



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura

**ABUNDÂNCIA, DISTRIBUIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO
MORFOLÓGICA DE LARVAS DE *Atherinella brasiliensis*
(ATHERINOPSIDAE, ATHERINIFORMES) NO ESTUÁRIO
DO RIO JAGUARIBE, PERNAMBUCO.**

Elton José de França

**Recife-PE
2005**

ELTON JOSÉ DE FRANÇA

**ABUNDÂNCIA, DISTRIBUIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO
MORFOLÓGICA DE LARVAS DE *Atherinella brasiliensis*
(ATHERINOPSIDAE, ATHERINIFORMES) NO ESTUÁRIO
DO RIO JAGUARIBE, PERNAMBUCO, BRASIL.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura.

Orientador: Prof. Dr. William Severi

**Recife-PE
2005**

Ficha catalográfica

Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central - UFRPE

F814a	França, Elton José de Abundância, distribuição e caracterização morfológica de larvas de <i>Atherinella brasiliensis</i> (Atherinopsidae, Atheriniformes) no estuário do rio Jaguaribe, Pernambuco, Brasil / Elton José de França – 2005. 31f.: il. Orientador: William Severi Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Pesca. Referências.
-------	---

CDD 591.5

1. *Atherinella brasiliense*
2. Desenvolvimento larval
3. Estuário
4. Jaguaribe, Rio (PE)
5. Ontogenia
6. Ecologia
- I. Severi, William
- II. Título

ELTON JOSÉ DE FRANÇA

Abundância, distribuição e caracterização morfológica de larvas de *Atherinella brasiliensis* (Atherinopsidae, Atheriniformes) no estuário do rio Jaguaribe, Pernambuco, Brasil.

Dissertação defendida e aprovada em 28 de fevereiro de 2005, pela Comissão Julgadora constituída pelos professores:

Dra. Maria Raquel Moura Coimbra - UFRPE
Coordenadora do curso

Dr. William Severi - UFRPE

Dr. José Milton Barbosa - UFRPE

Dr. Paulo Eurico Pires Travassos – UFRPE

Dra. Maria Elisabeth de Araújo - UFPE

Dra. Ana Carla Asfora El-Deir
(suplente)

É possível sermos diferentes e ainda estarmos certos. Pode haver duas – ou mais – respostas para a mesma pergunta e todas serem corretas.

Anne Wilson Schaef

DEDICATÓRIA

À minha esposa Rosário Rafael, aos meus pais José do Carmo de França e Sônia Maria de França, e à minha irmã Erick Maria de França, pelo apoio.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, especialmente ao Departamento de Pesca e Aqüicultura, pelo apoio para a realização do Curso.

Ao Prof. Dr. William Severi, pela orientação e acolhimento no Laboratório de Ictiologia.

Ao coordenador do Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura, Professor Alfredo de Olivera Galvéz, pelos ensinamentos durante o curso e pelo apoio dado ao Programa e a todos os alunos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa, sem a qual teria sido muito complicado concluir este trabalho.

À Ana Carla, pela orientação, amizade, carinho e confiança nas horas difíceis.

Aos meus pais José do Carmo de França e Sônia Maria de França, e à minha irmã Erick Maria de França.

À minha esposa Rosário Rafael, por sempre ter me apoiado e incentivado na minha vida acadêmica.

Ao Mavíael Fonseca, pelos desenhos, amizade e contribuições para a realização desta dissertação.

Aos amigos do Laboratório de Ictiologia, que muito me apoiaram: Sandra, Renata, Isabela, Tatiane, Elisabeth, Aline, Andreza e Verônica Severi.

Aos amigos de turma: Luis Otávio, Weruska, Edson, Leonardo, Elisabeth, Lílian, Susmara, Efigênia, Luciene, Lucemário, e Kleber, parceiros nessa caminhada acadêmica.

Aos amigos do Departamento de Pesca: Emília Carneiro, Analbery, Ana Paula, Tia Eliane, Telma, Socorro, Selma, Sérgio Catunda, Bruno Dourado, Aureliano e Anderson.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, e que não foram citados.

E, num plano superior, a Deus, que sempre me deu forças para vencer os obstáculos, principalmente na fase de conclusão deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
APRESENTAÇÃO.....	xi
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO I: ARTIGO CIENTÍFICO “Abundância e distribuição de larvas de <i>Atherinella brasiliensis</i> no estuário do rio Jaguaribe, Itamaracá, Pernambuco – Brasil”.....	01
RESUMO.....	01
ABSTRACT.....	02
1. Introdução.....	03
2. Material e Métodos.....	04
2.1 Área de estudo.....	04
2.2 Amostragem do ictioplâncton.....	04
2.3 Processamento da amostras.....	05
2.4 Análise dos dados.....	06
3. Resultados.....	06
3.1 Variáveis ambientais.....	06
3.2 Abundância e distribuição das fases iniciais de <i>Atherinella brasiliensis</i>	08
4. Discussão.....	09
5. Referências bibliográficas.....	12
CAPÍTULO II: ARTIGO CIENTÍFICO “Caracterização morfológica de larvas de <i>Atherinella brasiliensis</i> (Atherinopsidae, Atheriniformes) no estuário do rio Jaguaribe, Pernambuco – Brasil”.....	17
Resumo.....	17
Abstract.....	18
1. Introdução.....	19
2. Material e métodos.....	20
3. Resultados.....	21
3.1 Caracterização morfológica.....	21

3.2 Desenvolvimento morfométrico.....	24
3.3 Relações corporais.....	24
4. Discussão.....	26
5. Referências bibliográficas.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 01–	Dados de correlação entre as medidas corporais de larvas de <i>Atherinella brasiliensis</i> (a e b são coeficientes da reta; r é o coeficiente de correlação linear de Pearson e n é o número de indivíduos).....	24
Tabela 02–	Relações entre medidas corpóreas de larvas e juvenis de <i>Atherinella brasiliensis</i>	25

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO CIENTÍFICO I

Figura	1 – Mapa de localização do rio Jaguaribe, na Ilha de Itamaracá e no litoral do estado de Pernambuco, e indicação das estações de coleta.....	05
Figura	2 – Valores dos parâmetros ambientais observados durante o período de abril/2001 a abril/2002, nas estações de coleta no estuário do rio Jaguaribe: A) salinidade mensal, B) salinidade por estação, C) temperatura mensal, D) temperatura por estação, E) profundidade por estação e F) transparência (Secchi) por estação.....	07
Figura	3 – Densidade total por mês (A) e estação (B) de larvas de <i>Atherinella brasiliensis</i> , capturadas no estuário do rio Jaguaribe, no período de abril/2001 a abril/2002.....	08
Figura	4 – Análise de agrupamento, da densidade total de larvas de <i>Atherinella brasiliensis</i> , capturadas entre as estações no estuário do rio Jaguaribe, no período de abril/2001 a abril/2002.....	08

