



**MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA  
CURSO DE MESTRADO EM ZOOLOGIA**

**ASPECTOS REPRODUTIVOS DE *Anableps anableps* (Linnaeus, 1758)**

**(CYPRINODONTIFORMES: ANABLEPIDAE) NO ESTUÁRIO**

**AMAZÔNICO**

**VALÉRIA DE ALBUQUERQUE OLIVEIRA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zoologia, Curso de Mestrado, do Museu Paraense Emílio Goeldi e Universidade Federal do Pará como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Zoologia.

Orientador: Dr. Luciano Fogaça de A. Montag

**BELÉM – PARÁ**

**2010**

**VALÉRIA DE ALBUQUERQUE OLIVEIRA**

**ASPECTOS REPRODUTIVOS DE *Anableps anableps* (Linnaeus, 1758)  
(CYPRINODONTIFORMES: ANABLEPIDAE) NO ESTUÁRIO  
AMAZÔNICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zoologia, Curso de Mestrado, do Museu Paraense Emílio Goeldi e Universidade Federal do Pará como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Zoologia.

Orientador: Dr. Luciano Fogaça de A. Montag

**BELÉM – PARÁ  
2010**

Ao Marcelo, por todo amor, incentivo, companheirismo e compreensão  
E à minha família por todo amor e incentivo.

## AGRADECIMENTOS

À Deus por todas as bençãos concedidas.

Ao meu orientador Dr. Luciano Fogaça de A. Montag por todo apoio, credibilidade, amizade, colaboração e paciência.

Aos meus pais e ao Marcelo, que além de todo apoio, me ajudaram com as coletas durante todo o período de estudo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida, sem a qual este trabalho não teria sido realizado.

Às Professoras Rossineide Martins e Auxiliadora Costa, do laboratório de histologia da Universidade Federal do Pará, pela grande colaboração com as análises histológicas das gônadas.

Ao Dr. Nelson Fontoura, por sua valiosíssima colaboração com as análises de crescimento polifásico e sugestões no manuscrito.

Aos membros da banca de qualificação, pelas valiosas sugestões.

Ao Marcelo, por todo apoio e paciência nos momentos difíceis.

Aos meus pais e irmãos, por toda força e incentivo.

À Lia Priante, por todo apoio na confecção das lâminas histológicas e por sua amizade.

As amigas Cristiane Ramos e Adna Albuquerque, pela grande amizade.

Ao senhor Magno e a dona Isabel, pois sem eles teriam sido impossível capturar os tralhos.

As amigas conquistadas no mestrado, Rachel e Ellen que deram várias sugestões importantes.

Às secretárias da pós-graduação, Dorotéia, Anete e Vanessa por todo auxílio, simpatia e paciência.

Às estagiárias Fernanda, Louise e Natália pela grande colaboração com as gônadas de tralhos.

À Leiliane, que foi um anjo que apareceu na minha vida e que me ajudou com a parte estatística. Muito obrigada!

Aos colegas de laboratório Tiago, Vitor, Leandra, Yousef, Pedro e Kleiton, pela amizade e pelo auxílio de vocês, em especial para o Tiago que eu perturbei várias vezes.

À Juju que mesmo com dois anos de idade, tem o poder de me fazer rir nos momentos mais estressantes.

À Ângela que colaborou no trabalho de campo ao longo desses 12 meses de coleta.

Ao Dr. Alexandre Bonaldo pelas fotos dos embriões.

Ao Allan Cohen pela correção dos abstracts.

E a todos que colaboraram de forma direta ou indireta para a realização desse trabalho, o meu muito obrigada.

## INDICE

LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	ix
INTRODUÇÃO GERAL .....	10
LITERATURA CITADA.....	<a href="#">14</a>
<b>Aspectos reprodutivos e relação peso-comprimento de <i>Anableps anableps</i> (Linnaeus, 1758) (Cyprinodontiformes: Anablepidae) no estuário Amazônico.....</b>	<b>17</b>
RESUMO .....	17
ABSTRACT.....	17
INTRODUÇÃO .....	18
MATERIAL E MÉTODOS .....	19
RESULTADOS.....	23
DISCUSSÃO .....	35
AGRADECIMENTOS.....	39
LITERATURA CITADA .....	39
<b>Caracterização morfológica das gônadas de fêmeas de <i>Anableps anableps</i> (Linnaeus, 1758) (Cyprinodontiformes: Anablepidae) no estuário Amazônico.....</b>	<b>43</b>
RESUMO .....	43
ABSTRACT.....	43
AGRADECIMENTOS.....	49
LITERATURA CITADA .....	49

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.1** - Área de Estudo com destaque para o rio Maracanã, localizando a área de coleta situada no município de Maracanã (PA).....20
- Figura 1.2** – Variação mensal da proporção sexual (fêmeas: machos) para *A. anableps* na foz do rio Maracanã – PA, durante o período de setembro de 2008 a agosto de 2009.....24
- Figura 1.3** – Relação do comprimento padrão e do peso total por sexo para *A. anableps* na foz do rio Maracanã – PA, durante o período de setembro de 2008 a agosto de 2009. A: comprimento padrão por sexo e B: peso total por sexo. F: resultado da ANOVA com o valor de p encontrado.....25
- Figura 1.4**– Relação peso-comprimento e do resíduo proporcional-comprimento para fêmeas de *A. anableps* coletadas na foz Amazônica. A: relação peso-comprimento e B: distribuição de resíduos proporcionais.....26
- Figura 1.5** – Relação peso-comprimento e dos resíduos proporcionais para os machos de *A. anableps* coletados na foz do rio Maracanã - PA. A: relação peso-comprimento; B: distribuição de resíduos proporcionais do modelo unifásico e C: distribuição de resíduos proporcionais do modelo polifásico.....27
- Figura 1.6** – Variação do fator de condição alométrico para machos e fêmeas de *A. anableps* coletados na foz do rio Maracanã - PA.....29
- Figura 1.7** – Proporção dos estádios de maturação gonadal das fêmeas de *A. anableps* coletados na foz do rio Maracanã - PA.....30
- Figura 1.8** – Relação do Índice Gonadossomático com os meses de coleta para as fêmeas de *A. anableps* na foz do rio Maracanã-PA. Os meses de 01 a 08 correspondem aos meses de janeiro a agosto do ano de 2009, enquanto que os de 09 a 12 correspondem aos meses de setembro a dezembro de 2008.....31
- Figura 1.9** – Relação entre o número de ovos/embriões, peso dos ovários e o comprimento padrão (cm) de fêmeas de *A. anableps* na foz do rio Maracanã-PA.....32

- Figura 1.10** – Relação entre o número de embriões no estágio 5 e o comprimento total médio (cm) e o peso total médio desses embriões de *A. anableps* na foz do rio Maracanã - PA.....34
- Figura 1.11**– Proporção de fêmeas maduras sexualmente por comprimento padrão (cm) para *A. anableps* na foz do rio Maracanã – PA.....35
- Figura 2.1**– Fotomicrografia dos ovários de *A. anableps* corados em HE com aumento de 40x e 100x, nos diferentes estádios de maturação. A e B: Imaturo; C e D: Em maturação; E e F: maturo fecundado. Ov: ovogônias; I: ovócitos com cromatina nucléolo; II: ovócitos com cromatina perinucleolar; III: ovócitos com alvéolos corticais; IV: ovócitos na fase lipídica completa; CF: células foliculares; M: densa membrana, Em: embrião.....47

**LISTA DE TABELAS**

- Tabela I**- Parâmetros estimados para o crescimento polifásico dos machos de *A. anableps* coletados na foz do rio Maracanã – PA (a1: coeficiente de proporcionalidade na fase 1; a2: coeficiente de proporcionalidade na fase 2; tax1: taxa de mudança da fase do coeficiente de proporcionalidade; tax2: taxa de mudança de fase do coeficiente de alometria; b1: coeficiente de alometria da fase 1 e b2: coeficiente de alometria da fase 2; e PMF: ponto de mudança de fase).....28
- Tabela II** - Descrição dos estágios embrionários de *A. anableps* capturados na foz do rio Maracanã – PA no período de setembro de 2008 a agosto de 2009.....33

## INTRODUÇÃO GERAL

A família Anablepidae apresenta distribuição Neotropical e, atualmente, compreende 15 espécies de pequeno a médio porte, distribuídas em três gêneros: *Jenynsia* Günther, 1866, *Oxyzygonectes* Fowler, 1916 e *Anableps* Scopodi, 1777 (REIS *et al.*, 2003).

O gênero *Anableps* é composto por três espécies: *Anableps anableps* (LINNAEUS, 1758), *A. dowi* GILL, 1861 e *A. microlepis* MÜLLER & TROSCHEL, 1844, as quais podem ser encontradas desde a América Central até a região norte da América do Sul, incluindo o Oceano Pacífico com ocorrência restrita de *A. dowi* (MILLER, 1979).

Na costa norte brasileira ocorrem apenas duas espécies, *A. anableps* e *A. microlepis*, que se distribuem ao longo da costa dos estados do Amapá, Pará, Maranhão e Piauí, onde vivem nas desembocaduras dos rios, em águas doce, salobra e salgada (RIBEIRO & CASTRO, 2003).

*A. microlepis* ocupa a zona intertidal do estuário, podendo também viver em ambientes bastante hialinos, devido a esta capacidade de viver em diferentes concentrações de salinidade, é considerada uma espécie eurihialina (LOWE-MCCONNELL, 1975; BARTHEM, 1985; NASCIMENTO & ASSUNÇÃO, 2008). Já *A. anableps* é tipicamente estuarina, considerada como uma espécie estenohialina por não suportar grandes diferenças de concentração salina (SCHWASSMAN, 1971; NASCIMENTO & ASSUNÇÃO, 2008). De acordo com CARVALHO-NETA & CASTRO (2008), esta espécie efetua todo o seu ciclo biológico nos estuários, utilizando permanentemente essa área para alimentação, crescimento e reprodução, sendo considerada também uma espécie estuarino-residente.

As espécies de *Anableps* representam os maiores peixes vivíparos da ordem Cyprinodontiformes, podendo chegar até 35cm de comprimento (BURNS & FLORES, 1981). E assim, como outros Cyprinodontiformes, também apresentam modificação da nadadeira anal em gonopódios tubulares nos machos, os quais auxiliam no processo reprodutivo, transferindo espermatozóides para o trato reprodutivo da fêmea (GRIER *et al.* 1981). O desenvolvimento embrionário e a fecundação dessas espécies são internos, sendo assim consideradas vivíparas (MARTINS-JURAS, 1989).

Essas espécies são caracterizadas ainda por apresentarem olhos proeminentes divididos horizontalmente por uma membrana opaca, tendo cada metade a sua parte da

retina (MILLER, 1979). Esta estrutura ocular lhe permite uma visão aérea e aquática simultaneamente e uma capacidade de explorar ambientes rasos e próximos à margem (MILLER, 1979; OLIVEIRA *et al.* 2006). Essa característica é a mais marcante para essas espécies, as quais são vulgarmente conhecidas como “peixes de quatro olhos” ou “tralhoto”.

Nenhuma dessas espécies é comercializada para consumo, sendo ocasionalmente comercializadas para o mercado de aquarofilia (IKEDA *et al.*, 2005). E o aspecto melhor conhecido é o da fisiologia ocular, onde muitos estudos abordando esse tema foram realizados (SCHWASSMANN & KRUGER, 1965; OLIVEIRA *et al.* 2006). No entanto, poucos trabalhos abordando os aspectos biológicos e/ou ecológicos dessas espécies são encontrados na literatura.

Com relação à biologia alimentar, MILLER (1979) cita que *A. dowi* se alimenta basicamente de insetos, enquanto as espécies *A. anableps* e *A. microlepis* comem algas e detritos na região da América Central. BRENNER & KRUMME (2007) citam que a dieta de *A. anableps*, coletados no nordeste paraense, consiste basicamente de macroalgas vermelhas e de pequenos caranguejos da família Grapsidae.

Em relação à biologia reprodutiva dessas espécies, alguns estudos foram realizados na América Central. TURNER (1938) descreveu as adaptações para viviparidade dos ovários e embriões de *A. anableps*, onde sugere que os embriões são nutridos pela mãe. BURNS & FLORES (1981) estudaram a biologia reprodutiva de *A. dowi* em El Salvador e constataram que essa espécie se reproduz o ano inteiro. KNIGHT *et al.* (1985) estudaram a placenta folicular e o crescimento embrionário para os *Anableps*, onde sugerem que durante todo desenvolvimento embrionário ocorre a transferência de nutrientes da mãe para os embriões. E BURNS (1991) descreveu o desenvolvimento dos testículos e do gonopódio nos machos de *A. dowi* no estuário de El Tamarino.

No Brasil, somente NASCIMENTO & ASSUNÇÃO (2008) estudaram a ecologia reprodutiva de *A. anableps* e *A. microlepis* na ilha de Marajó-PA. Essas autoras citam que embora essas espécies se reproduzam o ano todo, elas apresentam picos reprodutivos distintos.

Apesar da reprodução das espécies de *Anableps* ocorrer durante todo o ano, VAZZOLER (1996) cita que a maioria das espécies de peixes apresenta uma periodicidade em seu processo reprodutivo, no qual, o desenvolvimento gonadal inicia em uma época anterior a de reprodução, atingindo a maturidade quando as condições

ambientais se tornam favoráveis à fecundação e ao desenvolvimento reprodutivo. Sendo assim, estudos voltados ao desenvolvimento gonadal e escalas macroscópicas de identificação dos estádios, tornam-se ferramentas práticas e eficazes para estudos de reprodução e ecologia da espécie (VITULE *et al.* 2007), principalmente levando em consideração diferentes localidades. Já que a reprodução ajustada às condições do ambiente em que as populações vivem, são responsáveis pela perpetuação da espécie (BRAGA, 2006).

Nesse contexto, estudos sobre a biologia reprodutiva de peixes abordando época de reprodução, tamanho e idade da primeira maturação gonadal, fecundidade e tipo de desova, são importantes porque fornecem subsídios necessários para preservação da ictiofauna (BABIERI, 1994; SANTOS *et al.*, 2006).

Alguns aspectos da dinâmica populacional como relação peso-comprimento, fator de condição e proporção sexual foram realizados para *A. anableps* no Maranhão (RIBEIRO & CASTRO, 2003; CARVALHO-NETA & CASTRO, 2008), no estuário de Curuçá-PA (IKEDA *et al.*, 2005) e no nordeste paraense (BRENNER & KRUMME, 2007). Esses estudos mostraram que as fêmeas são maiores e mais pesadas que os machos, e que este fato é decorrente do modo de reprodução da espécie (viviparidade).

A relação peso-comprimento é considerada como um importante parâmetro das populações de peixes, sendo um bom indicativo de atividades alimentares e reprodutivas (VICENTIM *et al.*, 2004). A partir da análise da relação peso-comprimento é possível estimar o peso através do comprimento e vice-versa, analisar o ritmo do crescimento através do coeficiente alométrico e indicar o estado fisiológico do peixe em relação ao armazenamento de gordura ou desenvolvimento gonadal, através do fator de condição (K) (AGOSTINHO & GOMES, 1997).

