (1990) indicam que fêmeas de tambaqui em cativeiro podem desovar mais de 1.000.000 de ovos por estação. Na Amazônia Central, um tambaqui maduro com 60cm tem em média 480 mil óvulos; uma fêmea de 80cm tem cerca de 1,2 milhões de óvulos (Araújo-Lima & Goulding, 1998). Esses resultados são similares à média de 1.014.376 ovócitos encontrados neste trabalho. Destacando que todas estas estimativas constituem valores de “fecundidade absoluta potencial”, que segundo Nahumov (1956), é o número total de ovócitos existentes no ovário de uma fêmea adulta em estágio “maduro” que possuem grânulos de vitelo.

Segundo Chaves (1988) nos peixes existem, além das outras células germinativas em desenvolvimento, uma fonte renovável e contínua de novos ovócitos a partir do epitélio folicular, o que explicaria o incremento nos valores absolutos da fecundidade com o crescimento. Assim, a cada desova um número maior de células permanece nos ovários aumentando o estoque de ovócitos neo formados. Vladykov &

Legendre (1940), Bagenal (1966), Velasco *et al.* (1990) e Kjesbu *et al.* (1991) evidenciam alta correlação entre fecundidade e o tamanho e o peso dos indivíduos. Nossos resultados indicam que um aumento no tamanho ou no peso do tambaqui implica no incremento da fecundidade, existindo uma relação linear entre a fecundidade e o peso total em *C. macropomum*.

O tambaqui estudado no Baixo Amazonas possui desova anual e total, ocorrendo em um período determinado do ano (na época da enchente dos rios). A fecundidade média por desova é alta (1.007.349 ovócitos) e os ovócitos maduros são pequenos (diâmetro variando entre 0,85µm a 1,25µm). Além destas características, esta espécie é migradora, com fecundação externa e sem cuidados com a prole, definindo o comportamento reprodutivo da espécie. Desta forma, o tambaqui possui características que o enquadram no grupo de espécies de estratégia reprodutiva sazonal segundo a classificação de Winemiller (1989).

AGRADECIMENTOS

Ao IBAMA, GOPA -GTZ e PTU/CNPq pelo suporte financeiro e especialmente à Biol. Ana Maira Neves pela ajuda durante as coletas dos dados, ao MSc. Mauro Luis Ruffino, MSc. Urbano Lopes Silva Jr pelas valiosas críticas e sugestões, MSc. Fernando Trujillo pela ajuda com o abstract e especialmente ao MSc. Juan Carlos Alonso pela contribuição valiosa durante a versão final deste manuscrito.

Bibliografia Citada

- Araújo-Lima, C.A.R.M.; Goulding, M. 1998. *Fruitful a fish*. Columbia University Press. New York. 191 pp.
- Bagenal, T.B. 1966. The ecological and geographical aspects of the fecundity of the plaice. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 46: 161-186.
- Behmer, O.A.; Tolosa, E.M.C. dos; Freitas Neto, A.G. 1976. *Manual de técnicas para histologia normal e patológica*. S. Paulo, Edart, Ed. Univ. São Paulo.
- Chaves, P.deT.daC. 1988. *Aspectos convergentes da dinâmica ovariana nos peixes, com uma contribuição à biologia reprodutiva de 14 espécies do litoral de São Paulo*. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. 123 pp.
- Csirke, J. 1980. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. *Doc. Tec. Pesca, FAO*, (192): 1-82.
- Goulding, M. 1979. *Ecologia de Pesca do Rio Madeira*. Manaus: INPA. 172 pp.
- 1980. *The Fishes and the Forest. Explorations in Amazonian Natural History*. Berkeley CA: University of California Press. 280 pp.
- 1988. Ecology and management of migratory food fishes of the Amazon Basin. In Almeida, F. and Pringle, C. M. (eds). *Tropical Rainforests, Diversity and Conservation*. California, Academy of Sciences, San Francisco:71-85.
- ; Carvalho, M.L. 1982. Life history and management of the tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characidae), an important amazonian food fish. *Revista Brasileira de Zoologia*. 1(2):107-133.
- Honda, E.M.S. 1974. Contribuição ao conhecimento da biologia de peixes do Amazonas. II. Alimentação do tambaqui, *Colossoma bidens* (Spix). *Acta Amazônica* 4:47-53.
- Hunter, J.R.; Macewicz, B.J.; Kimbrelli, C.A. 1989. Fecundity and other aspects of the reproduction of sablefish, *Anoplopoma fimbria*.