ARTIGO CIENTÍFICO II

Figura	1 – Ilustração de larva de <i>Atherinella brasiliensis</i> em estágio de pós-flexão, com indicação dos parâmetros morfométricos analisados.....	21
Figura	2 – Desenvolvimento inicial de <i>Atherinella brasiliensis</i> : larva com CP de 3,5 mm, em estágio de pré-flexão: A) vista lateral; B) vista ventral e C) vista dorsal.....	22
Figura	3 – Desenvolvimento inicial de <i>Atherinella brasiliensis</i> : larva com CP de 4,7 mm, no final do estágio de flexão.....	22
Figura	4 – Desenvolvimento inicial de <i>Atherinella brasiliensis</i> : larvas no estágio de pós-flexão: com CP de 6,4mm (A); 8,8mm (B) e 12mm (C).....	23
Figura	5 – Desenvolvimento inicial de <i>Atherinella brasiliensis</i> : indivíduo com CP de 15 mm, no estágio juvenil.....	23
Figura	6 – Variação das relações corporais de <i>A. brasiliensis</i> : A) DPD e DPA em relação a CP, B) DO em relação a CC, C) CC e AC em relação a CP e D) DPPL e DPP em relação a CP.....	25

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho foi subdividido em dois artigos científicos. O primeiro, intitulado “Abundância e distribuição de larvas de *Atherinella brasiliensis* no estuário do rio Jaguaribe, Itamaracá, Pernambuco – Brasil”, objetivou caracterizar a distribuição e abundância das fases iniciais de *Atherinella brasiliensis*, no estuário do rio Jaguaribe, Pernambuco, contribuindo desta forma para um melhor conhecimento da espécie na região. O segundo, intitulado “Caracterização morfológica de larvas de *Atherinella brasiliensis* (Atherinopsidae, Atheriniformes) no estuário do rio Jaguaribe, Pernambuco – Brasil”, objetivou caracterizar o desenvolvimento inicial de larvas de *Atherinella brasiliensis*, com a descrição de sua morfologia externa e morfometria, visando contribuir para a identificação da espécie em estudos sobre o ictioplâncton estuarino.

O estudo do ictioplâncton tem-se mostrado de grande importância, não apenas por fornecer informações de interesse ictiológico, mas também contribuir para o inventário ambiental, o monitoramento dos estoques pesqueiros e o manejo da pesca. Permite, ainda, contribuir para a incorporação de novas espécies ao sistema de cultivo, que têm nas fases iniciais de desenvolvimento, a maior restrição ao sucesso de seu aproveitamento. Por estes motivos, o perfeito entendimento da biologia de uma espécie de peixe não pode ser considerado sem um bom conhecimento de sua história natural e a ecologia de suas larvas.

RESUMO

O presente trabalho apresenta informações sobre larvas de *Atherinella brasiliensis*, no estuário do rio Jaguaribe, localizado no litoral norte do estado de Pernambuco. O mesmo teve como objetivo, caracterizar a abundância e distribuição de larvas desta espécie, bem como, caracterizar o seu desenvolvimento inicial, através da descrição de sua morfologia externa e aspectos morfométricos. Foram realizadas coletas mensais de ictioplâncton, no período de abril de 2001 a abril de 2002, através de arrastos horizontais na superfície, com rede de plâncton cônico-cilíndrica, de malha de 500 μm , em seis diferentes estações de amostragem. Os valores médios de salinidade e temperatura registrados foram menores nos meses de janeiro e junho, com 17,44 e 27,26 $^{\circ}\text{C}$, e os maiores nos meses de dezembro e abril, com 37,73 e 29,90 $^{\circ}\text{C}$, respectivamente. Uma densidade total de 258,04 larvas. 10m^{-3} foi registrada para todo o período, sendo 94,23% delas representadas pelo estágio de pré-flexão. As maiores ocorrências de larvas foram registradas nos meses de outubro, janeiro e março, e a menor em setembro. Dentre as estações, as maiores densidades foram registradas na porção superior do estuário, a qual apresentou águas calmas e rasas. Larvas de *A. brasiliensis* eclodem com comprimento padrão (CP) médio de 1,4mm. No estágio de pré-flexão, a larva apresenta o corpo revestido por membrana embrionária, que se inicia logo atrás da cabeça e a larva apresenta quatro cromatóforos dendríticos sobre a cabeça. O estágio de flexão inicia-se com CP de aproximadamente 3,8mm, as nadadeiras dorsal e anal já evidenciam a presença de pterigióforos e a boca assume uma posição terminal, sendo esta ligeiramente inclinada para cima. Com CP médio de 4,7mm, a larva encontra-se no estágio final da flexão e início da pós-flexão. No estágio de pós-flexão, apresenta uma maior ossificação dos raios das nadadeiras dorsal e anal, já apresentando também o botão da nadadeira pélvica e um adensamento da pigmentação lateral. Com aproximadamente 12,0mm de CP, a larva apresenta todas as nadadeiras formadas, sendo a primeira nadadeira dorsal a última a passar pelo processo de ossificação, estando localizada em posição posterior à anal. O estágio juvenil tem início com CP de aproximadamente 15mm. Nesta fase, *A. brasiliensis* apresenta a nadadeira anal localizada na porção mediana do corpo e a margem posterior das peitorais ultrapassa a origem das pélvicas, sendo estas últimas localizadas no ponto médio entre as origens das nadadeiras peitoral e anal. Na região dorso-lateral, próximo à cabeça, é possível visualizar escamas. Os resultados indicam que a espécie tem boa parte do seu ciclo de vida ocorrendo no estuário e que a mesma apresenta desova do tipo parcelada. O seu principal período de recrutamento ocorre nos meses de janeiro a março e as características morfológicas aqui descritas permitem uma adequada identificação de suas larvas, bem como sua diferenciação daquelas da família Hemiramphidae e de outras espécies de Atheriniformes.

Palavra chave - *Atherinella brasiliensis*, estuário, peixe-rei, ontogenia, ecologia.

