

Hidratação pré-ovulatória em peixes: Um caráter de origem marinha?¹

Paulo de Tarso da Cunha Chaves²

ABSTRACT

Based on original and literature data, this study discusses the close relationship that seems to exist between the pre-ovulatory hydration (POH) on fish oocytes and the marine environment, contrasting with the absence of this process on freshwater species. The difference is mainly explained by the necessity or not of intraoocitary water on eggs fluctuation, in one or another situation, according to the surroundings. Once accepted this hypothesis, it is proposed that POH should be an efficient indicator of the adaptation to freshwater environment in fish species originated from marine groups.

INTRODUÇÃO

A hidratação pré-ovulatória sofrida pelos ovócitos dos peixes (HPO), entre o término da vitelogenese e sua eliminação ao meio, tem origem na transferência de líquido da circulação sangüínea da fêmea até o gameta em desenvolvimento, no qual promove coalescência dos grânulos de vitelo e substancial aumento de volume. A necessidade de ocorrência do processo, ao menos as espécies marinhas com ovos pelágicos, reside na aquisição de maiores facilidades à flutuação dos ovos, já que o citoplasma hidratado é menos denso que a água do mar (GINZBURG, 1968). Todavia, tal redução de densidade não se mostra suficiente para permitir a flutuação dos ovos em espécies de água doce, meio cuja densidade é por sua vez inferior à do citoplasma hidratado. Neste ambiente, segundo CRAIK & HARVEY (1987), a baixa densidade dos ovos é garantida principalmente pelo seu teor em lipídeos, permitindo supor-se que a HPO nos teleósteos dulceaquícolas seja até mesmo dispensável, ocorrendo com intensidade ou freqüência menor que nos teleósteos marinhos.

De fato, os registros de HPO nos teleósteos não são constantes, sendo omitidos para um grande número de espécies. Face a isso, baseando-se na suposição teórica acima exposta, executou-se neste trabalho uma comparação entre os registros de HPO em espécies marinhas e dulcea-

1 Parte de Tese apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade São Paulo. Trabalho parcialmente financiado pela FAPESP e pela CIRM.

2 Programa de Pós-graduação, IOUSP - C.P. 9075, CEP 05508 São Paulo, SP.

quícolas, objetivando detectar e explicar a presumida diferença no grau de manifestação do processo em cada um desses ambientes. Caso a diferença efetivamente exista, será possível classificar-se a HPO como sendo um caráter ovariano fortemente relacionado ao meio, indicador em potencial do grau de adaptação à água doce pelas espécies pertencentes a grupos originalmente marinhos.

MATERIAL E MÉTODOS

Uma tabela reunindo os registros ou não de HPO foi elaborada a partir da compilação de dados originais e de literatura referentes a 43 espécies, distribuídas em 5 ordens. Para a escolha desses grupos, teve-se o critério de explorar diferentes graus evolutivos e de representatividade ambiental, conforme segue:

- Clupeiformes, de representatividade marinha e dulceaquícola;
- Characiformes, exclusivamente dulceaquícolas;
- Siluriformes, principalmente dulceaquícolas;
- Gadiformes, eminentemente marinhos; e
- Perciformes, de representatividade marinha e dulceaquícola.

Esta compilação não foi aleatória, pois se por um lado todas as espécies dulceaquícolas encontradas na pesquisa acham-se aí referidas, o mesmo não acontece para as espécies marinhas, dentre as quais só serão mencionadas aquelas em que a hidratação foi histologicamente registrada. Portanto, não se tecerá considerações sobre o grau de manifestação do processo no meio marinho, mas apenas sobre os registros diferenciados num ambiente ou no outro.

Para ilustrar a HPO, apresentam-se também fotografias de preparados histológicos confeccionados pela técnica de rotina para coloração Hematoxilina-Eosina, precedida de fixação em formol a 10%. Este material, a exemplo daquele que resultou nos demais dados originais a seguir apresentados, foi coletado em águas do litoral norte do estado de São Paulo.