O Fator de Condição fornece importantes informações sobre o estado fisiológico dos peixes, onde indivíduos com maior massa em um dado comprimento estão em melhor condição (BRAGA, 1986; LIMA-JUNIOR & GOITEIN, 2006). Esse índice também tem sido bastante utilizado como indicadores do período reprodutivo de peixes, quando correlacionado a outros fatores como o IGS (QUEROL *et al.*, 2002).

De acordo com BRAGA (1986), o fator de condição de Fulton é limitado por não permitir comparações entre exemplares de diferentes tamanhos, enquanto que o fator de condição alométrico permite estabelecer comparações entre indivíduos de diferentes tamanhos ao longo de um ciclo anual.

A variação do fator de condição, ao longo do ano, pode ser utilizada também como dado adicional ao estudo dos ciclos sazonais dos processos de alimentação e reprodução (LIMA-JUNIOR *et al.*, 2002).

De acordo com SANTOS *et al.* (2003), para se compreender o comportamento das populações de peixes e para se planejar medidas conservacionistas de espécies ou ecossistemas é de extrema importância conhecer a biologia das espécies em diferentes habitats.

Nesse contexto, embora *A. anableps* seja uma espécie bastante abundante no estuário Amazônico, poucos estudos sobre a biologia e ecologia dessa espécie foram realizados nesse ambiente. Desta forma, o presente trabalho visou fornecer informações básicas sobre a biologia reprodutiva de *A. anableps* na foz do rio Maracanã, município de Maracanã, Pará - Brasil.

O primeiro artigo fornece informações sobre a biologia reprodutiva de *A. anableps*, abordando proporção sexual, relação peso-comprimento, estimativa da primeira maturação sexual e época de reprodução. Este artigo será submetido à Revista Brasileira de Zoologia.

O segundo artigo apresenta uma descrição morfológica das gônadas de fêmeas de *A. anableps* na foz do rio Maracanã-PA. E será submetido como nota científica a Revista Neotropical Ichthyology.

## LITERATURA CITADA

- AGOSTINHO, A.A & GOMES, L.C. 1997. **Reservatório de Segredo – bases ecológicas para manejo**. Maringá: EDUEM 387p.
- BARBIERI, G. 1994. Dinâmica da reprodução de cascudo, *Rineloricaria latirostris* Boulenger (Siluriformes, Loricariidae) do Rio Passa Cinco, Ipeúna, São Paulo. **Rev. Bras. Zool Curitiba 11** (4): 600-615.
- BARTHEM, R.B. 1985. Ocorrência, distribuição e biologia dos peixes da Baía do Marajó, Estuário Amazônico. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Zoologia 2** (1): 49-69.
- BRAGA, F.M.S. 1986. Estudo entre fator de condição e relação peso-comprimento para alguns peixes marinhos. **Revista Brasileira de Biologia, Rio de Janeiro, 46** (2): 339-346.

- BRAGA, F.M.S. 2006. Aspectos da reprodução no gênero *Characidium* Reinhardt, 1867 (Crenuchidae, Characidiinae), na microbacia do Ribeirão Grande, serra da Mantiqueira, sudeste do Brasil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 28, n. 4, p. 365-371.
- BRENNER, M & KRUMME, U. 2007. Tidal migration and patterns in feeding of the four-eyed fish *Anableps anableps* L. in a north Brazilian mangrove. **Journal of Fish Biology** **70**: 406–427.
- BURNS, J.R. & FLORES, J.A. 1981. Reproductive biology of the cuatro ojos, *Anableps dowi* (Pisces: Anablepidae), from el salvador and its seasonal variations. **Copeia** **1**: 24-33.
- BURNS, J.R. 1991. Testis and gonopodium development in *Anableps dowi* (Pisces: Anablepidae) correlated with pituitary gonadotropic zone area. **Journal of Morphology** **210**: 45-53.
- CARVALHO-NETA, R.N.F. & CASTRO, A.C.L. 2008. Diversidade das assembléias de peixes estuarinos da ilha dos Caranquejos, Maranhão. *Arq. Ciê. Mar.*, Fortaleza, 41 (1): 48-57.
- GRIER, H.J.; BURNS, J.R.; FLORES, J.A. 1981. Testis structure in three species of teleosts with tubular gonopodia. **Copeia** **4**: 797-801.
- IKEDA, R. G. P.; SILVA, J.M.B. & MIRANDA, S.C.S. 2005. Morfometria do tralhoto, *Anableps anableps* (LINNAEUS, 1758), do estuário de Caratateua – Curuçá – Pará. **Boletim Técnico-Científico do CEPNOR** **5** (1): 93-103.
- KNIGHT, F.M; LOMBARDI, J.; WOURMS, J.P. & BURNS, J.R. 1985. Follicular placenta and Embryonic Growth of the Viviparous Four-Eyed Fish (*Anableps*). **Journal of Morphology** **185**: 131-142.
- LIMA-JÚNIOR, S.E. & GOITEN, R. 2006. Fator de condição e ciclo gonadal de fêmeas de *Pimelodus maculatus* (Osteichthyes, Pimelodidae) no rio Piracicaba (São Paulo – Brasil). **Bol. Inst. Pesca, São Paulo** **32** (1): 87-96.

- LIMA-JÚNIOR, S.E.; CARDONE, I.B.; GOITEIN, R. 2002. Determination of a method for calculation of Allometric Condition Factor of fish. **Acta Scientiarum, Maringá**, **24**: 397-400.
- LOWE-McCONNEL, R. H. 1975. **Fish communities in tropical freshwaters: their distribution, ecology, and evolution**. Longman, New York.
- MARTINS-JURAS, I.A.G.M. 1989. Ictiofauna estuarina da Ilha do Maranhão (MA-Brasil). **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 184 p.
- MILLER, R. R. 1979. Ecology, habits and of the middle american cuatro ojos, *Anableps dowi* (Pisces: Anablepidae). **Copeia** **1**: 82-91.
- NASCIMENTO, F.L & ASSUNÇÃO, M.I.S. 2008. Ecologia reprodutiva dos tralhotos *Anableps anableps* e *Anableps microlepis* (Pisces: Osteichthyes: Cyprinodontiformes: Anablepidae) no rio Paracauari, ilha de Marajó, Pará, Brasil. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciências Naturais** **3** (3): 229-240.
- OLIVEIRA, F. G.; COIMBRA, J. P.; YAMADA, E.S.; MONTAG, L. F. A.; NASCIMENTO, F. L.; OLIVEIRA, V. A.; MOTA, D. L.; BITTENCOURT, A. M.; SILVA, V. L. & COSTA, B. L. S. A. 2006. Topographic analysis of the ganglion cell layer in the retina of the four-eyed fish *Anableps anableps*. **Visual Neuroscience** **23**: 1-8.
- QUEROL, M.V.M.; QUEROL, E.; GOMES, N.N.A. 2002. Fator de condição gonadal, índice hepatossomático e recrutamento como indicadores do período de reprodução de *Loricariichthys platymetopon* (Osteichthyes, Loricariidae), bacia do rio Uruguai médio, sul do Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, **92** (3): 1-112.
- REIS, E.R., KULLANDER,S.O. & FERRARIS JR, C.J. 2003. **Check list of the freshwater fishes of south and central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 742p.
- RIBEIRO, D. & CASTRO, A.C.L. 2003. Contribuição ao estudo da dinâmica populacional do tralhoto *Anableps anableps* (Teleostei: Cyprinodontidae), no município de Bacuri, Estado do Maranhão. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia** **16**: 21-27.

- SANTOS, S.B.A.F, SILVA, A.C. & VIANA, M.S.R. 2003. Aspectos reprodutivos da pescada do piauí, *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), capturada no Açude Pereira de Miranda (Pentecoste – Ceará). **Revista Ciência Agronômica** **34**: 5-10.
- SANTOS, S.L.; VIANA, L.F. & LIMA-JÚNIOR, S.E. 2006. Fator de condição e aspectos reprodutivos de fêmeas de *Pimelodella cf. gracilis* (Osteichthyes, Siluriformes, Pimelodidae) no rio Amambaí, Estado de Mato Grosso do Sul. **Acta Sci. Biol. Sci. Maringá** **28** (2):129-134.
- SCHWASSMANN, H.O. & KRUGER, L. 1965. Experimental analysis of the visual system of the four-eyed fish *Anableps microlepis*. **Vision Research** **5**: 269-281.
- SHWASSMANN, H. O. 1971. Biological rhythms, p. 371-428. In: **Fish physiolog.** W. S. Hoar and D. J. Randall (eds.). Academic Press, New York, Vol. 6.
- TURNER, C.L. 1938. Adaptations for viviparity in embryos and ovary of *Anableps anableps*. **Journal Morphology** **62**: 323-349.
- VAZZOLER, A.E.A.M. 1996. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. EDUEM SBI, São Paulo, 169 p.
- VICENTIM, W.; COSTA, F.E.S.; MARQUES, S.P.; ZUNTINI, D.; BARBOSA, E.G. 2004. Fator de Condição e relação peso-comprimento de *Prochilodus lineatus*, capturados na cabeceira do Rio Miranda, MS. **IV Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal**. Corumbá, Mato Grosso do Sul, 6 p.
- VITULE, J.R.S; GAZOLA-SILVA, F.F. & ARANHA, J.M.R. 2007. Desenvolvimento gonadal de *Deuteron longei* Travassos (Teleostei: Characidae). **Acta Biol. Par., Curitiba**, **36** (3-4): 113-119.

**Aspectos reprodutivos e relação peso-comprimento de *Anableps anableps* (Linnaeus, 1758) (Cyprinodontiformes: Anablepidae) no Estuário Amazônico**

Oliveira, Valéria de Albuquerque; <sup>1</sup>Fontoura, Nelson Ferreira; <sup>2</sup>Montag, Luciano Fogaça de Assis

**E-mail:** valeria\_a\_o@yahoo.com.br

<sup>1</sup> Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul/ Faculdade de Biociências/ Departamento de Biodiversidade e Ecologia; <sup>2</sup> Universidade Federal do Pará / Instituto de Ciências Biológicas / Laboratório de Ecologia e Zoologia dos Vertebrados - Ictiologia

**Resumo**

O presente trabalho teve como objetivo descrever a relação peso-comprimento e alguns aspectos da biologia reprodutiva de *A. anableps* na foz do rio Maracanã – PA durante o período de setembro de 2008 a agosto de 2009. Os exemplares foram coletados por meio de redes de espera de 30m de comprimento com malhas de 15 e 20mm e com um puçá com 1m de diâmetro com malha de 10mm. Foram capturados 865 espécimes, os quais foram analisados para estabelecer a razão sexual, que foi de 2,12 fêmeas por macho ( $x^2 = 13,07$ ;  $p < 0,05$ ). De acordo com o coeficiente de alometria as fêmeas apresentaram crescimento alométrico positivo e os machos alométrico negativo. Para as demais análises foram examinados 371 exemplares de fêmeas, os quais tiveram suas gônadas observadas microscopicamente. O desenvolvimento gonadal foi classificado em três estágios distintos: imaturo (4,5%), em maturação (12,0%) e maturo fecundado (83,1%). O desenvolvimento embrionário foi classificado em cinco fases distintas de acordo com o tamanho do embrião e do saco vitelínico. A fecundidade média encontrada foi de 12 ovos/embriões por fêmea, variando de um a 37 ovos/embrião. Foi observada uma relação significativa entre o comprimento padrão de fêmeas com o número de embriões e com o peso dos ovários. O tamanho médio da primeira maturação sexual (L50) para as fêmeas foi estimado em 11,7cm. Observou-se ainda que essa espécie se reproduz durante todo o ano.

**Palavras-chaves:** reprodução; viviparidade; tralhoto

**Abstract**

This study aimed to describe the length-weight relationship and some aspects of reproductive biology of *A. anableps* of the Maracanã river - PA during the period September 2008 to August 2009. Specimens were collected using gillnets of 30 m in length with meshes of 15 and 20mm with a hand net and 1 m in diameter with a mesh of 10mm. 865 specimens were captured, which were analyzed to establish the sex ratio, which was 2.12 females per male ( $x^2 = 13.07$ ,  $p < 0.05$ ). According to the coefficient of allometry the females showed positive allometric growth and the male negative allometric. For the other tests were examined 371 samples of females, which had their gonads observed microscopically. The gonadal development was classified into three distinct stages: immature (4.5%), maturing (12.0%) and mature fertilized (83.1%). The embryonic development was classified into five distinct phases according to the size of the embryo and the yolk sac. The mean fecundity was 12 eggs / embryos per female, ranging from one to 37 eggs / embryo. There was a significant relationship between the standard length of females with the number of embryos and the weight of the ovaries.

Size at sexual maturity (L50) for females was estimated at 11.7 cm. It was also observed that this species reproduces throughout the year.

**Keywords:** reproduction, viviparity; tralhoto

## INTRODUÇÃO

O gênero *Anableps* é composto por três espécies: *Anableps anableps* (LINNAEUS, 1958), *A. dowi* GILL, 1861 e *A. microlepis* MÜLLER & TROSCHER, 1844, as quais podem ser encontradas desde a América Central até a região norte da América do Sul, incluindo o Oceano Pacífico com ocorrência restrita de *A. dowi* (MILLER, 1979).

As espécies desse gênero representam os maiores peixes vivíparos da ordem Cyprinodontiformes, podendo chegar até 35cm (BURNS & FLORES, 1981). Essas espécies também são caracterizadas por apresentar olhos proeminentes divididos horizontalmente por uma membrana opaca, tendo cada metade a sua própria retina. Esta estrutura ocular lhes permite uma visão aérea e aquática simultaneamente e a capacidade de explorar ambientes rasos e próximos à margem (MILLER, 1979; OLIVEIRA *et al.*, 2006).

Muitos estudos focando os aspectos da fisiologia ocular dessas espécies foram realizados (SCHWASSMANN & KRUGER, 1965; OLIVEIRA *et al.*, 2006). No entanto, poucos trabalhos abordando os aspectos biológicos ou ecológicos dessas espécies são encontrados na literatura. Estudos sobre a biologia alimentar foram realizados por MILLER (1979) no Pacífico para as três espécies de *Anableps* e por BRENNER & KRUMME (2007) no Brasil para *A. anableps*. Alguns aspectos da dinâmica populacional como a relação peso-comprimento, a variação do fator de condição e a proporção sexual foram avaliados para *A. anableps* no Maranhão (RIBEIRO & CASTRO, 2003) e no estuário de Curuçá-PA (IKEDA *et al.*, 2005).

Com relação a biologia reprodutiva dessas espécies, alguns estudos foram realizados na América Central. TURNER (1938) descreveu as adaptações para viviparidade dos ovários e embriões de *A. anableps*. BURNS & FLORES (1981) estudaram a biologia reprodutiva de *A. dowi* em El Salvador; KNIGHT *et al.* (1985) estudaram a placenta folicular e o crescimento embrionário para os *Anableps* e BURNS (1991) descreveu o desenvolvimento dos testículos e do gonopódio nos machos de *A. dowi* no estuário de El Tamarino. No Brasil, somente NASCIMENTO & ASSUNÇÃO

(2008) estudaram a ecologia reprodutiva de *A. anableps* e *A. microlepis* na ilha de Marajó-PA.