ABSTRACT

This study presents information about *Atherinella brasiliensis* larvae from the Jaguaribe river estuary, located in the northern coast of the state of Pernambuco, northeastern Brazil. Its objective was to characterize the abundance and distribution of larvae, along with a description of their external morphology and morphometric data. Ichthyoplankton samples were taken monthly, from April 2001 to April 2002, through surface towing of a 500µm conical-cylindrical plankton net, at six different sampling stations. Temperature and salinity average values ranged, respectively, from a minimum of 17.44 and 27.26°C in January and June, to a maximum of 37.73 and 29.90°C in December and April. A total density of 258.04 larvae.10m⁻³ was recorded throughout the study period, 94.23% of which were in the preflexion stage. Higher larvae densities were recorded in October, January and March, and lower in September. Among stations, higher densities were recorded in the upper reaches of the estuary, which presented low and quiet waters. *A. brasiliensis* larvae hatch with an average standard length (SL) of 1.4mm. In the preflexion stage, the body is enveloped by a finfold, beginning just behind the head, and four dendritic chromatophores are present on top of the head. The flexion stage begins with a SL of 3.8mm, dorsal and anal fins present pterigyophores and the mouth is terminal, but somewhat upward orientated. With 4.7mm SL, the larva is at the end of the flexion stage and beginning of postflexion. In the postflexion stage, an ossification of dorsal and anal fin rays is evident, as well as the pelvic buds and darkening of lateral pigmentation. With approximately 12.0mm SL, all fins are formed, and the second dorsal one is the last to be formed, being located posterior to the anal. The juvenile stage begins at approximately 15mm SL. In this stage, *A. brasiliensis* present the anal fin located at the body midpoint, and the posterior end of pectorals surpasses the pelvic fin origin, which is located at an equal distance from the pectoral and anal fins' origins. Scales are clearly visible at the dorso-lateral region, behind the head. The results indicate most of the species life cycle takes place in the estuary, it presents multiple spawning, and initial recruitment occurs in January and March. The morphological features herein described allow the identification of its larvae, together with an adequate differentiation from hemiramphids and other atheriniform species.

Keywords - *Atherinella brasiliensis*, estuary, silverside, ontogeny, ecology

ARTIGO CIENTÍFICO I

“Caracterização morfológica de larvas de *Atherinella brasiliensis*
(Atherinopsidae, Atheriniformes) no estuário do rio Jaguaribe, Pernambuco –
Brasil”

**ABUNDÂNCIA E DISTRIBUIÇÃO DE LARVAS DE *Atherinella brasiliensis*
(ATHERINOPSIDAE, ATHERINIFORMES) NO ESTUÁRIO DO RIO
JAGUARIBE, ITAMARACÁ, PERNAMBUCO - BRASIL.**

Resumo

O presente trabalho foi desenvolvido no estuário do rio Jaguaribe, Pernambuco – Brasil, com o objetivo de caracterizar a abundância e distribuição de larvas de peixe-rei, *Atherinella brasiliensis*. Coletas mensais de ictioplâncton foram efetuadas no período de abril de 2001 a abril de 2002, através de arrastos horizontais de superfície, com rede de plâncton cônico-cilíndrica de malha de 500 µm, em seis diferentes estações de amostragem. Em todas as coletas, foram monitoradas *in situ* a temperatura e a salinidade da água de superfície, obtida através de monitores portáteis de campo YSI, e a transparência com um disco de Secchi. Todo o material coletado foi fixado em solução de formol a 5%, neutralizado com CaCO₃, e posteriormente triado e identificado, tendo as larvas sido classificadas em seus estágios de desenvolvimento. Os valores médios de salinidade e temperatura registrados foram menores nos meses de janeiro e junho, com 17,44 e 27,26 °C, e os maiores nos meses de dezembro e abril, com 37,73 e 29,90°C, respectivamente. Uma densidade total de 258,04 larvas por 10m⁻³ foi registrada para todo o período, sendo 94,23% delas representadas pelo estágio de pré-flexão. As maiores densidades ocorreram nos meses de outubro, janeiro e março, com 29,27, 58,90 e 36,50 larvas por 10m⁻³, respectivamente, e a menor em setembro, com 4,54 larvas por 10m⁻³. Dentre as estações, as maiores densidades foram registradas na porção superior do estuário, a qual apresentou águas calmas e rasas. Os resultados indicam que a espécie tem boa parte do seu ciclo de vida ocorrendo no estuário e que a mesma apresenta desova do tipo parcelada, tendo o seu principal período de recrutamento nos meses de janeiro a março.

Palavra chaves: *Atherinella brasiliensis*, larvas, ecologia, estuário, rio Jaguaribe.

Abstract

The present study was undertaken in the estuary of river Jaguaribe, state of Pernambuco, Brazil, aiming at characterizing the abundance and distribution of the silverside fish *Atherinella brasiliensis* larvae. Ichthyoplankton samples were taken monthly from April 2001 to April 2002, by towing a 500 μm conical-cylindrical plankton net near the water surface, at six different sampling stations. Surface water temperature and salinity were monitored in situ by a YSI portable field meter, and water transparency was determined by a Secchi disk. The material collected was fixed in 5% formaldehyde buffered with CaCO_3 , sorted out, and identified, the larvae being then classified according to their developmental stage. Average salinity and temperature values were lower in January and June, with 17.44 and 27.26 $^{\circ}\text{C}$, and higher in December and April, with 37.73 and 29.90 $^{\circ}\text{C}$, respectively. A total density of 258.04 larvae. 10m^{-3} was recorded throughout the period of study, 94,23% of them being in the pre-flexion stage. Higher densities were recorded in October, January and March, with respectively 29.27, 58.90 and 36.50 larvae. 10m^{-3} , and lower in September, with 4.54 larvae. 10m^{-3} . Among the stations, higher densities were recorded in the upper reaches of the estuary, which presented low and quiet waters. The results indicate the species has most of its life cycle in the estuary, and present multiple spawning, which occurs mainly between January and March.

Keywords: *Atherinella brasiliensis*, larvae, ecology, estuary, rio Jaguaribe.

1. Introdução

A ordem Atheriniformes possui distribuição circumtropical, também sendo encontrada em regiões temperadas do Novo Mundo. Suas espécies podem ser encontradas em ambientes costeiros, estuarinos ou de água doce, havendo apenas algumas delas em ambientes pelágicos longe da costa (DYER & CHERNOFF, 1996). De acordo com Dyer (1998), a ordem inclui 49 gêneros distribuídos em seis famílias. Dentre estas, Atherinopsidae possui treze gêneros e 104 espécies (NELSON, 1994), sendo que dentre aquelas do gênero *Atherinella*, conhecidas vulgarmente como peixes-rei, apenas *A. brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) – anteriormente denominada de *Xenomelaniris brasiliensis* – e *A. blackburni* (Schultz, 1949), têm registro de ocorrência no Brasil (DYER, 2003).