Em 5 das espécies efetuaram-se medições de ovócitos ao longo das etapas de vitelogênese e hidratação. Os volumes foram estimados mediante aplicação da fórmula da esfera, a partir do diâmetro vertical mediano de ovócitos examinados ao microscópio estereoscópico, dissociados de gônadas já identificadas histologicamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados reunidos à Tabela I demonstram que, realmente, a ocorrência de HPO nos ovócitos de teleósteos possui uma relação muito mais estreita com o ambiente marinho que com o dulceaquícola. Das espécies desovantes neste meio, nenhuma das aqui compiladas acusou a existência do caráter, sendo isto verdadeiro não apenas para aquelas pertencentes a grupos primariamente dulceaquícolas (Characiformes, Siluriformes), mas também para as derivadas de grupos originalmente marinhos (*Pellona*

castelnaena, Família Cichlidae, *Plagioscion squamosissimus*, *Pachipops trifirris*). Já entre as espécies marinhas, inclusive algumas pertencente às mesmas famílias das anteriormente referidas, os registros de HPO são bastante comuns, sugerindo que para a ocorrência do processo, mais que fatores inerentes ao grupo sistemático ou posição evolutiva, o elemento decisivo deve mesmo ser o ambiente.

TABELA I - Tabulação de informações sobre registro ou não de HPO, em 43 espécies, por ambiente e segundo o grupo sistemático.

ESPÉCIE	AMBIENTE		REFERÊNCIA
	mar	á.d.	
CLUPEIFORMES			
<i>Engraulis mordax</i>	+		PARRISH et al., 1986
<i>Opisthonema libertate</i>	+		TORRES-VILLEGAS et al., 1985
<i>Ilisha africana</i>	+		MARCUS & KUSEMIJU, 1984
<i>Sardinella brasiliensis</i>	+		ISSAC-NAHUM et al., 1983
<i>Harengula clupeola</i>	+		dados originais
<i>Clupea harengus</i>	+		HAY et al., 1987
<i>Sardinops sagax sagax</i>	+		COELLO, 1983
<i>Pellona castelnaena</i>	-		CHAVES, 1985
CHARACIFORMES			
<i>Brycon cephalus</i>	-		ZANIBONI F., 1985
<i>Chalceus macrolepidotus</i>	-		CHAVES, 1985
<i>Hoplias malabaricus</i>	-		CARAMASCHI et al., 1982
<i>Semaprochilodus spp</i>	-		CHAVES & VAZZOLER, 1984
<i>Serrasalmus spp</i>	-		CHAVES, 1985
SILURIFORMES			
<i>Tandanus tandanus</i>	-		DAVIS, 1977
<i>Pimelodus maculatus</i>	-		GODINHO et al., 1974
<i>Rhamdia sapo</i>	-		CUSSAC & MAGGESE, 1986
<i>Rhinelepis aspera</i>	-		AGOSTINHO, 1985
<i>Plecostomus commersonii</i>	-		AGOSTINHO et al., 1982
GADIFORMES			
<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	+		ROBB, 1982
<i>Urophycis brasiliensis</i>	+		dados originais
<i>Merluccius merluccius</i>	+		ANDREU, 1956
<i>M. productus</i>	+		FOUCHER & BEAMISH, 1980
<i>M. gayi peruanus</i>	+		ANDRIANOV & LISOVENKO, 1983
PERCIFORMES			
Família Cichlidae			
<i>Geophagus brasiliensis</i>	-		BARBIERI et al., 1981
<i>G. surinamensis</i>	-		CHAVES, 1985
<i>Astronotus ocellatus</i>	-		CHAVES, 1985
<i>Cichla ocellaris</i>	-		CHAVES, 1985
<i>Tilapia nilotica</i>	-		BABIKER & IBRAHIM, 1979