No entanto, nenhum desses estudos sobre a biologia reprodutiva de *A. anableps* abordaram aspectos como tamanho da primeira maturação sexual, investimento das fêmeas na reprodução, variação da razão sexual ao longo do tempo, variação da relação peso-comprimento entre fases distintas de crescimento, bem com a variação do fator de condição entre os sexos.

A espécie *A. anableps* é tipicamente estuarina, podendo ser considerada como uma espécie estenohalina por não suportar grandes diferenças de concentração salina (SCHWASSMAN, 1971). De acordo com CARVALHO-NETA & CASTRO (2008), esta espécie efetua todo o seu ciclo biológico nos estuários, utilizando permanentemente essa área para alimentação, crescimento e reprodução, sendo considerada também uma espécie estuarino-residente.

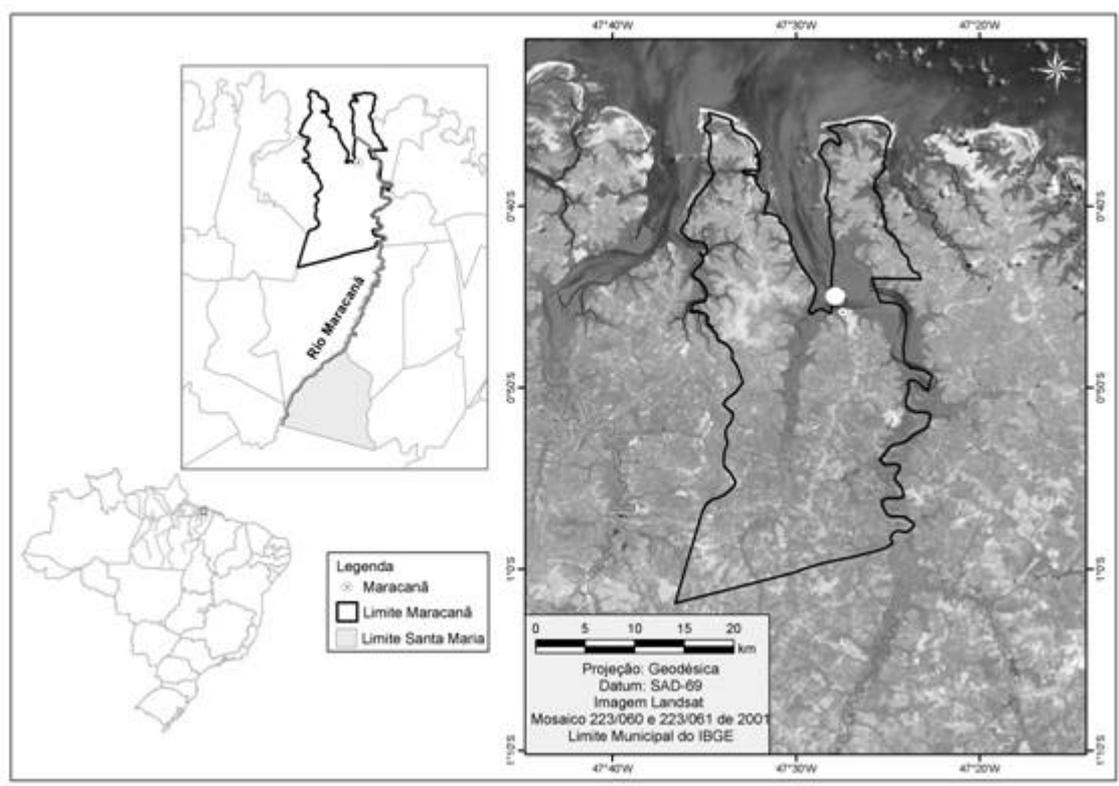
Embora *A. anableps* seja uma espécie bastante abundante no estuário Amazônico e se destaque das outras espécies de peixes por apresentar um comportamento peculiar, poucos estudos sobre sua biologia e ecologia foram realizados nesse ambiente. Desta forma, o presente estudo visa contribuir com informações sobre a biologia reprodutiva de *A. anableps* capturados na foz do rio Maracanã – Pará, abordando proporção sexual, relação peso-comprimento e fator de condição para machos e fêmeas; desenvolvimento embrionário, fecundidade média, tamanho da primeira maturação gonadal e época de reprodução para as fêmeas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os exemplares de *A. anableps* analisados neste trabalho são provenientes da foz do Rio Maracanã, o qual nasce no município de Santa Maria do Pará e deságua no Oceano Atlântico (costa norte) entre as ilhas de Maiandeuá e Marco, ao sul do rio Pará (IBGE, 1996). Este rio banha o município de Maracanã (00° 46' 03"S e 47° 27' 12" O) (Figura 1.1), o qual está localizado na região do salgado, nordeste do estado do Pará. O clima da região é classificado, segundo Köppen, como do tipo equatorial quente úmido com temperatura elevada, com média de 27° C. As precipitações estão em torno de 2.000 mm/ano, com maior índice de chuva nos primeiros meses do ano (IDESP, 1997).

O rio Maracanã possui curso meândrico, com vários afluentes tendo como principal afluente esquerdo, o rio Caripi. A profundidade do rio Maracanã varia de 15 a

20 metros (IBGE, 2009). O nível do rio é maior no período de fevereiro a abril e menor nos meses de setembro e outubro (IBGE, 2009). Dados de salinidade, obtidos neste trabalho mostraram uma variação de 5‰ a 35‰ para o ano de 2009.



**Figura 1.1** - Área de Estudo com destaque para o rio Maracanã, localizando a área de coleta situada no município de Maracanã (PA).

Os exemplares foram coletados mensalmente durante o período de setembro de 2008 a agosto de 2009. Tendo em vista que essas espécies apresentam hábito diurno e que a eficácia de captura está associada ao momento de maré baixa, as coletas foram realizadas durante essa maré no período diurno.

A captura dos exemplares foi realizada com uma rede de espera de 30m de comprimento com malhas de 15mm e 20mm de nós opostos, e com um puçá de 1m de diâmetro com malha de 10mm entre nós opostos. Para a análise de proporção sexual, relação peso-comprimento e fator de condição utilizou-se o maior número de espécimes capturados por mês, enquanto que para as demais análises, o tamanho da amostra foi em média de 30 indivíduos.

Após a captura, todos os exemplares foram sexados, pesados e medidos o comprimento padrão (CP) (distância do extremo do focinho ao pedúnculo caudal) e o

comprimento total (CT) (distância do extremo do focinho a maior extremidade da nadadeira caudal).

A determinação do sexo foi realizada por meio da observação do dimorfismo sexual que consiste na presença do gonopódio (nadadeira anal modificada) nos machos (TURNER, 1950).

O comprimento padrão e total foram tomados por meio de uma régua de 50cm, com precisão de 0,1cm. A pesagem dos indivíduos foi efetuada através de balança digital DIAMOND com capacidade para 500g com precisão de 0,1g e balança minidigital SCALE com capacidade para 20g com precisão de 0,001g para a pesagem das gônadas.

As gônadas foram retiradas através de uma incisão ventral-longitudinal da abertura urogenital à cabeça. Logo em seguida, elas foram pesadas e conservadas em formol 10% e após 24 horas foram conservadas em álcool 70%.

A razão sexual (fêmeas: machos) foi calculada mensalmente e testada através do teste do Qui-quadrado (SOKAL & ROHLF, 1981), com a correção de Yates para verificar diferenças na proporção sexual.

A relação peso-comprimento foi ajustada com o intuito de identificar possíveis diferenças entre os sexos de *A. anableps*. Essa relação foi descrita para fêmeas e machos de acordo com a equação  $W = a.L^b$ , onde W= peso total; L= comprimento padrão; a= coeficiente de proporcionalidade e b= coeficiente de alometria. Em seguida, os resíduos foram plotados em relação ao comprimento padrão, para verificar se esta relação apresentava tendência aleatória de dispersão. A significância dessa tendência foi testada de regressão linear e polinomial a fim de detectar possível crescimento polifásico. Após detectado o crescimento polifásico, os coeficientes da relação peso-comprimento para cada fase de crescimento foram calculados de acordo com as seguintes equações (BERVIAN *et al.*, 2006):

$$W = f(a).L^{f(b)}$$

$$f(a) = a1 + (a2 - a1) / (1 + \exp(\text{tax1} * (\text{Cp} - \text{tax2})))$$

$$f(b) = b2 + (b1 - b2) / (1 + \exp(\text{tax2} * (\text{Cp} - \text{tax2})))$$

Onde: W: peso total; L: comprimento padrão; a1: coeficiente de proporcionalidade na fase 1; a2: coeficiente de proporcionalidade na fase 2; tax1: taxa de mudança da fase do

coeficiente de proporcionalidade; tax2: taxa de mudança de fase do coeficiente de alometria; b1: coeficiente de alometria da fase 1 e b2: coeficiente de alometria da fase 2. O ajuste das equações foi efetuado através da rotina Solver do Microsoft Office Excel<sup>®</sup> 2007, buscando-se a menor variância da soma dos resíduos para o modelo ajustado.

Foi também aplicado, para cada fase de crescimento, um teste t de Student (ZAR, 1999) com nível de significância de 5%, para verificar se o valor obtido de “b” foi significativamente diferente de 3 para cada sexo. Esse teste foi aplicado com o intuito de saber se o crescimento do peixe é isométrico (ou seja, ele cresce na mesma proporção que engorda, e b=3) ou alométrico (o crescimento e a engorda se dão em proporções distintas, e b≠3).

O fator de condição alométrico foi estimado individualmente para cada sexo, considerando-se o respectivo valor do coeficiente de alometria (b), de acordo com a equação  $K = W/L^b$ , onde K= fator de condição; W= peso total; L= comprimento padrão e b= coeficiente de alometria obtido na relação peso-comprimento. Em seguida foi estimada a média mensal.

Os estádios de maturação gonadal para as fêmeas foram identificados de acordo com OLIVEIRA *et al.* (in press). O número de indivíduos em cada estágio gonadal ao longo dos meses foi testado através de Análise de Variância (ANOVA) de dois fatores. Para testar se os dados preenchiam os requisitos de normalidade e homocedasticidade usou-se os testes de Kolmogorov-Smirnov e Bartlett, com nível de significância de 5%, respectivamente. Todos esses testes foram realizados no programa Statistica<sup>®</sup> 7.0.

Foi realizado ainda, o cálculo do índice gonadossomático (IGS) para cada fêmea, a fim de estabelecer a curva de maturação gonadal e, assim, obter a época de desova. De acordo com a seguinte equação:

$$IGS = \frac{PG}{PT} \times 100$$

Onde: IGS = índice gonadossomático; PG = peso da gônada e PT = peso total.

Caracterizaram-se ainda as fases de desenvolvimento embrionário para os embriões amostrados, baseando-se nas características referentes ao tamanho do embrião e do saco vitelínico. A escala de desenvolvimento embrionário utilizada foi adaptada da proposta por NASCIMENTO & ASSUNÇÃO (2008) e foi ilustrada com o auxílio de câmera digital Leica M205A com programa de automontagem LAS.

Para a determinação da fecundidade, os ovos e embriões foram contados por fêmea em cada mês de coleta. A relação entre o número de ovos/embriões e o

comprimento padrão das fêmeas foi testada com uma Regressão Linear Simples, a fim de avaliar a influência do tamanho da fêmea no investimento sexual.

O tamanho médio da primeira maturação gonadal ( $L_{50}$ ) foi determinado a partir de frequências de fêmeas não adultas a adultas agrupadas em classes de comprimento padrão de 1cm, utilizando a seguinte equação logística:

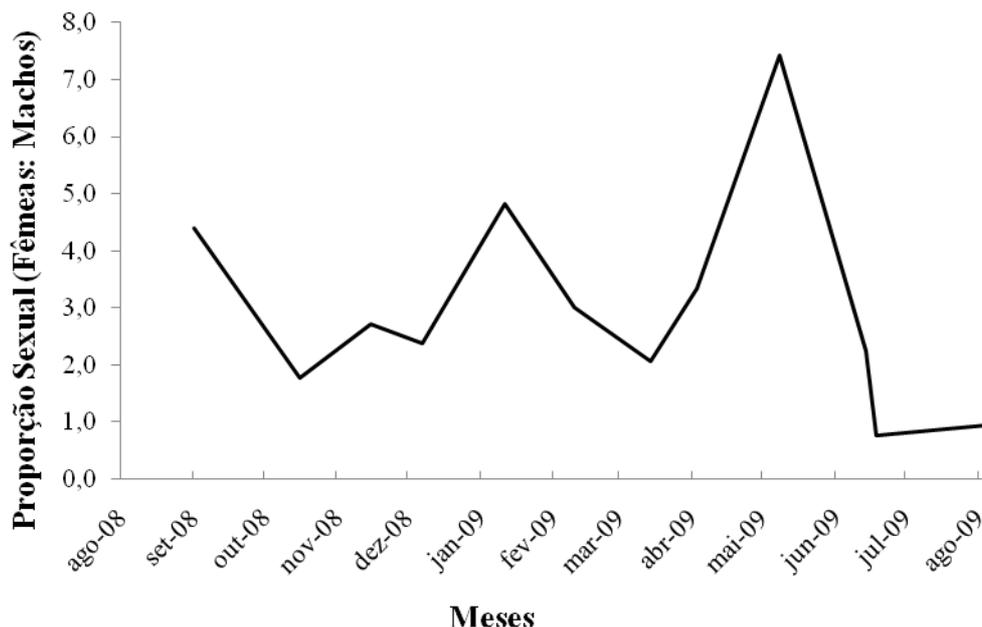
$$F = \frac{1}{(1 + \exp(-tax * (Cp - L50)))}$$

Onde: F = proporção de fêmeas maduras por classes de comprimento; tax = parâmetro da taxa de mudança de fase não reprodutiva para reprodutiva; Cp = comprimento padrão (cm); L50 = tamanho da primeira maturação (cm).

O ajuste da função e a estimativa dos intervalos de confiança foram obtidos com o programa SPSS<sup>®</sup> 17.5 (Levenberg-Marquardt algorithm). O tamanho médio da primeira maturação gonadal correspondeu ao comprimento padrão em que 50% dos indivíduos estavam maduros.