No Brasil, a espécie *A. brasiliensis* tem sido bem estudada na região sul-sudeste. Bemvenuti (1987, 1990) relatou a sua abundância, distribuição, reprodução e hábitos alimentares na lagoa dos Patos, RS. Hostim-Silva (1994) e Hostim-Silva *et al.* (1995) estudaram a sua reprodução e estrutura populacional na lagoa da Conceição, SC. Os últimos autores citaram que a espécie não tem valor comercial, mas é geralmente utilizada como complemento alimentar e de renda pelas comunidades pesqueiras, em determinadas épocas do ano, devido à sua abundância freqüente. Bervian & Fontoura (1997) estudaram a reprodução de *A. brasiliensis* quanto à primeira maturação sexual e fecundidade, no estuário do rio Tramandaí, RS. Pessanha & Araújo (2001) estudaram os aspectos do ciclo de vida de *A. brasiliensis* na margem continental da Baía de Sepetiba, RJ, com ênfase no recrutamento e padrões de distribuição e abundância relativa, determinando também os parâmetros de crescimento, a partir da análise da freqüência de comprimento.

Para a região nordeste, inexistem estudos sobre biologia ou ecologia de *A. brasiliensis*, tendo sua ocorrência sido registrada em estuários do estado do Ceará – rios Jaguaribe (OLIVEIRA, 1976) e Pacoti (IRVING *et al.*, 1988) -, no litoral do Rio Grande do Norte (SOARES, 1988), na costa da Paraíba (ROSA, 1980; ROSA *et al.*, 1997), em Pernambuco – no Canal de Santa Cruz, litoral norte (ESKINAZI, 1972; VASCONCELOS FILHO *et al.*, 1994; ALMEIDA *et al.*, 1998; VASCONCELOS FILHO & OLIVEIRA, 2000) e em

arrecifes ao longo da costa (KOIKE & GUEDES, 1981) -, no complexo estuarino de Mundaú-Manguaba, em Alagoas (MARQUES, 1978; COSTA, 1980) e na Bahia (LOPES *et al.*, 1998).

Aspectos ecológicos das fases iniciais de *A. brasiliensis* são escassos na literatura, não existindo estudos sobre a ecologia de suas larvas e sua abundância em estuários no nordeste do Brasil, em particular. Dentre os ecossistemas costeiros, os estuários são ambientes importantes para a biologia de peixes-rei.

O presente estudo objetivou caracterizar a distribuição e abundância das fases iniciais de *Atherinella brasiliensis*, no estuário do rio Jaguaribe, Pernambuco, contribuindo desta forma para um melhor conhecimento da biologia da espécie na região.

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de estudo

O estuário do rio Jaguaribe (Figura 1) está localizado na Ilha de Itamaracá, litoral norte do estado de Pernambuco, a uma distância de 50km da capital Recife, entre os paralelos geográficos 07°43'08" e 07°45'32" de latitude sul e 034°50'14" e 034°51'05" de longitude oeste, e deságua no oceano Atlântico, em uma área denominado Pontal do Jaguaribe (FIDEM, 1987).

2.2. Amostragem do ictioplâncton

Coletas mensais de ictioplâncton foram efetuadas no período de abril de 2001 a abril de 2002, em seis estações distribuídas ao longo do estuário do rio Jaguaribe (Figura 1). Em todas as estações de coleta, a temperatura e a salinidade da água de superfície foram monitoradas *in situ*, através de monitores portáteis de campo YSI. A transparência da água foi obtida com o auxílio de disco de Secchi.

As coletas foram realizadas através de arrastos horizontais na superfície, com rede de plâncton cônico-cilíndrica com malha de 500 µm, dotada de fluxômetro General Oceanics. Os mesmos tiveram uma duração padronizada de 10 minutos, com velocidade aproximada de 2 nós. Todo o

material foi fixado em solução de formol a 5%, neutralizado com CaCO_3 , e acondicionado em fracos de 500ml devidamente identificados.