<i>T. mossambica</i>		—	ARAVIDAN & PADMANABHAN, 1972
Outras famílias			
<i>Trachurus trachurus</i>	+		MACER, 1974
<i>Liza aurata</i>	+		KULIKOVA & LOSHAKOVA, 1982
<i>Eucinostomus argenteus</i>	+		dados originais
<i>Lopholatilus chamaeleonticeps</i>	+		ERICKSON et al., 1985
<i>Dules auriga</i>	+		dados originais
<i>Pagrus major</i>	+		MATSUYAMA et al., 1987
<i>Plagioscion squamosissimus</i>		—	CHAVES, 1985
<i>Pachipops trifiris</i>		—	CHAVES, 1985
<i>Isopisthus parvipinnis</i>	+		dados originais
<i>Menticirrhus americanus</i>	+		CASTILLO, 1986; dados originais
<i>Cynoscion striatus</i>	+		dados originais
<i>Stellifer brasiliensis</i>	+		dados originais
<i>Seriphus politus</i>	+		DEMARTINI & FOUNTAIN, 1981
<i>Umbrina canosai</i>	+		HAIMOVICI, 1982

+ : registro positivo
 — : registro negativo

mar: espécie marinha
 d.d.: espécie dulceaquícola

Uma correlação de tal nível conduz assim para um interessante raciocínio de convergência adaptativa, uma hipótese segundo a qual as espécies primariamente dulceaquícolas nunca teriam adquirido o caráter, enquanto os grupos secundariamente dulceaquícolas o teriam perdido, em algum estágio de sua adaptação à água doce. Esta conclusão acompanha-se de um bom fundamento teórico, pois mesmo que a hidratação eventualmente ocorra também nos ovócitos de espécies dulceaquícolas (por outras necessidades que não a de diminuir sua densidade), é permissível que nestas o processo se dê não antes da ovulação e desova, mas sim após. Em água doce isto é viável, pois em sendo o citoplasma intra-ovocitário isosmótico aos fluidos corporais da fêmea (HOLLIDAY, 1969, *apud* BOND, 1979) (fato que o torna hiperosmótico em relação ao meio), e tendo-se em conta que os ovos não-fertilizados ainda são desprovidos de capacidade osmorregulatória (HOLLIDAY, *op. cit.*), existe uma tendência natural de os ovócitos após a desova se hidratarem passivamente. Para as espécies marinhas isto é muito improvável, uma vez que o citoplasma intra-ovocitário é hiposmótico ao meio, condição que não favorece o ganho de água, mas apenas a perda.

Entretanto, que proveito teriam as espécies dulceaquícolas em não hidratar seus ovócitos antes da desova? Uma ausência de HPO teoricamente apresenta diversas vantagens para as espécies que dela se absterem, à medida em que a ocorrência do processo implica encargos como os seguintes:

1º) Um certo dispêndio energético para a fêmea, pela transferência de líquido da circulação. A Fig. 1 ilustra a seqüência do processo de hidratação em algumas espécies marinhas, evidenciando o grande volume de líquido que os ovócitos recebem após o término da vitelogênese.