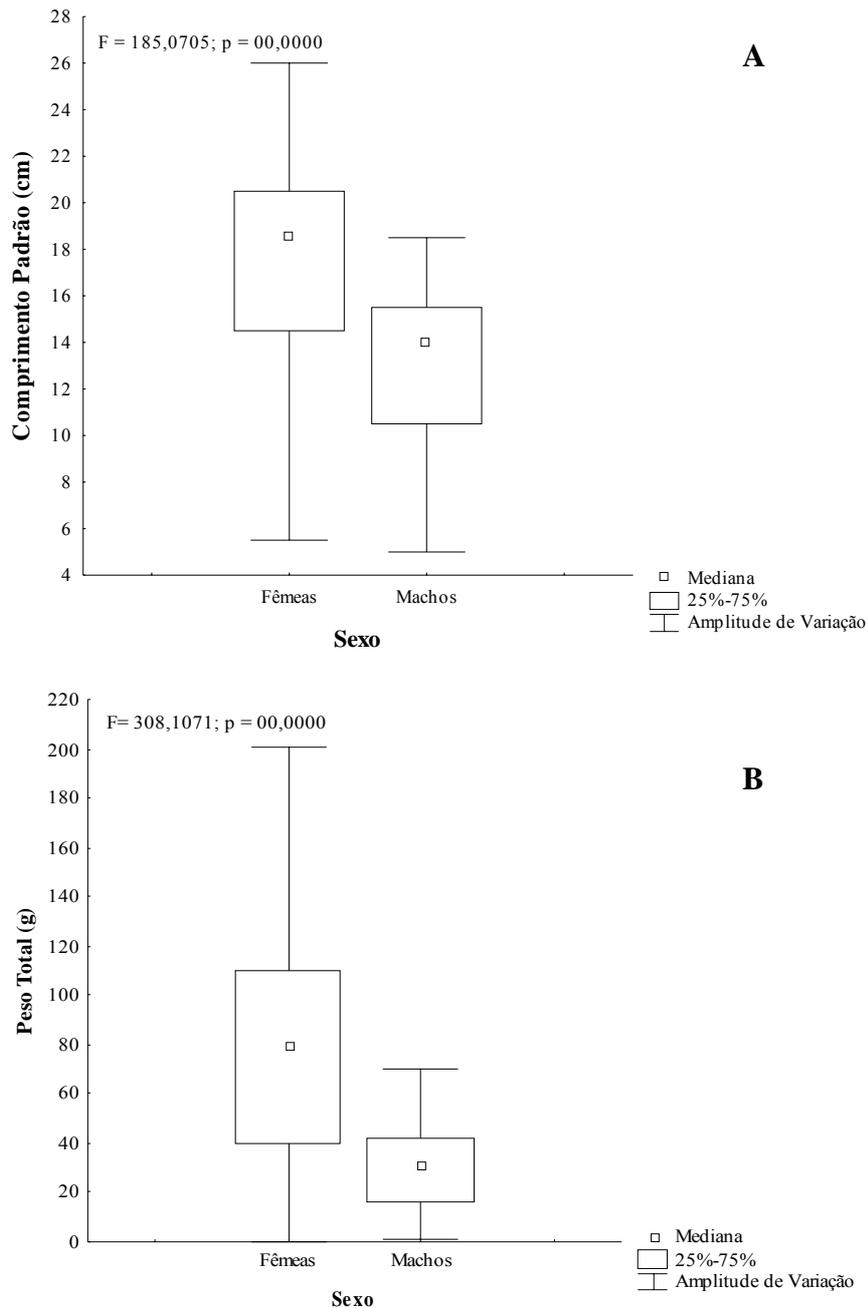
## RESULTADOS

Foram capturados 865 espécimes de *A. anableps* ao longo dos 12 meses de coleta, destes 529 (61,16%) foram fêmeas, 249 (28,79%) foram machos e 87 (10,55%) não tiveram o sexo determinado por serem juvenis. A proporção sexual obtida para todo o período de amostragem foi de 2,12 fêmeas por macho ( $\chi^2 = 13,07$ ;  $p < 0,05$ ). No entanto essa proporção variou ao longo dos meses de coleta, apresentando um pico de sete vezes mais fêmeas (7:1) no mês de maio de 2009 (Figura 1.2).



**Figura 1.2** – Variação mensal da proporção sexual (fêmeas: machos) para *A. anableps* na foz do rio Maracanã – PA, durante o período de setembro de 2008 a agosto de 2009.

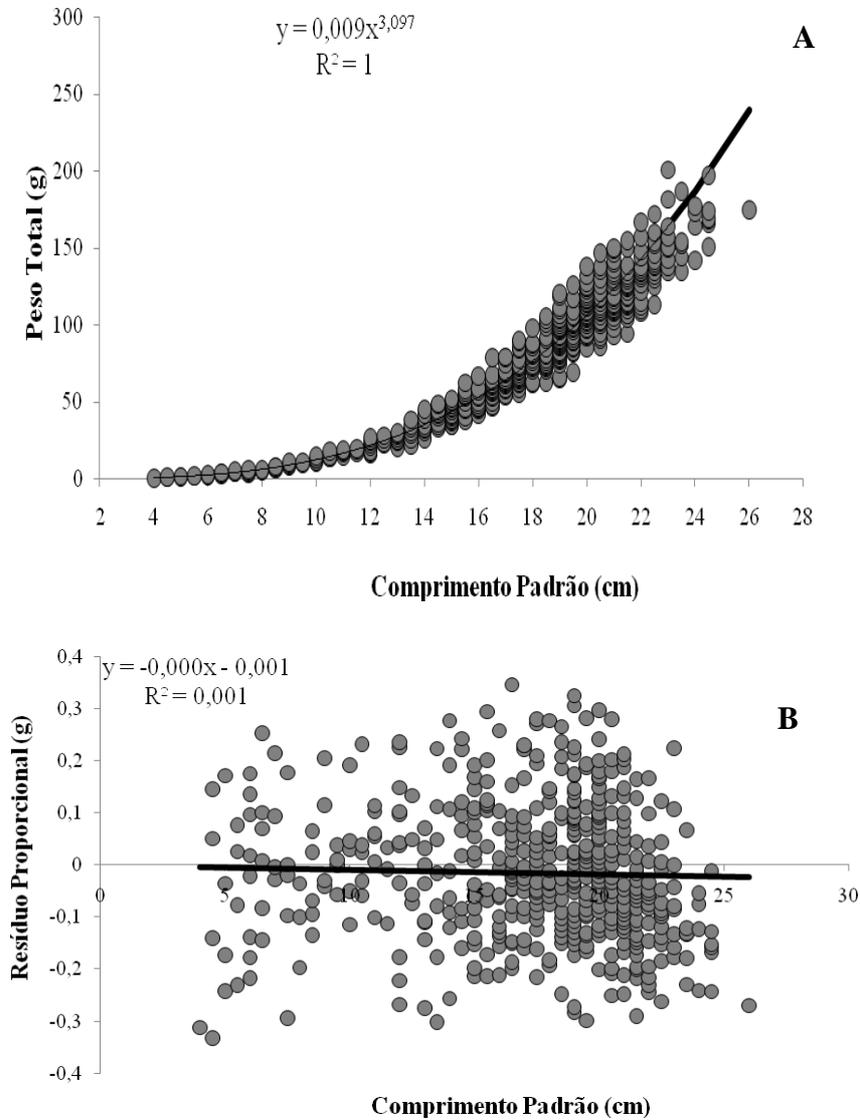
O comprimento padrão máximo encontrado para as fêmeas foi 24,5cm com média de 18,5cm, e para os machos foi de 18,5cm com média de 14,0 cm (Figura 1.3A). O peso total máximo observado para fêmeas foi de 200,7g com média de 80g, enquanto que para os machos o peso total máximo encontrado foi de 69,7 g com média de 31,3 g (Figura 1.3B).



**Figura 1.3** – Relação do comprimento padrão e do peso total por sexo para *A. anableps* na foz do rio Maracanã – PA, durante o período de setembro de 2008 a agosto de 2009. A: comprimento padrão por sexo e B: peso total por sexo. F: resultado da ANOVA com o valor de p encontrado.

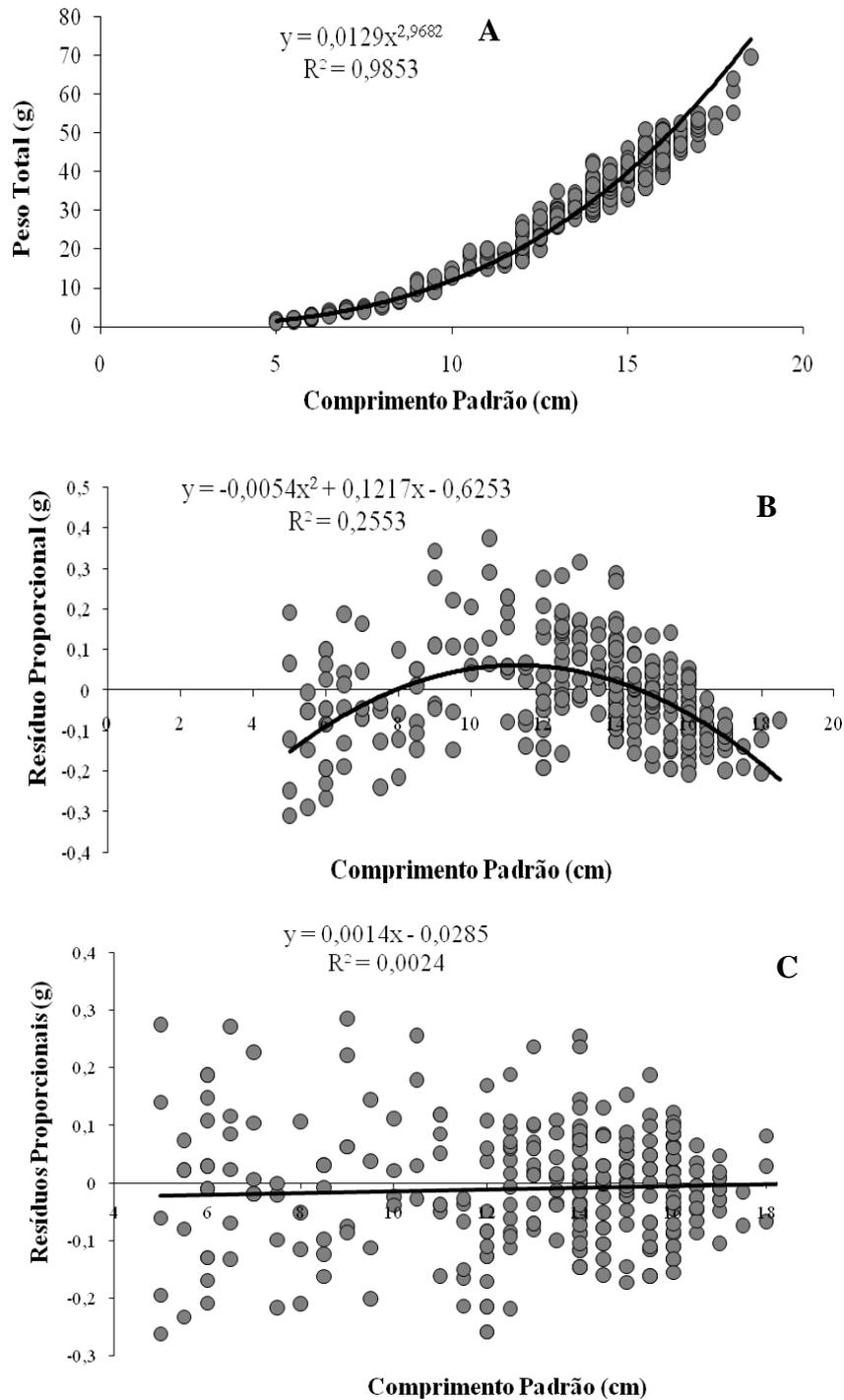
A relação peso-comprimento demonstrou um maior aumento no incremento peso nas fêmeas que nos machos (Figura 1.4A). As fêmeas apresentaram crescimento alométrico positivo ( $b = 3,097$ ;  $t = 13,3$ ) e, de acordo com a análise do resíduo

proporcional, a qual não apresentou qualquer tendência, demonstrando adequação do modelo (Figura 1.4B) (N= 524;  $R^2= 0,001$ ;  $P>0,05$ ).



**Figura 1.4**– Relação peso-comprimento e do resíduo proporcional-comprimento para fêmeas de *A. anableps* coletadas na foz Amazonica. A: relação peso-comprimento e B: distribuição de resíduos proporcionais.

No entanto, os machos apresentaram crescimento alométrico negativo (Figura 1.5A) ( $b= 2,968$ ;  $t= 5,8$ ) e uma marcada tendência dos resíduos proporcionais (Figura 1.5B), sugerindo inadequação do modelo de equação potência simples em descrever a relação peso-comprimento (  $N= 309$ ;  $F= 34,96$ ;  $P<0,05$ ).



**Figura 1.5** – Relação peso-comprimento e dos resíduos proporcionais para os machos de *A. anableps* coletados na foz do rio Maracanã-PA. A: relação peso-comprimento; B: distribuição de resíduos proporcionais do modelo unifásico e C: distribuição de resíduos proporcionais do modelo polifásico.

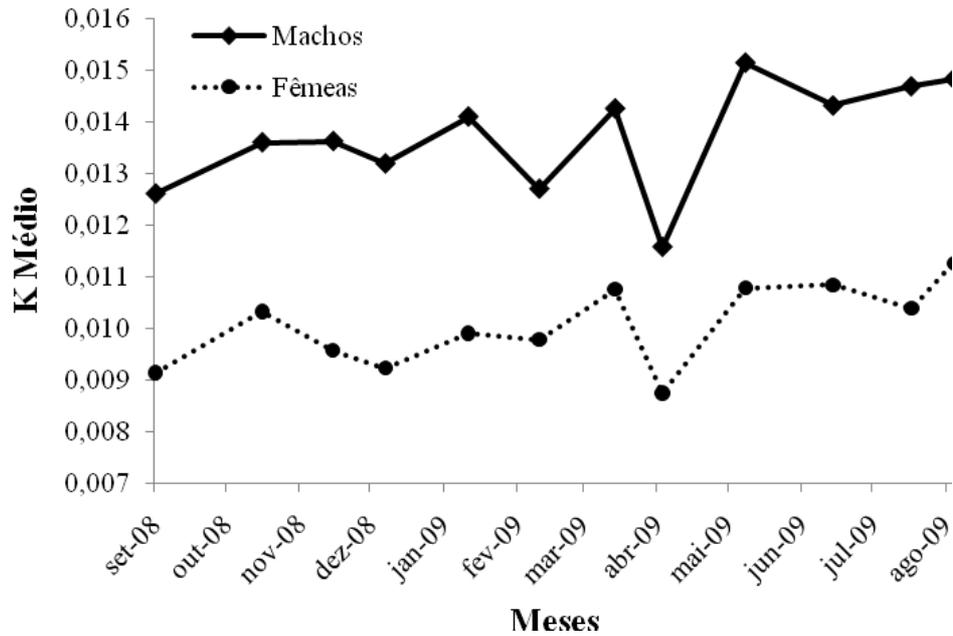
O ajuste do modelo de crescimento polifásico nos machos estimou 8,7cm como o ponto de mudança de fase. Os coeficientes de alometria mostraram que apesar do

crescimento ser alométrico negativo nas duas fases de crescimento, o aumento no incremento peso foi maior na primeira fase (Tabela I).