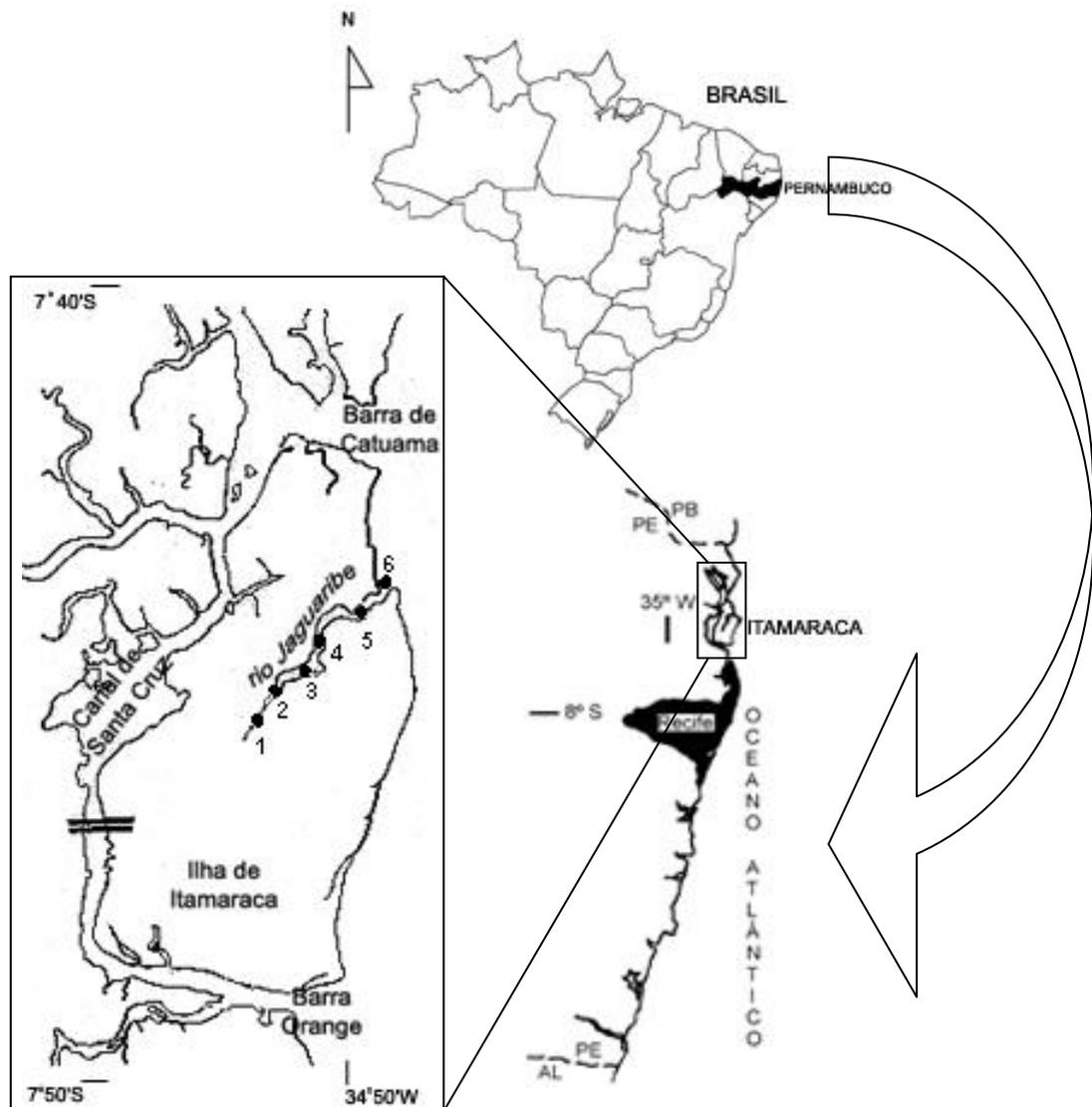


Figura 1 – Mapa de localização do rio Jaguaribe, na Ilha de Itamaracá e no litoral do estado de Pernambuco, e indicação das estações de coleta.

2.3. Processamento das amostras

As amostras foram triadas e analisadas sob estereomicroscópio no Laboratório de Ictiologia do Departamento de Pesca e Aqüicultura da UFRPE, para a separação das larvas de peixes de outros organismos do plâncton coletado, as quais foram então conservadas em etanol 70%. A identificação das larvas de *Atherinella brasiliensis* foi realizada conforme as descrições constantes de França *et al.* (2005), baseadas preliminarmente nos

trabalhos de Lippson & Moran (1974) e Able & Fahay (1998). A classificação das larvas em seus estágios de desenvolvimento – larval vitelino, pré-flexão, flexão e pós-flexão – foram efetuadas através da seqüência de desenvolvimento da nadadeira caudal e seus elementos de suporte, segundo Nakatani *et al.* (2003). A estimativa da densidade das larvas para cada estação de coleta foi expressa em número por 10m³, a partir do cálculo do volume de água filtrada.

2.4. Análise dos dados

Foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, para verificar diferenças nos valores de temperatura, salinidade e transparência da água e de densidade de larvas, entre meses e estações. Estes testes foram utilizados devido à falta de normalidade e homocedasticidade dos dados, mesmo após transformação ($\log(x+1)$), com base nas recomendações de Zar (1996), utilizando-se o programa STATISTICA 5.1 (Statsoft, 1998).

3. Resultados

3.1. Variáveis ambientais

Os valores de salinidade apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) ao longo dos meses e estações de coleta amostrados, com valores variando entre 1,3 e 43,9 (Figura 2A e B). Os valores mínimo e máximo foram observados nos meses de setembro e dezembro/2001 respectivamente, tendo ambos sido registrados na estação Jag-01, na porção superior do estuário (Figura 1).

A temperatura da água apresentou diferença significativa dentre os meses de coletas ($p < 0,05$), tendo variado entre 25,0 e 31,6 °C, com o menor valor tendo sido registrado no mês de agosto/2001, e o maior em abril/2002. Entre as estações de coleta, a temperatura não diferiu significativamente, registrando-se um valor mediano de 28,6 °C (Figura 2C e D).

No estuário do rio Jaguaribe, a profundidade variou entre 0,3 e 7,7m durante todo o período estudado, tendo o maior valor sido registrado na estação inferior do estuário, próximo à foz (Jag-6) e os menores nas superiores (Jag-1 e Jag-2) (Figura 2E). Os valores de transparência variaram dentro de uma amplitude de 0,20 a 1,30 metros. Entre as estações de coleta, os valores medianos não diferiram significativamente, tendo apresentado uma transparência mediana de 0,7m (Figura 2F).