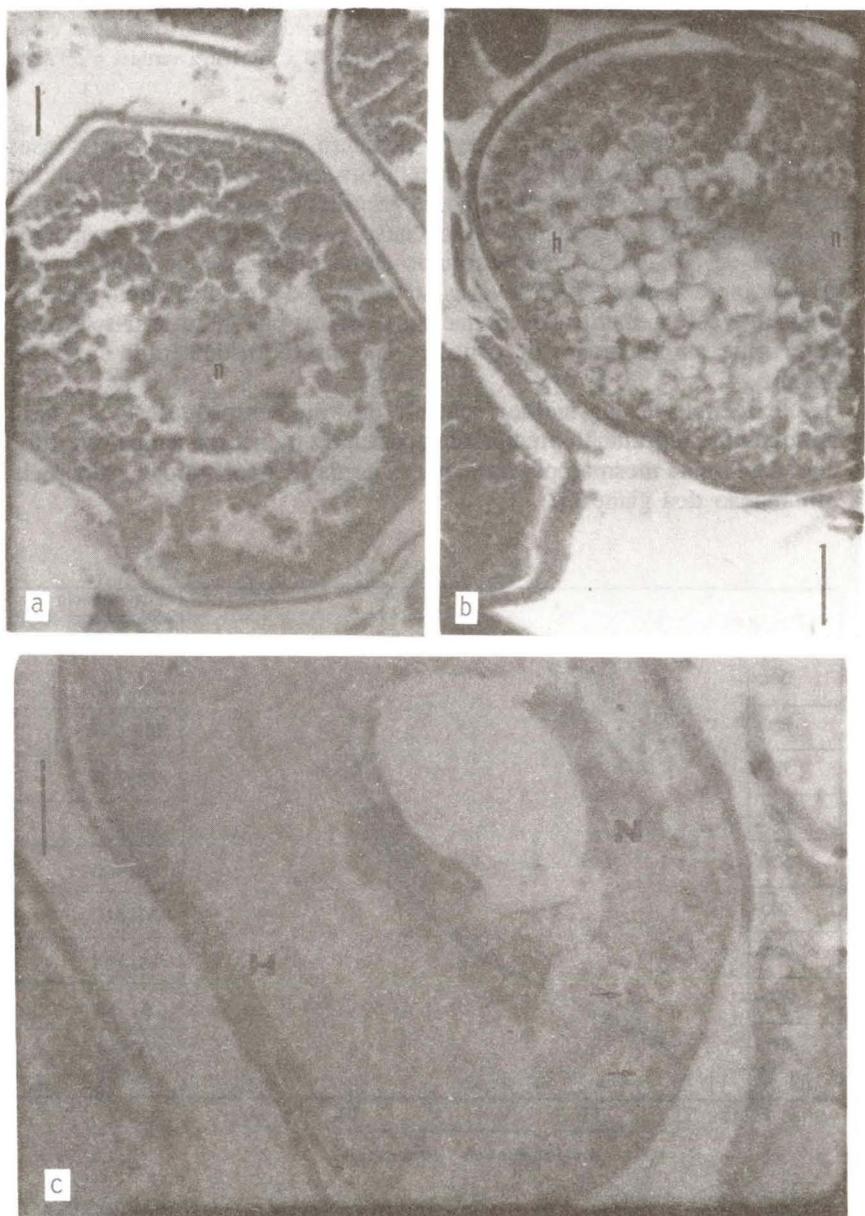
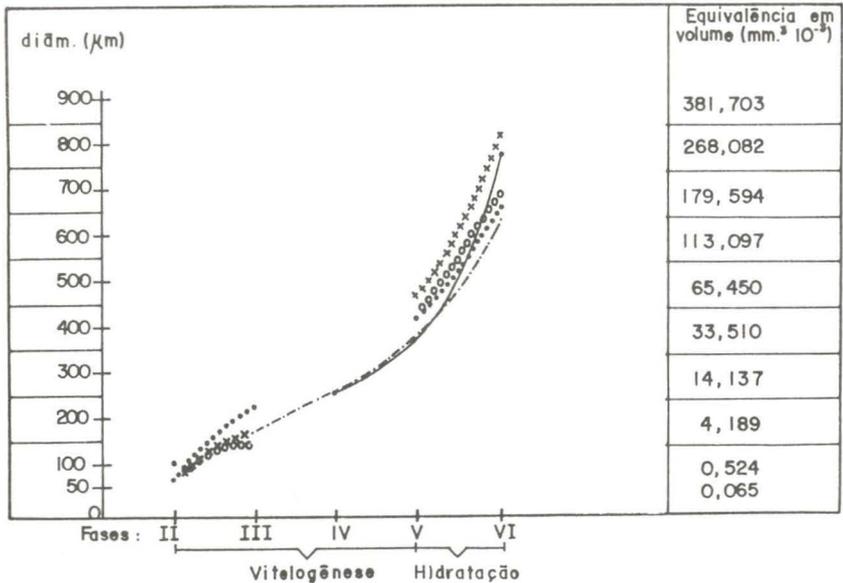