**Tabela I-** Parâmetros estimados para o crescimento polifásico dos machos de *A. anableps* coletados na foz do rio Maracanã – PA (a1: coeficiente de proporcionalidade na fase 1; a2: coeficiente de proporcionalidade na fase 2; tax1: taxa de mudança da fase do coeficiente de proporcionalidade; tax2: taxa de mudança de fase do coeficiente de alometria; b1: coeficiente de alometria da fase 1 e b2: coeficiente de alometria da fase 2; e PMF: ponto de mudança de fase).

<b>Parâmetros</b>	<b>Valores</b>
a1	0,0214
b1	2,7875
Tax1	-0,5777
a2	0,0502
b2	2,2566
Tax2	0,0618
PMF	8,7037

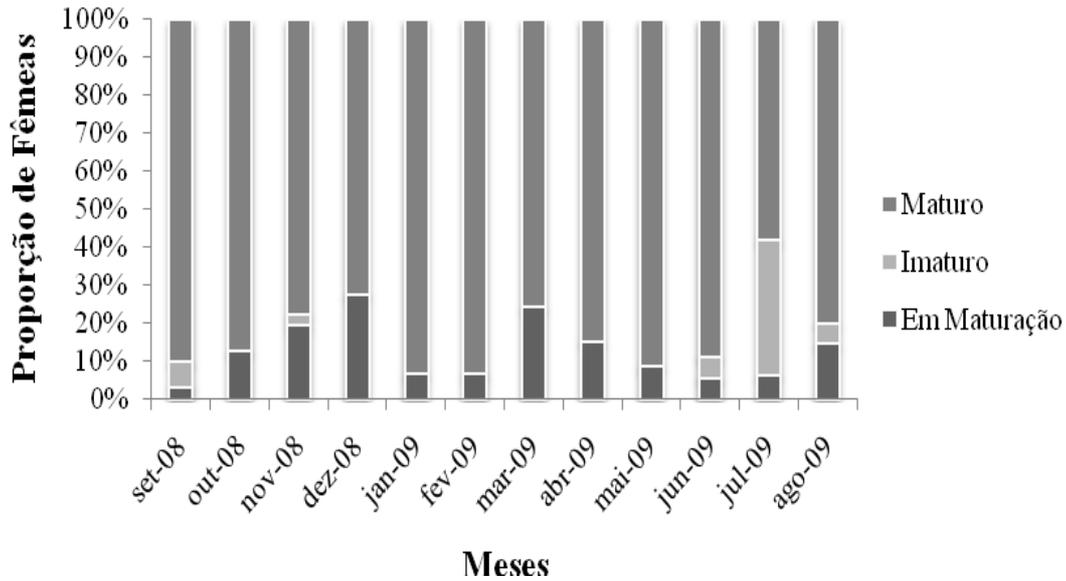
Com relação ao fator de condição alométrico estimado, machos e fêmeas apresentaram um padrão semelhante de variação ao longo dos meses de coleta, no entanto os valores encontrados para os machos foram superiores aos das fêmeas em decorrência dos menores valores do coeficiente de alometria. Os valores de K variaram de 0,011 a 0,015 para os machos, e de 0,009 a 0,011 para as fêmeas (Figura 1.6).



**Figura 1.6** – Variação do fator de condição alométrico para machos e fêmeas de *A. anableps* coletados na foz do rio Maracanã-PA.

Para as demais análises priorizou-se as fêmeas em virtude dos estádios gonadais terem sido confirmados microscopicamente, segundo OLIVEIRA (*in press.*). Foram examinados em média 30 exemplares por mês, no total foram observados 371 exemplares, os quais variaram de 4,5cm a 27cm de comprimento padrão.

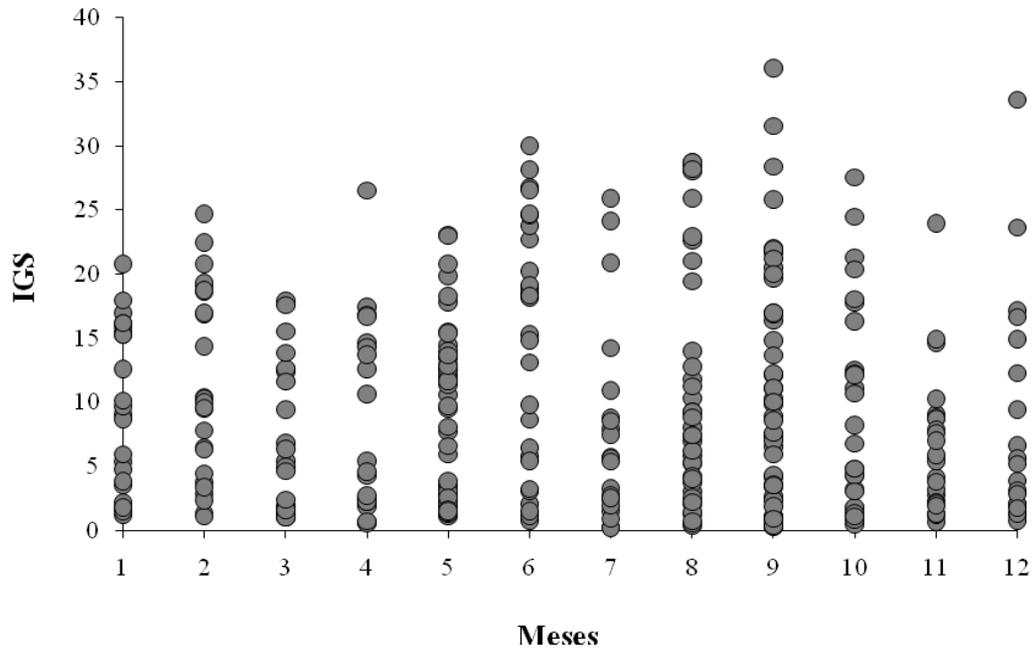
Com base nos estádios gonadais, 83% das fêmeas amostradas foram classificadas como maduras, 12% em maturação e 5% como imaturas. As fêmeas maduras foram predominantes ao longo de todos os meses de coleta, e ocorreu uma baixa representatividade de fêmeas imaturas (Figura 1.7).



**Figura 1.7** – Proporção dos estádios de maturação gonadal das fêmeas de *A. anableps* coletados na foz do rio Maracanã - PA.

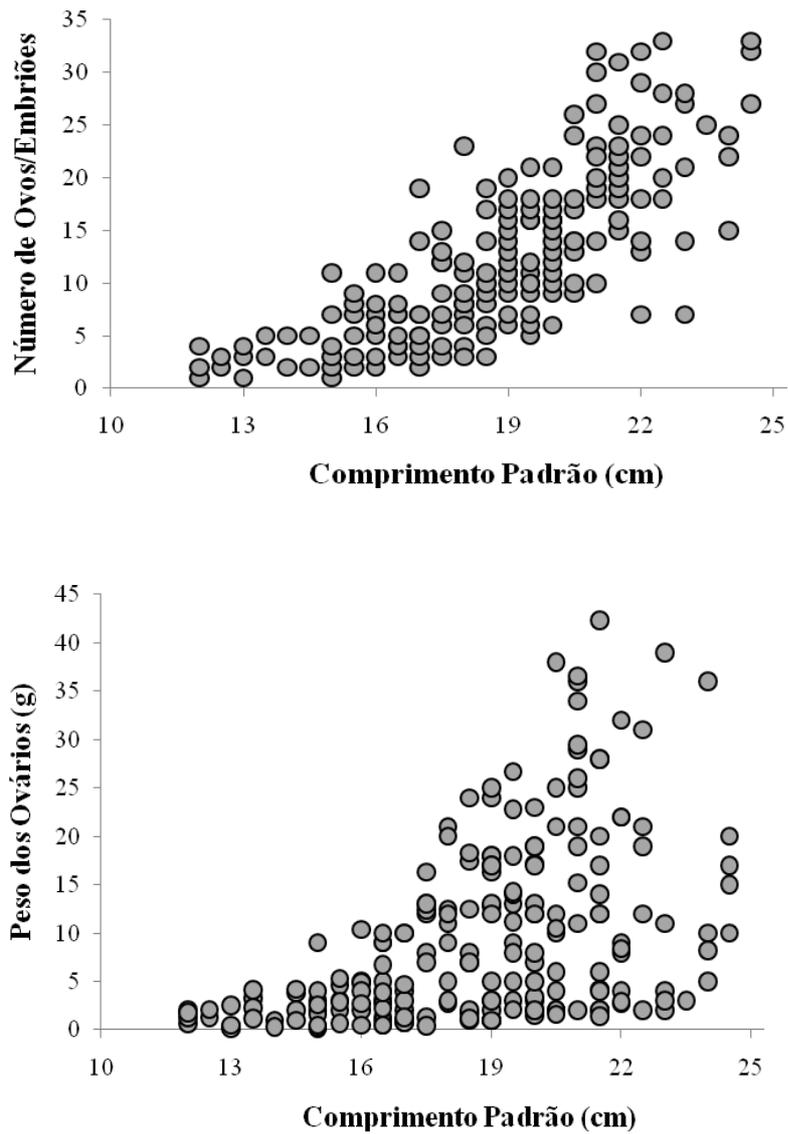
O número de fêmeas encontradas em cada estágio gonadal diferiu significativamente entre si ( $F= 53,161$ ;  $P<0,05$ ), porém esta variação não foi significativa entre meses de coleta ( $F= 1,124$ ;  $P>0,05$ ).

O comprimento padrão das fêmeas adultas variou de 11,9cm a 27cm, com média de 18,6cm. Os resultados das amostras mensais indicaram que *A. anableps* se reproduz o ano todo, visto que fêmeas adultas foram coletadas nos doze meses de coleta. Esses dados foram corroborados com os dados do Índice Gonadossomático (Figura 1.8).



**Figura 1.8** – Relação do Índice Gonadosomático com os meses de coleta para as fêmeas de *A. anableps* na foz do rio Maracanã-PA. Os meses de 01 a 08 correspondem aos meses de janeiro a agosto do ano de 2009, enquanto que os de 09 a 12 correspondem aos meses de setembro a dezembro de 2008.

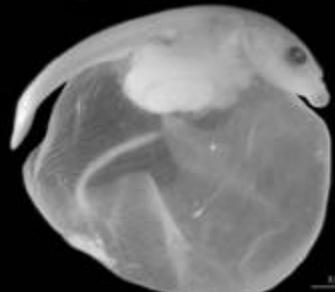
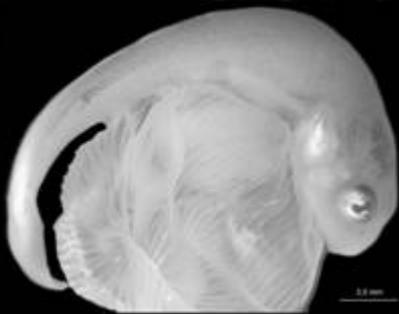
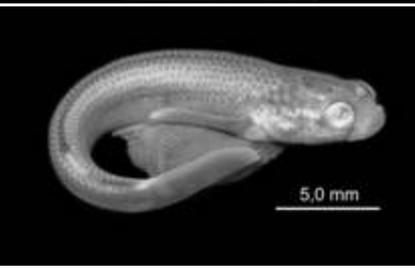
A fecundidade média estimada para as fêmeas maduras foi de 12 ovos/embriões, variando de um a 37 ovos/embriões por fêmea. Foi encontrado ainda, uma relação significativa do comprimento padrão de fêmeas com o número de embriões ( $R^2= 0,573$  ;  $P= 0,000$  ) e com o peso dos ovários ( $R^2= 0,257$ ;  $P= 0,000$ ) (Figura 1.9), indicando que quanto maior a fêmea maior o investimento na reprodução.



**Figura 1.9** – Relação entre o número de ovos/embriões, peso dos ovários e o comprimento padrão (cm) de fêmeas de *A. anableps* na foz do rio Maracanã-PA.

Todos os embriões amostrados foram analisados e classificados em cinco estádios de desenvolvimento embrionário de acordo com a Tabela II.

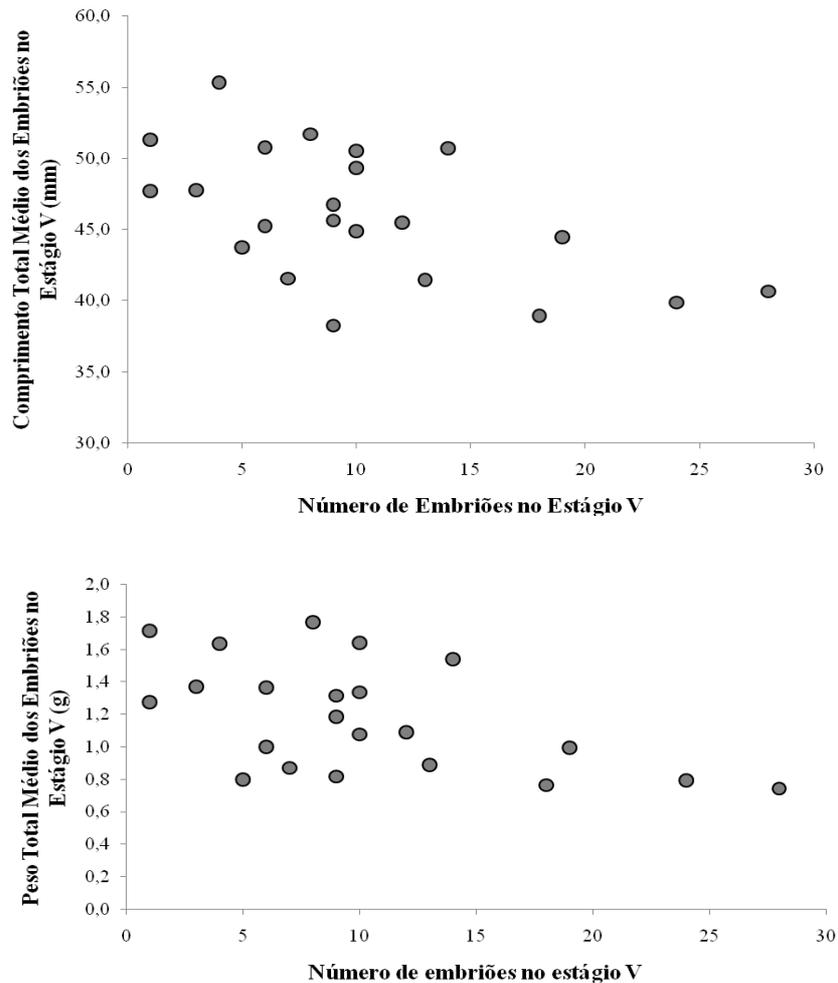
**Tabela II** - Descrição dos estádios embrionários de *A. anableps* capturados na foz do rio Maracanã – PA no período de setembro de 2008 a agosto de 2009.