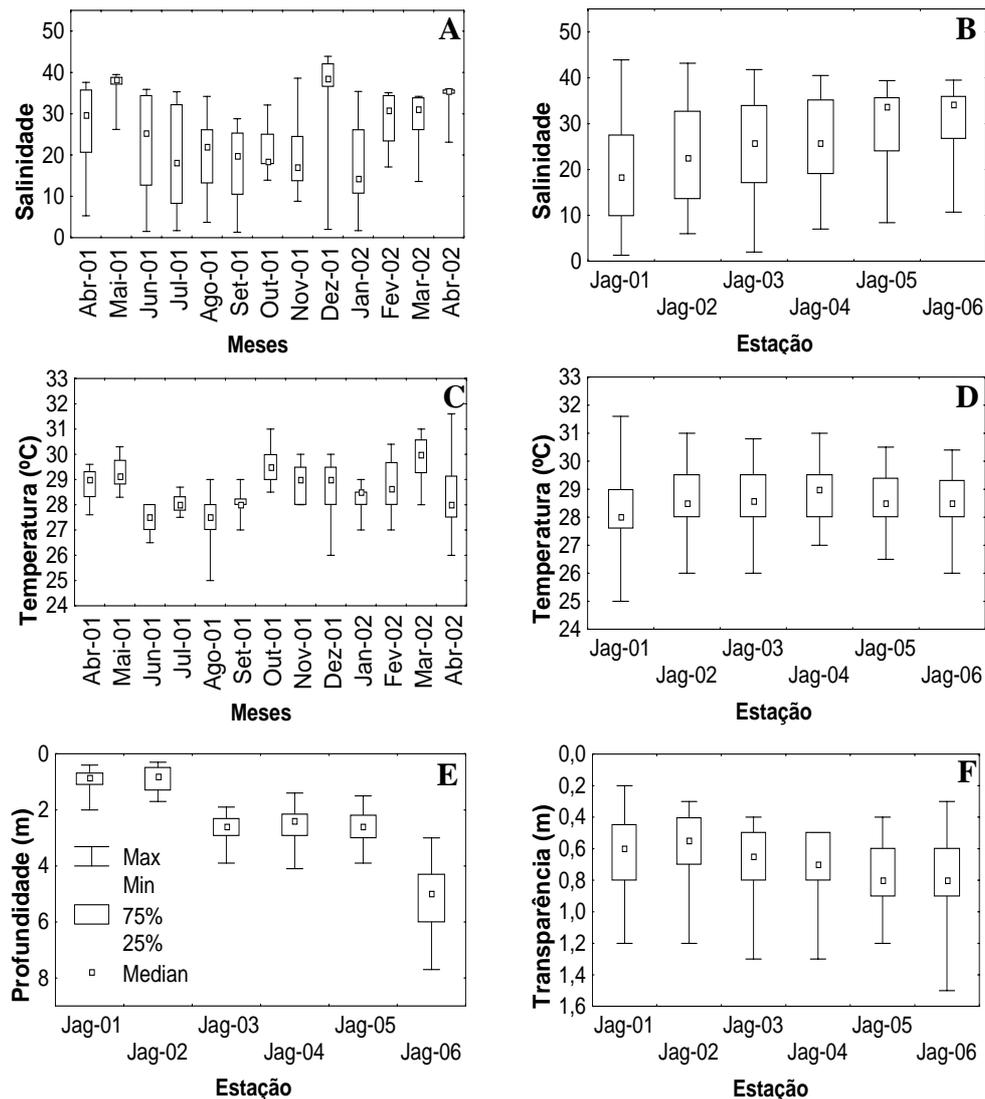


Figura 2 – Valores dos parâmetros ambientais observados durante o período de abril/2001 a abril/2002, nas estações de coleta no estuário do rio Jaguaribe: A) salinidade mensal, B) salinidade por estação, C) temperatura mensal, D) temperatura por estação, E) profundidade por estação e F) transparência (Secchi) por estação.

3.2. Abundância e distribuição das fases iniciais de *Atherinella brasiliensis*.

A espécie *A. brasiliensis* ocorreu durante todo o período de estudo, com uma densidade total de 258,04 larvas por 10m^{-3} , sendo 94,23% delas representadas pelo estágio de pré-flexão. As maiores densidades totais foram registradas nos meses de outubro/2001, janeiro e março/2002, com 29,27, 58,90 e 36,50 larvas por 10m^{-3} , respectivamente (Figura 3A). Dentre as estações de coleta, a maior densidade total foi registrada na estação superior do estuário (Jag-01), com 64,06 larvas por 10m^{-3} , e a menor na porção inferior (Jag-06), com 27,91 larvas por 10m^{-3} (Figura 3B). A análise de agrupamento da densidade total entre as estações apresentou o isolamento da estação Jag-01 e a formação de dois grupos, com um nível de discordância entre eles, de aproximadamente 18% (Figura 4).

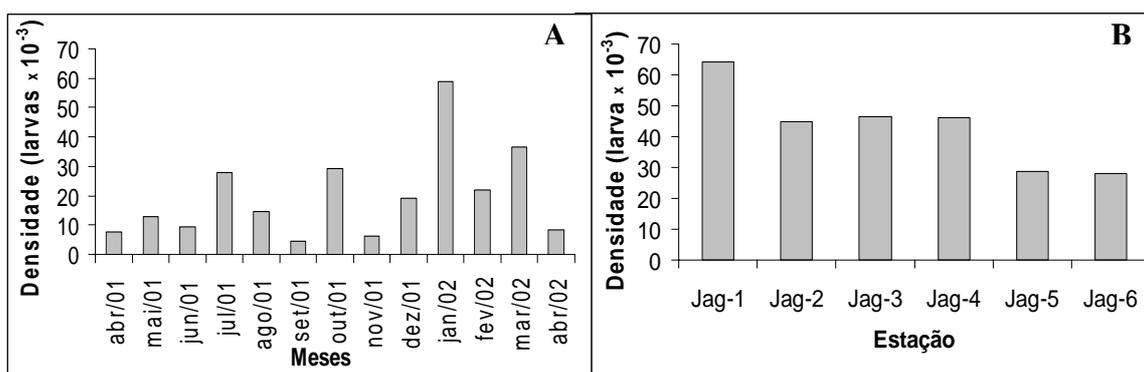


Figura 3 – Densidade total por mês (A) e estação (B) de larvas de *Atherinella brasiliensis*, capturadas no estuário do rio Jaguaribe, no período de abril/2001 a abril/2002.

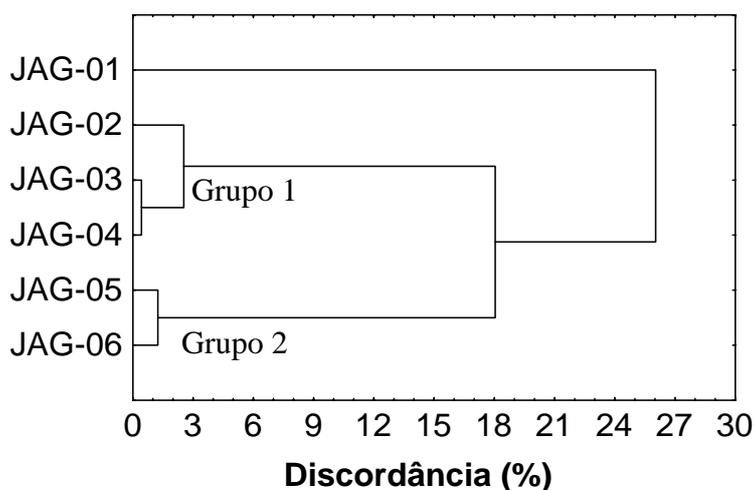


Figura 4 – Análise de agrupamento, da densidade total de larvas de *Atherinella brasiliensis*, capturadas entre as estações no estuário do rio Jaguaribe, no período de abril/2001 a abril/2002.

4. Discussão

Os ecossistemas costeiros podem variar de sistemas semi-fechados, como lagoas, estuários e baías, para áreas abertas, como as zonas de arrebentação e áreas profundas na costa, caracterizadas por apresentarem uma ampla variabilidade de condições oceanográficas e de proteção para várias espécies de peixes, cuja distribuição é definida pelos limites geográficos e condições hidrológicas (ROMERO *et al.*, 1997).

Segundo Santos *et al.* (2000), a geomorfologia do estuário do rio Jaguaribe é caracterizada por apresentar linhas de arrecifes e formações de bancos de areia na sua desembocadura, retardando a penetração da água da preamar em intervalos de até duas horas. Esta característica faz com que o estuário do rio Jaguaribe permaneça por um período mais elevado, com o seu volume de água reduzido. Este fato pode explicar a grande variação de salinidade e temperatura registradas ao longo do estuário, visto que a reduzida profundidade na porção mais interna, em torno de 0,5m, e o surgimento de alguns bancos de areia permitem uma maior aquecimento da água e uma maior taxa de evaporação, desta forma elevando os valores de salinidade e temperatura. Tundisi (1970) explica que nos estuários tropicais, a temperatura elevada e as pequenas variações que ocorrem durante o ciclo sazonal dependem do grau de insolação e das condições meteorológicas. No entanto, em estuários pouco profundos, quando grande parte do sedimento fica exposto, suas variações são maiores que em águas costeiras e oceânicas.