FIG. 1 - Seqüência do processo de hidratação pré-ovulatória teleósteos marinhos. a: folículo ovariano maduro de *Ctenoscialna gracilicirrus*, com vitelogênese completa e núcleo ainda no centro do ovócito (n). b: folículo ovariano em início de hidratação de *Dules auriga*. Observa-se que o núcleo (n) desloca-se para um dos polos do ovócito, aquele que mantém gotículas de vitelo. No pólo oposto, citoplasma em coalescência

(h, c): folículo hidratado de *Menticirrhus americanus*. Núcleo (N) situado num dos polos do ovócito. Poucos grânulos de vitelo acidófilo (setas). Citoplasma quase totalmente coalescido (H). Coloração HE, aumento 10 x 10. Barra vertical = 50 μm .

2º) Um maior peso e volume a ser ocupado pelos ovários nesta fase, acarretando ao indivíduo severas alterações estruturais, senão também comportamentais. A Fig. 2 apresenta a progressão das dimensões ovocitárias ao longo das etapas de vitelogênese e hidratação, em 5 espécies do litoral de São Paulo, demonstrando como o ingresso de líquido pode provocar incrementos de 6 a 8 vezes no tamanho das células vitelogênicas. Certamente este aumento de volume dos ovócitos poderá refletir-se diretamente sobre as dimensões da gônada como um todo, dentro da cavidade visceral.

3º) A exigência de um melhor controle do "momento de desova", haja visto que uma hidratação precipitada acentuaria o encargo acima referido, e uma demora na mesma poderia implicar perda de oportunidade adequada à eliminação dos gametas.



— *Harengula clupeola*, *Urophycis brasiliensis*, - - - *Eucinostomus argenteus*, x x x x *Isopisthus parvipinnis*, o o o o o *Menticirrhus americanus*.

FIG. 2 - Representação gráfica do aumento de volume ovocitário, em função do diâmetro estimado de cada fase, para 5 espécies de teleosteos do litoral de São Paulo. Verifica-se que o incremento de volume sofrido pelo ovócito, quando do processo de hidratação, pode ser da ordem de 6 a 8 vezes.

Assim, pode-se concluir que para as espécies de grupos primariamente dulceaquícolas, duas alternativas são bastante prováveis:

a - ou não hidratam seus ovócitos, visto a hidratação ser insuficiente para a flutuação dos ovos;

b - ou os hidratam apenas após a desova, passivamente, evitando dessa maneira os encargos trazidos por uma HPO.

Já para as espécies secundariamente dulceaquícolas, a estas alternativas acresce-se uma terceira: a de que a HPO ocorra "desnecessariamente", por a espécie ainda não se haver desvinculado deste caráter. Nesta situação, ficaria implícito que ela não atingiu uma completa adaptação ao ambiente de água doce, permitindo supor-se que sua chegada a este meio seja relativamente recente. Tal pode ser o caso, p. ex., de *Anchoviella lepidentostole*, Clupeidae de migrações anádromas que parece hidratar seus ovócitos antes da desova (JUNE FERRAZ DIAS, com. pess.).

Fica proposto, pois, que a ausência de HPO nos ovócitos de teleósteos de água doce derivados de grupos marinhos, trata-se de uma convergência ao comportamento natural apresentado pelos grupos primariamente dulceaquícolas, apontando como também no nível de gônadas podemos encontrar elementos cuja forma de manifestação é diretamente condicionada pelo meio externo.