Estágio	Descrição	Ilustração
<b>I</b>	Ovos aderidos a parede do ovário com espessa membrana vitelínica, vesícula ótica visível (seta). O diâmetro variou de 2,8mm a 10mm.	
<b>II</b>	Embrião parcialmente formado, apresentando olhos, coluna vertebral e saco vitelínico muito desenvolvido. Início do desenvolvimento dos bulbos. Apresentam comprimento total variando de 9,0mm a 20mm.	
<b>III</b>	Embrião completamente formado, o saco vitelínico ainda está desenvolvido e o intestino ocupa cerca 2/3 deste. O comprimento total variou de 16mm a 40mm.	
<b>IV</b>	Embrião completamente formado, com pigmentação semelhante a dos adultos e com saco vitelínico reduzido. Comprimento total variando de 34mm a 49mm.	
<b>V</b>	Embrião cujo saco vitelínico se encontra completamente absorvido, restando apenas uma abertura longitudinal na região ventral. Sugerindo assim, que o embrião estar próximo de ser liberado. Nesta fase são encontrados os maiores embriões, os quais podem chegar até 57,0mm.	

Quantos aos ovários analisados, observou-se que 100% dos embriões presentes em um ovário se encontravam na mesma fase de desenvolvimento, sugerindo que casos de superfecundação sejam incomuns ou mesmo ausente para *A. anableps*. O maior embrião

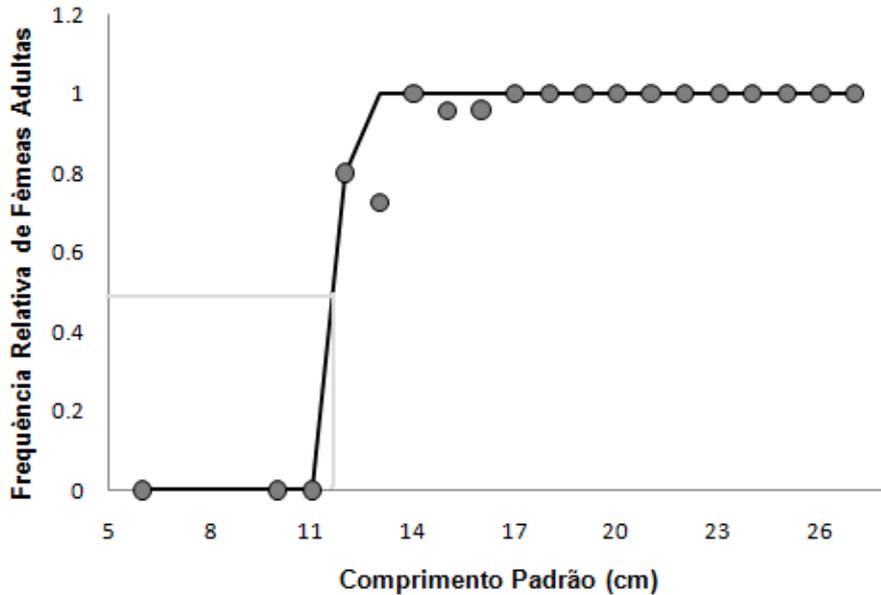
encontrado na foz do rio Maracanã apresentou comprimento total de 57,6mm e peso de 1,732g.

Houve relação significativa do número dos embriões no estágio de desenvolvimento mais avançado (Estágio V) com o comprimento total médio ( $R^2= 0,303$ ;  $P= 0,007$ ), bem como com o peso total médio ( $R^2= 0,277$ ;  $P= 0,011$ ) desses embriões (Figura 1.10), indicando que o aumento no número de embriões resulta, necessariamente, na diminuição do tamanho dos embriões.



**Figura 1.10** – Relação entre o número de embriões no estágio 5 e o comprimento total médio (cm) e o peso total médio desses embriões de *A. anableps* na foz do rio Maracanã-PA.

O tamanho médio da primeira maturação gonadal ( $L_{50}$ ) para as fêmeas foi estimado em 11,7cm, com intervalo de confiança variando de 11,3cm a 12,1cm, sendo que o tamanho estimado em que 100% das fêmeas dessa população estariam aptas a reprodução foi de 15cm (Figura 1.11).



**Figura 1.11**– Proporção de fêmeas maduras sexualmente por comprimento padrão (cm) para *A. anableps* na foz do rio Maracanã – PA.

## DISCUSSÃO

A proporção sexual obtida para *A. anableps* na foz do rio Maracanã foi semelhante à obtida por BRENNER & KRUMME (2007) na baía de Caeté – PA (2,2:1). No entanto, diferiu da obtida por NASCIMENTO & ASSUNÇÃO (2008) para essa espécie na ilha de Marajó – PA, que obtiveram uma proporção de 1:1.

Segundo VAZZOLER (1996), a proporção sexual em peixes varia em função de diferentes fatores, tais como: mortalidade e crescimento. Já que esses fatores atuam de modo distinto sobre fêmeas e machos de uma população, podendo representar também uma adaptação à disponibilidade alimentar, havendo predomínio das fêmeas quando o alimento disponível é abundante (NIKOLSKY, 1969). Ainda de acordo NIKOLSKY (1969), a proporção sexual estimada pode também ser resultado de coleta seletiva, decorrente de padrão de ocupação de habitat diferenciado entre machos e fêmeas.

Variação na proporção sexual ao longo dos meses também foi encontrada para outras espécies da ordem Cyprinodontiformes, como *Phallotorynus pankalos* na bacia do Paraná por SÚAREZ *et al.* (2009). Onde, também houve o predomínio de fêmeas. Um alto número de fêmeas em relação ao número de machos também foi verificado para *Genynsia multidentada* na laguna Patos no Rio Grande do Sul por GARCIA *et al.* (2004) e por MAI *et al.* (2007) e, de acordo com MAI *et al.* (2007), esse padrão pode ser explicado por uma predação assimétrica entre os sexos devido ao comportamento

reprodutivo peculiar dessas espécies, onde a cópula ocorre sem o consentimento da fêmea, e os machos despendem a maior parte do seu tempo (durante o dia) nessa atividade, aumentando assim a taxa de mortalidade.

Os valores de  $b$  encontrados na relação peso-comprimento para as fêmeas no presente estudo diferiram dos encontrados por RIBEIRO & CASTRO (2003) e por BRENNER & KRUMMER (2007), os quais encontraram valores significativamente menores que 3, indicando crescimento alométrico negativo tanto para fêmeas quanto para machos. No entanto, SILVA-JÚNIOR *et al.* (2007), encontraram  $b = 3,32$  para *A. anableps* no estuário do rio Paciência no Maranhão. De acordo com AGOSTINHO (1985), os coeficientes da relação peso-comprimento sofrem influência do estado de engorda, maturidade gonadal e fase de crescimento do peixe, podendo variar ainda, conforme o sexo, a idade, o estoque considerado e grau de parasitismo.

O maior aumento no incremento peso encontrado para as fêmeas, durante todo o seu desenvolvimento (crescimento unifásico), pode estar relacionado ao fato destas serem vivíparas. Tendo seu peso aumentado também na fase reprodutiva pelos ovos e embriões. Sendo assim, o aumento no incremento peso nas fêmeas seria maior que dos machos na fase adulta. Desta forma, a alometria positiva nas fêmeas, mesmo a despeito da enorme energia despendida na reprodução pode ser devida ao estado contínuo de reprodução e também a abundância de recursos alimentares.

Já o crescimento polifásico encontrado nos machos mostrou que na primeira fase, quando o crescimento é mais próximo da isometria, mas com aumento em comprimento em taxas maiores que o aumento em peso, pode estar relacionado ao fato dos machos precisarem atingir mais rapidamente um comprimento competitivo para terem acesso às fêmeas. E logo após o ponto de mudança de fase, o crescimento fica mais alométrico negativo, sugerindo que tal fato pode ser decorrente do gasto excessivo de energia para o acesso às fêmeas. Sendo assim, sugere-se que na primeira fase, a energia obtida através da alimentação seja alocada somente para o crescimento. Enquanto que na segunda fase, grande parte desta energia seria gasta com o processo reprodutivo, pois de acordo com BURNS (1981), após o nascimento há um aumento significativo dos hormônios gonadotrópicos nos machos de *A. dowi* causando uma rápida maturação testicular.

Os valores de  $k$  baixos obtidos para as fêmeas de *A. anableps* ao longo do ano podem estar relacionados, com a necessidade de deslocar continuamente energia para o desenvolvimento dos embriões. Já que estes são nutridos pela mãe durante todo o seu

desenvolvimento (KNIGHT *et al.*, 1985; OLIVEIRA *et al.*, in press). Esse resultado é corroborado com vários trabalhos que têm demonstrado que existe uma correlação positiva do acúmulo de gordura corpórea e o fator de condição de peixes, assim como, estreita relação (direta ou inversa) entre o desenvolvimento gonadal e a variação sazonal de K desses animais (GOMIERO & BRAGA, 2003; BRAUN & FONTOURA, 2004).

A relação positiva encontrada entre o tamanho da fêmea e o investimento na reprodução é corroborada com o resultado encontrado por BURNS & FLORES (1981) para *A. dowi* em El Salvador, onde os autores afirmam que o número de embriões varia com o tamanho da fêmea. Resultados semelhantes também foram encontrados para *Phallotorynus pankalos* na bacia do Paraná por SÚAREZ *et al.* (2009) e para *Jenynsia multidentata* no estuário da Laguna dos Patos – RS por MAI *et al.* (2007). De acordo com MAI *et al.* (2007), a correlação positiva do tamanho da fêmea e do investimento sexual está de acordo com muitos estudos sobre a biologia reprodutiva de peixes, já que fêmeas maiores podem alocar mais energia para a sua prole.

A relação positiva encontrada para o número de embriões nos estádios de desenvolvimento mais avançados com peso e comprimento desses embriões, mostrou que o aumento do número de embriões implica na diminuição do tamanho destes. De acordo Suáñez *et al.* (2009), o aumento da fecundidade relacionada com o aumento do tamanho das fêmeas reduz a probabilidade de sobrevivência da fêmea, caso o tamanho dos embriões não diminua.

O desenvolvimento embrionário descrito para *A. anableps* no presente estudo diferiu do proposto por TURNER (1938), o qual classifica o desenvolvimento embrionário dessa espécie em oito estádios, os quais foram baseados nos aspectos histológicos dos bulbos (estruturas presentes no saco vitelínico que participam efetivamente na absorção de nutrientes). Em 2008, NASCIMENTO & ASSUNÇÃO caracterizam o desenvolvimento embrionário de *A. anableps* e *A. microlepis* em quatro fases distintas, as quais são baseadas nas características externas do ovo, tamanho do embrião e do saco vitelínico. Essas descrições diferem da apresentada neste trabalho, a qual foi baseada apenas no tamanho do embrião e do saco vitelínico, devido serem as características mais marcantes que delimitam claramente a evolução dos estádios de desenvolvimento embrionário, além de serem de fácil visualização.

O fato de todos os embriões observados no mesmo ovário estarem na mesma fase de desenvolvimento sugere que casos de superfecundação sejam incomuns para *A. anableps*. Essa sugestão é corroborada por BURNS & FLORES (1981), os quais citam

que os embriões de mesma ninhada se encontram na mesma fase de desenvolvimento para *A. dowi* coletados em El Salvador.

O maior embrião encontrado na foz do rio Maracanã-PA (57,6mm e 1,732g) foi maior que o encontrado no rio Saramaca – Suriname por KNIGHT *et al.* (1985), o qual relata que os maiores embriões para essa espécie medem 51mm e pesam 149mg. Essa variação de tamanho dos maiores embriões pode estar relacionada com o fato dos estudos terem sido realizados em locais distintos, sugerindo que as condições do ambiente, tais como, disponibilidade de alimento e predação, podem influenciar no tamanho com que os embriões sejam liberados pela mãe (VAZZOLER, 1996). Ou simplesmente, podem ser efeitos de uma amostragem aleatória.

O tamanho em que as fêmeas atingem a primeira maturação gonadal não foi estimado nos trabalhos realizados para as espécies do gênero *Anableps*, pois esses estudos foram baseados apenas em características macroscópicas. No entanto, IKEDA *et al.* (2005) citam que a menor fêmea grávida de *A. anableps* encontrada no estuário de Caratateua – PA apresentou comprimento total de 14,9 cm, embora a amostra tivesse exemplares que variaram de 5cm a 24cm. NASCIMENTO & ASSUNÇÃO (2008), relatam 15,4cm como o tamanho médio de fêmeas adultas de *A. anableps* na ilha de Marajó - PA. Desta forma, o tamanho da primeira maturação sexual estimado no presente estudo é de suma importância para as espécies de *Anableps*, uma vez que, segundo BEGON & MORTIMER (1990), a determinação do tamanho da primeira maturação gonadal, além de ajudar na tomada de medidas preservacionistas, permite o esclarecimento de importantes fatores da dinâmica populacional.

De acordo com MILLER (1979), BURNS & FLORES (1981) e NASCIMENTO & ASSUNÇÃO (2008), as espécies de *Anableps* se reproduzem durante todo o ano. Esses resultados foram corroborados com o encontrado para *A. anableps* na foz do rio Maracanã – PA. No entanto, NASCIMENTO & ASSUNÇÃO (2008) descrevem picos reprodutivos para *A. anableps* e *A. microlepis* nos meses de janeiro e outubro. Este resultado diferiu do encontrado no presente estudo, o que pode estar relacionado ao fato do trabalho de Nascimento e Assunção ter analisado as médias mensais dos valores de IGS, enquanto que neste trabalho analisou-se os dados individuais.

A predominância significativa de fêmeas maduras no presente estudo, sugere que o local de coleta pode ser utilizado como área de reprodução por essa espécie, onde ocorre a predominância de indivíduos aptos a reprodução. De acordo com VAZZOLER (1996), a estrutura populacional dos organismos, nas diferentes fases de

desenvolvimento, varia no espaço e no tempo, onde a predominância de indivíduos juvenis caracteriza áreas de alimentação e a predominância de adultos caracteriza áreas de reprodução.

Sendo assim, apesar do presente estudo fazer colaborações importantes a respeito da biologia reprodutiva de *A. anableps*, é importante que novos estudos abordando uma descrição macro e microscópica das gônadas, e o tamanho da primeira maturação dos machos, também sejam realizados afim de contribuir com o melhor conhecimento da biologia das espécie do gênero *Anableps*.

## AGRADECIMENTOS

Nós gostaríamos de agradecer o apoio da entidade do Governo Brasileiro voltada para a formação de recursos humanos, CAPES, e a todos que contribuíram para este estudo, em especial ao Alexandre Bonaldo pelas fotografias dos embriões, e as estagiárias Fernanda Paz, Louise Perez e Natália Kiss pelo auxílio com as análises das gônadas.

## LITERATURA CITADA

- AGOSTINHO, A.A. 1985. Estrutura da população, idade, crescimento e reprodução de *Rhinelepis aspera* (Agassiz, 1829) (Osteichthyes, Loricariidae) do Rio Paranapanema, PR. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, 229p.
- BEGON, M. & MORTIMER, M. 1990. Life-history strategies, p.115-172. In: **Population ecology**. London, Blackwell Scientific Publications, 548p.
- BERVIAN, G.; FONTOURA, N.F & HAIMOVICI, M. 2006. Statistical model of variable allometric growth: otolith growth in *Micropogonias furnieri* (Actinopterygii, Sciaenidae). **Journal of Fish Biology** **68**: 196–208.
- BRAUN, A.S & FONTOURA, N.F. 2004. Reproductive biology of *Menticirrhus littoralis* in southern Brazil (Actinopterygii: Perciformes: Sciaenidae). **Neotropical Ichthyology** **2**(1): 31-36.
- BRENNER, M & KRUMME, U. 2007. Tidal migration and patterns in feeding of the four-eyed fish *Anableps anableps* L. in a north Brazilian mangrove. **Journal of Fish Biology** **70**: 406–427.