- bria, in Central California waters. *CalCOFI Rep.*, 30: 61-72.
- Isaac, V.J.; Ruffino, M.L. 1996. Population dynamics of the tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, in the Lower Amazon, Brazil. *Fisheries Management and Ecology*, 1996. (3). 315-333.
- ; Rocha, V.L.C.; Mota S.Q.C. 1996. Ciclo reprodutivo de algumas espécies de peixes de valor comercial do Baixo Amazonas. *IBAMA. Coleção Meio Ambiente. Série Estudos de Pesca*.
- Kjesbu, O.S.; Klungsoyr, J.; Kryvi, H.; Witthames, P.R.; Walker, M.; G. 1991. Fecundity, atresia and egg size of captive atlantic cod (*Gadus morhua*) in relation to proximate body composition. *Can. J. Fish Aquat. Sci.*, 49:2333-2343.
- Leão, E.L.M.; Leite, R.G.; Chaves, P.T.C.; Ferraz, E. 1991. Aspectos da reprodução, alimentação e parasitofauna de uma espécie rara de piranha, *Serrasalmus altuvei* Ramirez, 1965 (Pisces, Serrasalminidae) do Baixo rio Negro. *Rev. Brasil. Biol.*, 51 (3): 545-553.
- Le Cren, E.D. 1951. The Length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and conditions in the perch *Perca fluviatilis*. *The Journal. An. Ecol.*, 20 (2): 201-19.
- Loubens, G.; Panfili, J. 1997. Biologie de *Colossoma macropomum* (Teleostei: Serrasalminidae) dans le bassin du Mamoré (Amazonie bolivienne). *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, Vol. 8(1): 1-22.
- Lowe-McConnell, R.H., 1979. Ecological aspects of seasonality in fishes of tropical waters. *Symp. Zool. Soc. Lond.*, 44: 219-241.
- Machado-Allison, A. 1987. *Los peces de los llanos de Venezuela: un ensayo sobre su historia natural*. Univ. Central de Venezuela, Consejo de Desarrollo Científico y Hysmanístico, 144 p.
- Merona, B.; Bittencourt, M.M. 1988. A Pesca na Amazônia através dos desembarques no mercado de Manaus: Resultados Preliminares. *Memória. Sociedade de Ciencias Naturales La Salle*. Suplemento 1988: 433-453.
- Miranda, O. 1975. Nota sobre la fecundidad aparente de la corvina (*Cilus montii delfin*) *Revta. Biol. Mar.*, 15(2): 201-206.
- Nahumov, V.M. 1956. The ovogenesis and ecology of the sexual cycle of the murmansk herring (*Clupea harengus harengus* L.). *Spec. Scient. Rep. U.S. Fish. Wildl. Sev. Fisheries*, 327: 203-262.
- Nikolsky, G.V. 1963 . *The ecology of fishes*. London, Academic Press. 352pp.
- Novoa, D.; Ramos, F. 1982 . Aspectos generales sobre la biología de las principales especies de peces de importancia comercial en el rio Orinoco. In: Novoa, D. R. (Ed). *Los Recursos Pesqueros del Rio Orinoco y su Explotacion*. Corporación Venezolana de Guayana - División de Desarrollo Agrícola, Caracas, 385pp.
- Petrere Jr., M. 1978. Pesca e Esforço de Pesca no Estado do Amazonas. II - Locais de Pesca, aparelhos de Captura e Estatísticas de Desembarque. *Acta Amazônica* (supl. 2), 8(3): 1-54.
- Romagosa, E.; Paiva, P. de; Godinho, H.M.; Guilherme, M.C.M. 1990a. Fecundidade do pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887, mantido em confinamento, durante o 1º e o 2º período reprodutivo. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 17 (único): 99-103.
- Romagosa, E.; Paiva, P. De; Godinho, H.M. 1990b. Pattern of oocyte diameter frequency distribution on females of the Pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (= *Colossoma mitrei* Berg, 18959, induced to spawn. *Aquaculture*, Amsterdam, 86: 105-10.
- Ruffino, M.L.; Isaac, V.J. 1994. The fisheries of the Lower Amazon: Questions of management and development. *Acta Biológica Venezuelica*, (15): 37-46.
- Sagri, 1990. Espécies de peixes cultivados em cativeiro. Tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818). *Aquicultura, Divulgação e Fomento*, 1: 3-5.
- Saint-Paul, U. 1982. *Ökologische und physiologische Untersuchungen an dem Amazonas-fisch Tambaqui Colossoma*

- macropomum* (Cuvier, 1818) im Hinblick auf seine Eignung für die tropische Fischzucht (Pisces, Serrasalmidæ). Ph. D. thesis, Univ. Hamburg, 220 pp.
- 1984a. Ecological and Physiological investigations of *Colossoma macropomum*, a new species for fish culture in Amazonia. *Memórias de la Asociación Latinoamericana de Acuicultura*, 5: 501-518.
- 1984b. Investigations on seasonal changes in the chemical composition of liver and condition from a neotropical characoid fish *Colossoma macropomum* (Serrasalmidæ) *Amazoniana*, 9:147-158.
- Sivan, P. 1967. Seasonal changes in the gonads of *Acanthobrama terrae-sanctae* H. steinitz, from Lake Tiberias. *Bull. Sea Fish. Res. Stn.*, Israel, 44 (3):22-41.
- Tello, J.S.; Montreuil, V.H.; Maco, J.T. ; Ismiño, R.A.; Sanchez, H. 1992. Bioecología de peces de importancia economica de la parte inferior de los rios Ucayali y Marañon - Peru. *Folia Amazônica*, 4: 75-93.
- Vazzoler, A.E.A. de M. 1981. *Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes. Reprodução e Crescimento*. Brasília, CNPq. Programa Nacional de Zoologia. 108 p.
- 1996. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá: EDUEM; São Paulo: SBI. 169 p.
-; Menezes, N.A. 1992. Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysii). *Rev. Brasil. Biol.*, 52 (4): 627-640.
- Velasco, J.C.; Rincon; P.A.; Lobón-Cervias, J. 1990. Age-growth and reproduction of the cyprinid *Rutilus lemmingii* (Steindachner, 1966) in the river Huebra, Central Spain. *J. Fish. Biol.*; 36: 469-480.
- Veríssimo, J. 1895. *A pesca na Amazônia*. Rio de Janeiro: Livraria Clássica de Alves. 137 pp.
- Vladykov, V.D.; Legendre, V. 1940. The determination of the number of eggs in ovaries of brook trout (*Salvelinus fontinalis*). *Copeia*, 4 (27): 217-219.
- Wallace, R.A.; Selman, K. 1981. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. *American Zoologist*, 21(2): 325-343.
- Welcomme, R.L. 1979. *Fisheries ecology of floodplain rivers*. Longman, London, 317 p.
- Winnemiller, K.O. 1989. Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments. *Oecologia*, 81. 225-241.

Acceto para publicação em 18/08/1999