AGRADECIMENTOS

À Dra. Anna Emília A. de M. Vazzoler, pela orientação prestada no trabalho de tese, e às biólogas Mônica Ponz Louro, Maria Rosa Quintans Lopez e Eloci Perez, pelo auxílio nas atividades de coleta e processamento do material.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A.A. 1985. *Estrutura da população, idade, crescimento e reprodução de Rhinelepis aspera (Agassiz, 1829) (Osteichthyes, Loricariidae) do rio Parana-panema, PR.* Tese de doutorado, Universidade Federal de São Carlos, 229p.
- AGOSTINHO, A.A.; M.Y. NARAHARA, H.M. & GODINHO, 1982. Morfologia dos ovários de *Plecostomus commersonii* (Valenciennes, 1840), Osteichthyes-Loricariidae: desenvolvimento dos ovócitos e escala de maturidade. *Revta bras. Biol.* 42 (1): 71-77.
- ANDREU, B. 1956. Observaciones sobre el ovario de merluza (*Merluccius merluccius* L.) y características del mecanismo de la puesta. *Inv. Pesq.* Tomo IV: 49-64.
- ANDRIANOV, D.P. & L.A. LISOVENKO, 1983. New data on the reproduction of the peruvian hake, *Merluccius gayi peruanus* (Merlucciidae). *J. of Ichthyology* 23(4): 62-72.

- ARAVIDAN, C.M. & K.G. PADMANABHAN, 1972. Source of a new crop of oocytes in *Tilapia mossambica*. *Helgolander wiss. Meeresunters* 25: 184-192.
- BABIKER, M.M. & H. IBRAHIM, 1979. Studies on the biology of reproduction in the cichlid *Tilapia nilotica* (L.): gonadal maturation and fecundity. *J. Fish Biol.* 14 (5): 437-448.
- BARBIERI, M.C.; G. BARBIERI & M. de A. MARINS, 1981. Sobre a anatomia e histologia de ovários de *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) na represa do Lobo, estado de São Paulo. *Revta bras Biol.* 41 (1): 163-168.
- BOND, C.E. 1979. *Biology of Fishes*. Philadelphia, Saunders College Publishing, 514p.
- CARAMASCHI, É.P.; H.M. GODINHO & F. FORESTI, 1982. Reprodução de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Teleostei, Erythrinidae) na Represa do rio Pardo (Botucatu, SP). I. Histologia e escala de maturação do ovário. *Revta bras. Biol.* 42 (3): 635-640.
- CASTILLO, V.R.A. 1986. Estudo sobre a biologia e ciclo de vida de *Menticirrhus americanus* (Linnaeus, 1758) (Ubatuba 23° 30' - Cananéia 25° 05'S, S. Paulo). Dissertação de mestrado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 150p.
- CHAVES, P.T.C. 1985. O desenvolvimento ovocitário em representantes de dez famílias de teleosteos amazônicos: aspectos estruturais e considerações ecológicas. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia / Universidade do Amazonas, Manaus, 83p.
- CHAVES, P.T.C. & A.E.A. de M. VAZZOLER, 1984. Aspectos biológicos de peixes amazônicos: II. Anatomia microscópica de ovários, escala de maturidade e tipo de desova das espécies do gênero *Semaprochilodus*. *Revta bras. Biol.* 44 (3): 347-359.
- COELLO, S. 1983. Hora de desova de la sardine del sur, *Sardinops sagax sagax* (Jenyns). *Rev. Cienc. Mar. Limm.* 2 (1): 239-242.
- CRAIK, J.C. & S.M. HARVEY, 1987. The causes of buoyance in eggs of marine teleostes. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 67: 169-182.
- CUSSAC, V.E. & M.C. MAGGESE, 1986. Oogenesis in *Rhamdia sapo* (Pisces, Pimelodidae). Stages of the oocyte, egg's envelopes and effects of the human chorionic gonadotropin. *Revta bras. Biol.* 46 (1): 139-147.
- DAVIS, T.L.O. 1977. Reproductive biology of the freshwater catfish *Tandanus tandanus* Mitchell, in the Gwydir River, Australia. I. Structure of the gonads. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 28: 139-158.
- DEMARTINI, E.E. & R.K. FOUNTAIN, 1981. Ovarian cycling frequency and batch fecundity in the Queenfish, *Seriplus politus*: attributes representative of serial spawning fishes. *Fishery Bulletin* 79 (3): 547-560.