BURNS, J.R. & FLORES, J.A. 1981. Reproductive biology of the cuatro ojos, *Anableps dowi* (Pisces: Anablepidae), from el salvador and its seasonal variations. **Copeia** **1**: 24-33.

BURNS, J.R. 1991. Testis and gonopodium development in *Anableps dowi* (Pisces: Anablepidae) correlated with pituitary gonadotropic zone area. **Journal of Morphology** **210**: 45-53.

CARVALHO-NETA, R.N.F. & CASTRO, A.C.L. 2008. Diversidade das assembléias de peixes estuarinos da ilha dos Caranquejos, Maranhão. **Arq. Ciê. Mar., Fortaleza**, **41** (1): 48-57.

GARCIA, AM.; VIEIRA, J.P.; WINEMILLER, K.O. & RASEIRA, M.B. 2004. Reproductive cycle and spatiotemporal variation in abundance of the one-sided livebearer *Jenynsia multidentata*, in Patos Lagoon, Brazil. **Hydrobiologia** **515** (1-3): 39-48.

GOMIERO, L.M. & BRAGA, F.M.S. 2003. Relação peso-comprimento e fator de condição para *Cichla* cf. *ocellaris* e *Cichla monoculus* (Perciformes: Cichlidae) no reservatório de Volta Grande, rio Grande – MG/SP. **Acta Scientiarum: Biological Sciences, Maringá**, **25** (1): 79-86.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) acessado em 14 de janeiro de 2009 às 14:00 hs

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 1996. Histórias dos Municípios do Pará. **A Província do Pará** **434**, fascículo **19**.

IDESP- Instituto do Desenvolvimento Econômico Social do Pará. 1997. **Setor de coleta e tratamento de dados**.

IKEDA, R. G. P.; SILVA, J.M.B. & MIRANDA, S.C.S. 2005. Morfometria do tralhoto, *Anableps anableps* (LINNAEUS, 1758), do estuário de Caratateua – Curuçá – Pará. **Boletim Técnico-Científico do CEPNOR** **5** (1): 93-103.

KNIGHT, F.M; LOMBARDI, J.; WOURMS, J.P. & BURNS, J.R. 1985. Follicular placenta and Embryonic Growth of the Viviparous Four-Eyed Fish (*Anableps*). **Journal of Morphology** **185**: 131-142.

- MAI, A.C.G.; GARCIA, A.M; VIEIRA, J.P. & MAI, M.G. 2007. Reproductive aspects of one-sided livebearer *Jenynsia multidentata* (Jenyns, 1842) (Cyprinodontiformes) in the Patos Lagoon estuary, Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences** 2 (1): 40-46.
- MILLER, R. R. 1979. Ecology, habits and of the middle american cuatro ojos, *Anableps dowi* (Pisces: Anablepidae). **Copeia** 1: 82-91.
- NASCIMENTO, F.L & ASSUNÇÃO, M.I.S. 2008. Ecologia reprodutiva dos tralhotos *Anableps anableps* e *Anableps microlepis* (Pisces: Osteichthyes: Cyprinodontiformes: Anablepidae) no rio Paracauari, ilha de Marajó, Pará, Brasil. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 3 (3): 229-240.
- NIKOLSKY, G.V. 1969. **Theory of fish population dynamics**. Oliver & Boyd LTD, Edinburh, 323p.
- OLIVEIRA, F. G.; COIMBRA, J. P.; YAMADA, E.S.; MONTAG, L. F. A.; NASCIMENTO, F. L.; OLIVEIRA, V. A.; MOTA, D. L.; BITTENCOURT, A. M.; SILVA, V. L. & COSTA, B. L. S. A. 2006. Topographic analysis of the ganglion cell layer in the retina of the four-eyed fish *Anableps anableps*. **Visual Neuroscience** 23: 1-8.
- OLIVEIRA, V.A; ROCHA, R.R.; FERREIRA, M.A.P. & MONTAG, L.F.A. Caracterização morfológica das gônadas de fêmeas de *Anableps anableps* (Linnaeus, 1758) (Cyprinodontiformes: Anablepidae) no estuário Amazônico. IN PRESS
- RIBEIRO, D. & CASTRO, A.C.L. 2003. Contribuição ao estudo da dinâmica populacional do tralhoto *Anableps anableps* (Teleostei: Cyprinodontidae), no município de Bacuri, Estado do Maranhão. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia** 16: 21-27.
- SCHWASSMANN, H.O. & KRUGER, L. 1965. Experimental analysis of the visual system of the four-eyed fish *Anableps microlepis*. **Vision Research** 5: 269-281.
- SHWASSMANN, H. O. 1971. Biological rhythms, p. 371-428. In: **Fish physiolog.** W. S. Hoar and D. J. Randall (eds.). Academic Press, New York, Vol. 6.
- SILVA-JÚNIOR, M.G; CASTRO, A.C.L.; SOARES, L.S. & FRANÇA, V.L. 2007. Relação peso-comprimento de espécies de peixes do estuário do rio Paciência da ilha do Maranhão, Brasil. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia** 20: 31-38.

SOKAL, R. R. & ROHLF, F. J. 1981. **Biometry**. New York, W. H. Freeman. 859p.

SÚAREZ, Y.R.; SILVA, J.P.; VASCONCELOS, L.P. & ANTONIALLI-JÚNIOR, W.F. 2009. Ecology of *Phallotorynus pankalos* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) in a first-order stream of the upper Paraná Basin. **Neotropical Ichthyology**, **7**(1): 49-54.

TURNER, C.L. 1938. Adaptations for viviparity in embryos and ovary of *Anableps anableps*. **Journal of Morphology**, **62**: 323-349.

TURNER, C.L. 1950. The skeletal structure of the gonopodium and gonopodial suspensorium of *Anableps anableps*. **Journal of Morphology**, **86**: 329-366.

VAZZOLER, A.E.A.M. 1996. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. EDUEM SBI, São Paulo, 169 p.

ZAR, J.H. 1999. **Biostatistical analysis**. 4<sup>o</sup> Ed. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey, 663 p.

## Caracterização morfológica das gônadas de fêmeas de *Anableps anableps*

(Linnaeus, 1758) (Cyprinodontiformes: Anablepidae) no estuário Amazônico

Oliveira, Valéria de Albuquerque; <sup>1</sup>Rocha, Rossineide Martins da; <sup>1</sup>Ferreira, Maria Auxiliadora Pantoja; <sup>2</sup>Montag, Luciano Fogaça de Assis

<sup>1</sup> Universidade Federal do Pará / Instituto de Ciências Biológicas / Laboratório de Ultra-estrutura Celular; <sup>2</sup> Universidade Federal do Pará / Instituto de Ciências Biológicas / Laboratório de Ecologia e Zoologia dos Vertebrados - Ictiologia

As espécies do gênero *Anableps* são peixes vivíparos distribuídos da América Central ao norte da América do Sul. Este trabalho objetivou a caracterização macroscópica e microscópica dos estágios de maturação gonadal das fêmeas de *A. anableps* na foz do rio Maracanã (PA). As gônadas foram retiradas fixadas em formol 10% por 24 horas e conservadas em álcool 70%. Para as análises histológicas, foram selecionados indivíduos de vários tamanhos e nos diferentes estágios de maturação (imaturo, em maturação e maturo), em seguida as gônadas foram desidratadas em série etanólica crescente, diafanizadas em xilol e incluídas em parafina. Foram realizados cortes de 5µm e corados em hematoxilina-eosina. Foram coletados 371 exemplares, dentre os quais 80 tiveram suas gônadas observadas microscopicamente. Macroscopicamente, os ovários imaturos apresentaram aspecto filiforme de cor transparente e aderidos a coluna vertebral. Nos ovários em maturação a coloração foi rósea translúcida e volume maior com presença de ovócitos. Os ovários maduros fecundados apresentaram coloração rósea translúcida, ocupando a maior parte da cavidade abdominal, sendo possível observar ovos ou embriões no seu interior. Microscopicamente, na fase imatura observou-se a presença de uma grande quantidade de ovogônias, ovócitos com cromatina nucléolo (I) e ovócitos com cromatina perinucleolar (II). Na fase em maturação, encontraram-se ovócitos com cromatina perinucleolar e maior quantidade de ovócitos com alvéolos corticais. Na fase maturo fecundado, encontrou-se um número variado de embriões, entre 1 a 37 indivíduos. Os resultados obtidos mostraram a estrutura gonadal de uma espécie vivípara proporcionando subsídios para o conhecimento da biologia reprodutiva de peixes vivíparos.

The species the genus *Anableps* are viviparous fish distributed from Central America to northern South America. This paper focused on the characterization macroscopic and microscopic stages of maturation of females of *A. anableps* of the Maracanã river (PA). The gonads were removed, fixed in 10% formalin for 24 hours and preserved in alcohol 70%. For histological analysis, we selected individuals of various sizes and at different stages of maturation (immature, maturing and mature), then the gonads were dehydrated in increasing ethanol series, cleared in xylene and embedded in paraffin. Cuts were made to 5µm and stained with hematoxylin-eosin. 371 specimens were collected, but 80 specimens had their gonads observed microscopically. Macroscopically, immature ovaries showed cord-like color transparent and adhered to the spine. In the ovaries at maturity the color was pink and translucent volume increased with the presence of oocytes. The ovaries mature embryos showed pink translucent, occupying most of the abdominal cavity, allowing us to observe eggs or embryos inside. Microscopically, the immature stage was observed the presence of a large quantity whose oogonia, oocytes with chromatin nucleolus (I) and oocytes with chromatin perinucleolar (II). At the stage of maturation, we found oocytes with chromatin perinucleolar and oocytes with cortical alveoli, in a greater amount. In phase couple fertilized, met a number of embryos varied between 1 and 37 individuals. The results showed the gonadal structure of a viviparous providing subsidies to the knowledge of the reproductive biology of viviparous fish.

**Key words:** tralhoto; *Anableps*; viviparidade

A espécie *Anableps anableps* (Linnaeus, 1758) (Cyprinodontiformes: Anablepidae) pode ser encontrada desde a América Central até a região norte da América do Sul (Miller, 1979). Como as demais espécies da Ordem Cyprinodontiformes, os anablepídeos são vivíparos e apresentam dimorfismo sexual caracterizado pela presença de gonopódios tubulares nos machos (Grier *et al.*, 1981).

Estudos morfológicos e histológicos do aparelho reprodutor têm sido relatados por vários autores como instrumento básico e primordial para a compreensão de reprodução natural de peixes brasileiros. Pois o conhecimento das características reprodutivas fornece subsídios para procedimentos de manejo e conservação de populações nativas (Bazzoli & Rizzo, 1990; Fragoso *et al.*, 2000).

Em teleósteos, os ovários são descritos como estruturas alongadas, globosas e aos pares que se situam na porção dorsal da cavidade abdominal, ventralmente ao sistema néfrico e à vesícula gasosa. Tais estruturas se prolongam no sentido crânio caudal e fundem-se do terço posterior, formando uma estrutura tubular curta (oviduto) que se estende até a abertura urogenital, por onde os óvulos alcançam o meio externo (Santos & Heid, 1981).

Vários estudos sobre a biologia reprodutiva abordando descrições macro e microscópicas têm sido realizados para as espécies de peixes ovíparas e ovovivíparas (Alvarenga *et al.*, 2006; Anjos & Anjos, 2006; Souza *et al.*, 2008), no entanto para as espécies vivíparas poucos trabalhos abordando essas características tem sido realizados. Turner (1940), descreve as adaptações para viviparidade para as espécies do gênero *Jenynsia* (Cyprinodontiformes: Anablepidae), onde cita que os ovócitos são fecundados dentro dos folículos ovarianos e em seguida são liberados para a cavidade ovariana, na qual ficam retidos por um longo período da gestação, semelhantemente ao que ocorre com as espécies da Família Goodeidae. Meisner & Burns (1997a), estudaram o desenvolvimento dos testículos e do gonopódios de *Dermogenys* sp. (Beloniformes: Hemiramphidae), descrevendo os estágios de maturação gonadal. Meisner & Burns (1997b), estudaram a viviparidade nos gêneros *Dermogenys* e *Nomorhamhus* (Beloniformes: Hemiramphidae), onde descrevem macroscopicamente os ovários e classificam a gestação de acordo com o local de fecundação dos ovócitos e desenvolvimento dos embriões das espécies desses gêneros.

Em *A. anableps*, foram realizados alguns estudos em espécimes da América Central com descrição da morfologia macro e microscópica das gônadas e as adaptações para viviparidade dos ovários e embriões (Turner, 1938), além da caracterização da

placenta folicular e do crescimento embrionário (Knight *et al.*, 1985). No Brasil, somente Nascimento & Assunção (2008) descreveram macroscopicamente as gônadas de *A. anableps* e *A. microlepis* na ilha de Marajó-PA, porém análises microscópicas das gônadas de *A. anableps*, bem como de espécies de peixes vivíparas ainda são escassos na literatura. Mediante o exposto, o presente trabalho teve por objetivo descrever histologicamente a morfologia gonadal de fêmeas de *A. anableps*.

Os espécimes analisados neste trabalho foram provenientes da foz do Rio Maracanã, próximo ao município de Maracanã (00° 46' 03"S e 47° 27' 12" O) no estado do Pará, no norte do Brasil.

A captura dos indivíduos foi realizada com uma rede de espera de 30 m de comprimento com malhas de 15mm e 20mm de nós opostos, e com um puçá de 1 m de diâmetro com malha de 10 mm entre nós opostos. Após a captura, todos os exemplares foram sexados, por meio da observação do dimorfismo sexual que consiste na presença do gonopódio (nadadeira anal modificada) nos machos.

As gônadas femininas foram retiradas através de uma incisão ventral-longitudinal da abertura urogenital à cabeça. Logo em seguida, foram fixadas em formol 10% e após 24 horas foram conservadas em álcool etílico a 70%. Para as análises histológicas, foram selecionados indivíduos de vários tamanhos e nos diferentes estágios de maturação (imaturo, em maturação e maturo), em seguida as gônadas foram desidratadas em série etanólica crescente, diafanizadas em xilol e incluídas em parafina. Foram realizados cortes de 5µm com auxílio de um micrótomo (Leica 2245) e corados em hematoxilina-eosina para serem analisadas em fotomicroscópio Carl Zeiss.

Os estágios de maturação gonadal para as fêmeas foram identificados de acordo com Vazzoler (1981), considerando-se os aspectos macroscópicos (coloração, vascularização e visualização dos ovócitos), os quais foram adaptados para espécies vivíparas. Estes estágios (imaturo, em maturação e maturo) foram confirmados microscopicamente.