O estuário do rio Jaguaribe vem sofrendo uma forte degradação em sua margem direita, devido ao desmatamento, acarretando uma redução na área de manguezal e o assoreamento em alguns trechos, decorrente de processos erosivos. O levantamento realizado pelo CPRH (2001) demonstrou uma variação na área total de manguezal do rio Jaguaribe em anos recentes, de modo que os 212 ha encontrados em 1986, foram reduzidos a 171 ha em 1991, com uma redução de cobertura de 20%. O mesmo levantamento também cita para o Pontal do Jaguaribe, na foz do rio, a ocorrência de vários trechos submetidos a processos de erosão acentuada, aumentando a quantidade de material particulado na água, contribuindo para os baixos valores de transparência observados no estuário.

A ocorrência da espécie *Atherinella brasiliensis* foi observada durante todo o período de estudo, com as maiores densidades tendo sido registradas nos meses de outubro/2001, janeiro e março/2002. Dentre as estações de coleta, as maiores ocorrências foram observadas nas estações mais internas, as quais apresentavam águas calmas, de pouca profundidade e com uma maior variação dos parâmetros ambientais.

Bemvenuti (1987) observou que durante o período de desova, a espécie *A. brasiliensis* desloca-se para o interior das enseadas estuarinas, onde encontram águas calmas, de pouca profundidade e com vegetação abundante. Esta vegetação atua potencialmente como substrato de fixação para os ovos das espécies de peixe-rei, os quais se aderem à mesma através de seus filamentos, característicos da família. A temperatura e a salinidade não foram consideradas, pela autora, como fatores limitantes para a distribuição dos peixes-rei no estuário da Lagoa dos Patos, RS, mas sua abundância foi principalmente influenciada pelos processos reprodutivos, os quais dependem de um ciclo de temperatura sazonal.

Andreatta *et al.* (1997), em trabalho na Lagoa Rodrigo de Freitas, RJ, registrou a captura de 15.156 exemplares adultos de *A. brasiliensis*, o que representou 31,41% do total de peixes capturado no período de coleta. Nesse período, houve uma variação da salinidade entre 2 e 23, sendo que durante a maior parte do tempo, esta não ultrapassou um valor de 16. A distribuição mensal da abundância relativa foi irregular, com picos em salinidades médias de 6 a 19, e temperatura variando de 20 a 30° C. Na Baía de Sepetiba, RJ Pessanha & Araújo (2001), registraram as maiores abundâncias em águas mais frias e salinas, embora estas não tenham diferido sazonalmente. Lima-Dominguez & Kurtz (2000) coletaram 289 larvas de *A. brasiliensis* na Laguna de Araruama, RJ, sob condições de temperatura e salinidade médias de 26,8 °C e 69,2, respectivamente. Comparativamente a estes dados, os valores de salinidade e temperatura registrados no estuário do rio Jaguaribe não parecem ter sido limitantes para a ocorrência da espécie. A análise de agrupamento da densidade total entre as estações apresentou o isolamento de Jag-1, podendo ser relacionado com o isolamento do local, devido ao surgimento de bancos de areia, possibilitando que o local apresente águas mais calmas que nas demais estações. A formação de dois grupos dentre as estações restantes podem ser

relacionada com a salinidade, cujos valores medianos foram inferiores a 25 nas estações do Grupo 1, e superiores a 31 naquelas do Grupo 2.

Bemvenuti (1987) estudou a reprodução de *A. brasiliensis* na Lagoa dos Patos, RS e observou um aumento no índice gonadossomático (IGS) a partir de outubro, com a espécie desovando em novembro. Por outro lado, Pessanha & Araújo (2001) estudaram a reprodução da espécie na Baía de Sepetiba, RJ, e observaram que a mesma ocorre durante todo o ano, com dois recrutamentos, caracterizando duas desovas ao longo do ano, sendo a primeira nos meses de setembro a novembro e a outra nos meses de dezembro a fevereiro. Por sua vez, Favaro (2003), através da análise do IGS e histologia gonadal, verificou que o período reprodutivo para uma população de *A. brasiliensis* da Baía de Paranaguá, PR, está compreendido entre os meses de junho e dezembro, associado à alta frequência de ocorrência de fêmeas com ovários maduros e semi-desovados, caracterizando a espécie como de desova do tipo parcelada. Estes autores observaram que a reprodução da espécie ocorre principalmente no final do segundo semestre, período em que a temperatura atinge valores mais elevados.

No estuário do rio Jaguaribe, a reprodução também ocorre nos períodos de maiores temperaturas, ou seja, no final do segundo semestre e início do seguinte, período este que pode ser caracterizado como da estação seca para a região nordeste. A ocorrência de larvas da espécie ao longo de todo o estuário do rio Jaguaribe, com predomínio do estágio de pré-flexão (94,23%) e sua abundância constante durante todo o ano, permite concluir que a mesma tem boa parte do seu ciclo de vida ocorrendo no estuário, e que a mesma possui desova do tipo parcelada, tendo o seu principal período de recrutamento nos meses de janeiro a março. As larvas da espécie têm preferência por águas calmas e de pouca profundidade, porém suportam uma ampla variação de salinidade e temperatura.

El-Deir (2005) registrou a ocorrência de juvenis de *A. brasiliensis*, com comprimento padrão entre 11 e 90mm, ao longo de todo o estuário do rio Jaguaribe e em todos os meses do ano. Indivíduos de menor porte (11 a 60mm) foram coletados na estação mais interna do estuário (Jag-01), diferindo das demais, a exemplo do observado com as larvas neste trabalho.

5. Referências bibliográficas

ABLE, K. W.; FAHAY, M. P. 1998. **The first year in the life of estuarine fishes in the Middle Atlantic Bight**. New Brunswick, Rutgers University Press. 342p.

ALMEIDA, Z. S.; ACIOLI, F. A.; VASCONCELOS-FILHO, A. L. 1998. Levantamento da ictiofauna na área de Itapissuma (Itamaracá-PE). **Pesq. Foco**, São Luís, v. 6, n. 7, p. 79-107.

ANDREATA, J. V.; MARCA, A. G.; SOARES, C. L.; SANTOS, R. S. 1997. Distribuição mensal dos peixes mais representativos da Lagoa Rodrigo de Freitas, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista brasileira de Zoologia**, Rio de Janeiro, v. 14, p. 121-134.

BEMVENUTI, M. de A. 1987. Abundância, distribuição e reprodução de peixes-rei (Atherinidae) na região estuarina da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. **Atlântica**, Rio Grande, v. 9, n. 1, p. 5-32.

BEMVENUTI, M. de A. 1990. Hábitos alimentares de peixes-rei (Atherinidae) na região estuarina da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. **Atlântica**, Rio Grande, v. 12, n. 1, p. 79-102.