- ERICKSON, D.L.; M.J. HARRIS, & G.D. GROSSMAN, 1985. Ovarian cycling of tilefish, *Lopholatilus chamaeleonticeps* Goode and Bean, from the South Atlantic Bight, USA. **J. Fish Biol.** 27: 131-385.
- FOUCHER, R.P. & R.J. BEAMISH, 1980. Production of nonviable oocytes by Pacific hake (*Merluccius productus*). **Can. J. Fish. Aquatic Sci.** 37: 41-48.
- GINZBURG, A.S. 1968. **Fertilization in fishes and the problem of polyspermy.** Detlaf, T.A. ed. Jerusalem, Israel Program for Scientific Translations, 366p.
- GODINHO, H.M.; S. FERRI; L.O. MEDEIROS, & J.M.B. BARKER, 1974. Morphological changes in the ovary of *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Pisces, Siluroidei) related to the reproductive cycle. **Revta bras. Biol.** 34 (4): 581-588.
- HAIMOVICI, M. 1982. **Estructura y dinamica poblacional del pargo blanco, *Umbrina canosai* (Sciaenidae, Pisces) del litoral de Rio Grande do Sul, Brasil,** Tese doutoramento, Universidade Nacional de Buenos Aires. 274p.
- HAY, D.E.; D.N. OUTRAM ; B.A. McKEOWN, & M. HURLBURT, 1987. Ovarian development and oocyte diameter as maturation criteria in Pacific herring (*Clupea harengus pallasii*). **Can J. Fish. Aquat. Sci.**, 44: 1496-1502.
- ISAAC-NAHUM, V.J.; A.E.A. de M. VAZZOLER, & E.M. ZANETI-PRADO, 1983. Estudos sobre estrutura, ciclo de vida e comportamento de *Sardinella brasiliensis* (Steidachner, 1979) na área entre 22°S e 28°S, Brasil. 3. Morfologia e histologia de ovários e escala de maturidade. **Bolm Inst. Oceanogr., S. Paulo** 32 (1): 1-16.
- KULIKOVA, N.I. & N. YE. LOSHAKOVA, 1982. Oogenesis and sexual cycle of the long-finned mullet, *Liza aurata* (Mugilidae). **J. of Ichthyology** 22 (5): 65-75.
- MACER, C.T. 1974. The reproductive biology of the horse mackerel *Trachurus trachurus* (L.) in the North Sea and English Channel. **J. Fish Biol.** 6: 415-438.
- MARCUS, O. & K. KUSEMIJU, 1984. Some aspects of the reproductive biology of the clupeid *Ilisha africana* (Bloch) of the Lagos Coast, Nigeria. **J. Fish Biol.** 25: 679-689.
- MATSUYAMA, M.; S. MATSUURA.; Y. OUCHI, & T. HIDAKA, 1987. Maturity classification and group maturity of the red sea bream *Pagrus major*. I. Female maturity. **Marine Biology** 96: 163-168.
- PARRISH, R.H.; D.L. MALLICOATE, & R.A. KLINGBELL, 1986. Age dependent fecundity, number of spawnings per year, sex ratio, and maturation stages in northern anchovy, *Engraulis mordax*. **Fishery Bulletin**, 84 (3): 503-518.
- ROBB, A.P. 1982. Histological observations on the reproductive biology of the haddock, *Melanogrammus aeglefinus* (L.). **J. Fish Biol.** 20: 397-408.

- TORRES-VILLEGAS, J.R.; C.G.G. MELGAR ; R.I. OCHOA-BÁEZ, & V.A.L. PÉREZ, 1985. Parametros reproductivos de las poblaciones de *Opisthonema libertaté*(Günther) y discusion sobre su evaluacion por produccion de huevos. **Inv. Mar. CICIMAR**, 2 (2).
- ZANIBONI Fº, E. 1985. **Biologia da reprodução do matrinxã *Brycon cephalus*(Günther, 1869) (Teleostei, Characidae)**. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia / Universidade do Amazonas, Manaus. 134p.