Foram examinados macroscopicamente 371 espécimes, dentre os quais 80 tiveram suas gônadas observadas microscopicamente. Os exemplares variaram de 4,5cm a 27cm de comprimento padrão.

A morfologia macroscópica do ovário de *A. anableps* apresentou formato em U, com a porção direita mais desenvolvida que a esquerda. Internamente há somente uma cavidade onde os ovos e embriões ficam alojados. Os embriões se desenvolvem

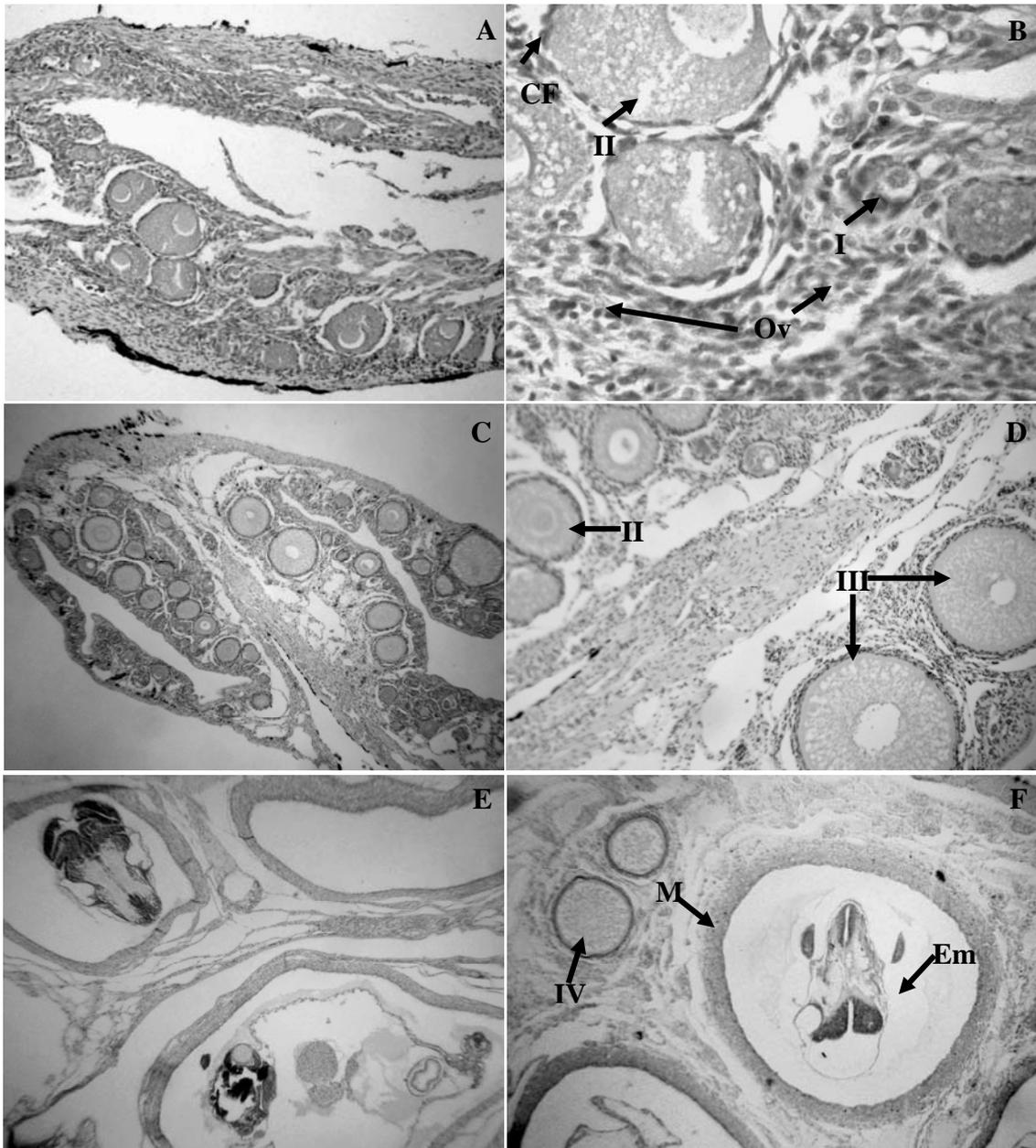
individualmente no interior de um saco envoltório, que fica aderido à parede do ovário durante todo o desenvolvimento embrionário.

Considerando as observações macro e microscópicas dos ovários foram descritos três estágios de maturidade:

**Estágio I ou Imaturo:** nesta fase os ovários apresentaram aspecto filiforme com tamanhos reduzidos e aderidos à coluna vertebral, com coloração transparente, não sendo observados a olho nu os ovócitos. Microscopicamente, observou-se a presença de uma grande quantidade de ovogônias (Ov), células foliculares (CF), ovócitos com cromatina nucleolo (I) e ovócitos com cromatina perinucleolar (II). Nesses ovócitos era visível o envoltório por células foliculares (CF) (Figura 2.1A e B).

**Estágio II ou Em maturação:** nesta fase os ovários ocupavam cerca 1/3 da cavidade abdominal, com coloração rósea translúcida, sendo possível visualizar ovócitos como pontos esbranquiçados no seu interior. Microscopicamente, encontraram-se ovócitos com cromatina perinucleolar (II) e predomínio de ovócitos com alvéolos corticais (III) (Figura 2.1C e D). Em todos os ovócitos era visível a presença das células foliculares.

**Estágio III ou Maduro fecundado:** nesta fase os ovários apresentaram parede delgada e aspecto túrgido, com embriões em diferentes fases de desenvolvimento, ocupando quase toda a cavidade abdominal, a coloração variou de rosa translúcida a vermelho intenso devido à rica vascularização em torno dos embriões. A olho nu foi possível visualizar os embriões nas fases mais avançadas de desenvolvimento. Microscopicamente, observou-se um número variado de embriões (Em), os quais ficavam individualmente envoltos por uma densa membrana (M) semelhante a uma placenta, além da presença de ovócitos na fase lipídica completa (IV) (Figura 2.1E e F).



**Figura 2.1**– Fotomicrografia dos ovários de *A. anableps* corados em HE com aumento de 40x e 100x, nos diferentes estágios de maturação. A e B: Imaturo; C e D: Em maturação; E e F: maturo fecundado. Ov: ovogônias; I: ovócitos com cromatina nucléolo; II: ovócitos com cromatina perinucleolar; III: ovócitos com alvéolos corticais; IV: ovócitos na fase lipídica completa; CF: células foliculares; M: densa membrana, Em: embrião.

De acordo com McMillan (2007), os ovários de *A. anableps* podem ser classificados como cistovarianos, onde ocorrem aderências que isolam uma parte do celoma, formando uma espécie de saco, cavidade ovariana ou lúmen, dentro do qual a ovulação ocorre diretamente.

A estrutura ovariana de *A. anableps* apresentou formato em U, com área de maturação ovocitária e uma cavidade para o desenvolvimento dos embriões. Essa estrutura ovariana foi similar as espécies teleosteos vivíparas, os quais, em geral, possuem um único ovário fundido, revestido por espessa camada de tecido conjuntivo e com uma cavidade para o desenvolvimento embrionário (Schindler & Hamlett, 1993).

Histologicamente, no desenvolvimento ovocitário de *A. anableps* foram observadas ovogônias, ovócitos com cromatina nucleolo e perinucleolar, e ovócitos com alvéolos corticais. Ainda foi encontrado uma densa membrana que envolvia o embrião. Segundo Vazzoler (1996), o desenvolvimento ovocitário dos teleosteos tem sido dividido em fases distintas por vários autores para a melhor compreensão das alterações pelas quais as células germinativas passam, onde a predominância de determinados tipos celulares encontrados delimitam os diferentes estádios de maturação gonadal.

Essa particularidade na classificação dos estádios é inerente às metodologias empregadas, e acontece a partir de uma escala universal modificada de acordo com as características específicas para cada grupo de espécies (Crepaldi *et al.*, 2006). Seguindo esse princípio, os estádios de maturação gonadal para *A. anableps* foram classificados em: imaturo, em maturação e maturo-fecundado.

No estágio imaturo, lamelas ovíferas na fase cromatina-nucleolo e perinucleolar foram observadas. No estágio em maturação, observou-se ovócitos em alvéolos-corticais em maior quantidade. E no estágio maturo-fecundado observou-se embriões nas diferentes fases de desenvolvimento, envoltos por uma densa membrana e ovócitos na fase lipídica completa.

De acordo com Schindler & Hamlett (1993), nas espécies de peixes vivíparas, os embriões podem ser mantidos na cavidade ovariana (caracterizando a gestação como intraluminal) ou podem ser mantidos dentro dos folículos ovarianos (gestação intrafolicular), como no caso de *A. anableps*. Na gestação intraluminal, o revestimento da cavidade ovariana torna-se hipervascularizado e o lúmen ovariano é preenchido com um líquido nutritivo, em que os embriões são incubados. Na gestação intrafolicular, a parede folicular sofre várias modificações estruturais, desenvolvendo um componente com função similar a da placenta nos mamíferos (Schindler & Hamlett, 1993).

As análises micro e macroscópicas dos ovários de *A. anableps* confirmam uma gestação do tipo intrafolicular, onde os embriões podem ser nutridos pela mãe através da densa membrana que apresenta o aspecto semelhante a uma placenta, a qual envolve os embriões durante todo o seu desenvolvimento. Esta observação está de acordo com a

realizada por Knight *et al.* (1985), na qual os autores citam que a gestação das espécies de *Anableps* é do tipo intrafolicular, onde a fertilização dos ovos e o desenvolvimento dos embriões ocorrem dentro dos folículos ovarianos. Sendo observado ainda, apenas um embrião por folículo. De acordo com esse estudo, realmente existe uma placenta folicular nessas espécies que transfere nutrientes da mãe para os embriões.

Nascimento & Assunção (2008) fizeram uma descrição macroscópica das gônadas de *A. anableps* e *A. microlepis* coletados na ilha de Marajó -PA, a qual é corroborada neste trabalho. Porém, o presente estudo discorda na indicação de que no início do desenvolvimento o embrião se nutre de suas próprias reservas, passando a depender das reversas da mãe somente nas fases seguintes. No presente estudo, observou-se que todos os ovos e embriões, mesmo nas fases iniciais, encontravam-se aderidos a parede do ovário e não soltos na cavidade ovariana com citado no trabalho de Nascimento & Assunção (2008).

Embora, os estádios gonadais após a fecundação e após a liberação dos filhotes, não terem sido encontrados no presente estudo, estes resultados são de extrema importância para o conhecimento da biologia reprodutiva de espécies vivíparas, uma vez que estudos relativos à descrição ovariana das espécies de peixes vivíparos são escassos, principalmente para as espécies do gênero *Anableps*.

## **AGRADECIMENTOS**

Nós gostaríamos de agradecer a instituição CAPES pelo apoio financeiro e a todos que contribuíram para este estudo, em especial a técnica do laboratório de Histologia Lia Suemi Sogabe Priante pelo auxílio na confecção das lâminas.

## **LITERATURA CITADA**

- Alvarenga, E.R.; Bazzoli, N.; Santos, G.B. & Rizzo, E. 2006. Reproductive biology and feeding of *Curimatella lepidura* (Eigenmann & Eigenmann) (Pisces: Curimatidae) in Juramento reservoir, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23 (2): 314-322.
- Anjos, H.D.B. & Anjos, C.R. 2006. Biologia reprodutiva e desenvolvimento embrionário e larval do cardinal tetra, *Paracheirodon axelrodi* Schultz, 1956

- (Characiformes: Characidae), em laboratório. Boletim Instituto de Pesca, São Paulo, 32 (2): 151-160.
- Bazzoli, N. & Rizzo, E. 1990. A comparative cytological and cytochemical study of the oogenesis in the Brazilian teleost fish specie. European Archives of Biology, 100 (4): 399-410.
- Crepaldi, D.V.; Faria, P.M.C.; Teixeira, E.A.; Ribeiro, L.P.; Costa, A.A.P.; Melo, D.C.; Cintra, A.P.R.; Prado, S.A.; Costa, F.A.A.; Drumond, M.L.; Lopes, V.E. & Moraes, V.E. 2006. Biologia reprodutiva do surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*). Revista Brasileira Reprodução Animal, Belo Horizonte, 30 (3-4): 159-167.
- Fragoso, E.N. 2000. Caracterização biológica de *Astyanax scabripinnis* (Jennys, 1842) (Characiformes: Characidae) do Córrego da Lagoa, São Carlos/SP. Tese de Dissertação. 194 p.
- Grier, H.J.; Burns, J.R. & Flores, J.A. 1981. Testis structure in three species of teleosts with tubular gonopodia. Copeia 4: 797-801.
- Knight, F.M.; Lombardi, J.; Wourms, J.P. & Burns, J.R. 1985. Follicular placenta and Embryonic Growth of the Viviparous Four-Eyed Fish (*Anableps*). Journal of Morphology 185: 131-142.
- McMillan, D.B. 2007. Fish histology- Female reproductive systems. Springer, 603 p.
- Meisner, A. D. & Burns, J. R. 1997a. Testis and andropodial development in a viviparous halfbeak, *Dermogenys* sp. (Teleostei: Hemiramphidae). Copeia, 1: 44-52.
- Meisner, A. D. & Burns, J. R. 1997b. Viviparity in the halfbeak genera *Dermogenys* and *Nomorhamphus* (Teleostei: Hemiramphidae). Journal of Morphology, 234: 295-317.
- Miller, R. R. 1979. Ecology, habits and of the middle american cuatro ojos, *Anableps dowi* (Pisces: Anablepidae). Copeia 1: 82-91.
- Nascimento, F.L & Assunção, M.I.S. 2008. Ecologia reprodutiva dos tralhotos *Anableps anableps* e *Anableps microlepis* (Pisces: Osteichthyes: Cyprinodontiformes:

Anablepidae) no rio Paracauari, ilha de Marajó, Pará, Brasil. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciências Naturais 3 (3): 229-240.

Santos & Heid S. L. 1981. **Histologia de peixes**. São Paulo: Ed. Funep, 80p.

Schindler, J.F. & Hamlett, W.C. 1993. Maternal-embryonic relations in viviparous teleosts. The Journal of Experimental Zoology, 266: 378-393.

Souza, J.E.; Fragoso-Moura, E.N.; Fenerich-Verani, N.; Rocha, O. & Verani, J.R. 2008. Population structure and reproductive biology of *Cichla kelberi* (Perciformes: Cichlidae) in Lobo Reservoir, Brazil. Neotropical Ichthyology, 6 (2): 201-210.

Turner, C.L. 1938. Adaptations for viviparity in embryos and ovary of *Anableps anableps*. Journal Morphology, 62: 323-349.

Turner, C.L. 1940. Adaptations for viviparity in jennynsiid fishes. Journal of Morphology, 67: 291-297.

Vazzoler, A.E.A.M. 1981. Manual e métodos para estudos biológicos de populações de peixes: Reprodução e Crescimento. Brasília, CNPQ. Programa Nacional de Zoologia, 108 p.

Vazzoler, A.E.A.M. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. EDUEM SBI, São Paulo, 169 p.