BERVIAN, G.; FONTOURA, N. F. 1997. Reprodução de *Atherinella brasiliensis* no estuário do rio Tramandaí, Imbé, Rio Grande do Sul, Brasil (Teleostei, Atherinopsidae). **Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 19-32.

COSTA, F. 1980. **Documentário da ictiofauna, região das lagoas Mundaú-Manguaba**. Projeto de levantamento ecológico-cultural, 2ª etapa. Maceió, CDT/SEPLAN/ Governo do Estado de Alagoas. 200p.

COMPANHIA PERNAMBUCA DO MEIO AMBIENTE (CPRH). 2001. **Diagnóstico Sócioambiental do Litoral Norte**. Recife, CPRH, 254p.

DYER, B. S.; CHERNOFF, B. 1996, Phylogenetic relationships among Atheriniform fishes (Teleostei: Atherinomorpha). **Zoological Journal of the Linnean Society**. v. 117, p. 1-69.

DYER, B. S. 2003 Family Atherinopsidae, p. 515-516 *In* REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS JR., C. J. **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre, EDIPUCRS, 742p.

EL-DEIR, A.C.A. 2005. **Ecologia das formas iniciais de peixes e aspectos ambientais do estuário do rio Jaguaribe, Itamaracá, Pernambuco, Brasil**. Tese (Doutorado), João Pessoa, Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Universidade Federal da Paraíba. 91p.

ESKINAZI, A. M. 1972. Peixes do canal de Santa Cruz - Pernambuco - Brasil. **Trab. Oceanogr. Univ. Fed. Pe.**, Recife, v. 13, p. 283-302.

FAVARO, L. F.; LOPES, S. C. G.; SPACH, H. L. 2003. Reprodução do peixe-rei, *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard) (Atheriniformes, Atherinidae), em uma planície de maré adjacente à gamboa do Baguaçu, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. **Revista brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 20, n. 3, p. 501-506.

FRANÇA, E. J.; CASTRO, M. F.; MEDEIROS, T. N.; SEVERI, W. 2005. Caracterização morfológica de larvas de *Atherinella brasiliensis* (Atherinopsidae, Atheriniformes) do estuário do rio Jaguaribe, Pernambuco. **Revista brasileira de Biologia**, São Carlos (submetido para publicação).

FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE **Proteção de áreas estuarinas de Pernambuco**. Recife, FIDEM, 1987. (Série Desenvolvimento Urbano e Meio ambiente).

HOSTIM-SILVA, M. 1994. **Abundância distribuição e reprodução de *Xenomelaniris brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) (Osteichthyes, Atherinidae) na Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil**.

Dissertação (Mestrado), Curitiba, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. xviii + 147p.

HOSTIM-SILVA, M., CLEZAR L., RIBEIRO, G. C., MACHADO, C. 1995. Estrutura populacional de *Xenomelaniris brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) na Lagoa da Conceição, SC, Brasil. **Arq. Biol. Tecnol**, Curitiba, v. 38, n. 3, p. 949-960.

IRVING, M. A., OLIVEIRA, A. M. E. & LIMA, H. H. 1988. Aspectos bioecológicos do estuário do Rio Pacoti, Ceará, Brasil. **Arq. Ciên. Mar.**, Fortaleza, v. 27, p. 91-100.

KOIKE, J. & GUEDES, D. S. 1981. Peixes dos arrecifes de Pernambuco e estados vizinhos. *In*: III Encontro de Zoologia do Nordeste. **Anais**, p. 35..

LIMA-DOMINGUEZ, J. M. K.; KURTZ, F. W. 2000. Idade e crescimento de larvas de *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) (Osteichthyes, Atherinidae), na Laguna de Araruama, RJ. **Anais da Academia de Ciências do Estado de São Paulo**, v. 2, n. 109, p. 182-189.

LIPPSON, A. J.; MORAN, R. L. 1974. **Manual for identification of early development stages of fishes of the Potomac river estuary**. Baltimore, Environmental Technology Center, 282p.

LOPES, P. R. D & OLIVEIRA-SILVA, J. T. & FERREIRA-MELO, A. S. A. 1998. Contribuição ao conhecimento da ictiologia do manguezal de Cacha de Pregos, Ilha de Itaparica, Baía de Todos os Santos, Bahia. **Revista brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 15, n. 2, p. 315:325.

MARQUES, J. G. W. 1978. **Levantamento da ictiofauna estival do complexo estuarino de Maceió**. Dissertação (Mestrado). São Paulo, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 90p.

NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A.A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P.V.; MAKRAKIS, M.C.; PAVANELLI, C.S. 2001. **Ovos e larvas de peixes de água doce: Desenvolvimento e manual de identificação**. Maringá, EDUEM. 378p.

NELSON, J. S. 1994. **Fishes of the World**. New York, John Wiley & Sons Inc., 600p.

OLIVEIRA, A. M. E. 1976. Composição e distribuição da ictiofauna nas águas estuarinas do Rio Jaguaribe (Ceará-Brasil). **Arq. Ciên. Mar.**, Fortaleza, v. 16, n. 1, p. 9-18.

PESSANHA, A. L. M., & ARAÚJO, F. G. 2001. Recrutamento do peixe-rei, *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard) (Atheriniformes, Atherinopsidae), na margem continental da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 18, n. 4, p. 1265-1274.

ROMERO, J. M., PALOMINO, B. A., RAMIREZ, G. L., HUIZAR, A. R. R., IBARRA, L. E. R., RAMIREZ, S. R. & SANSON, G. G. 1997 Demersal fish assemblages of the continental shelf of Colima and Jalisco, Mexico. **Ciencias Marinas**, Ciudad de México, v. 24, p-35–54.

ROSA, R. S. 1980. Lista sistemática de peixes marinhos da Paraíba (Brasil). **Revista Nordestina de Biologia**, v. 3, n. 2, p. 205-226.

ROSA, R. S.; ROSA, I. L & ROCHA, L. A. 1997. Diversidade da ictiofauna de poças de maré da praia do Cabo Branco, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Revista brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 14, n. 1, p. 201-212.

SANTOS, T. L.; PASSAVANTE, J. Z. O.; KOENING, M. L.; MACÊDO, S. J.; LINS, I. C. 2000. Fitoplâncton do estuário do rio Jaguaribe (Itamaracá, Pernambuco, Brasil): Produção e hidrologia. **Revista Ecológica Aqua tropical**, v. 10, p-43-69.

SOARES, L. H. 1988. Catálogo dos peixes do litoral do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil (Osteichthyes e Chondrichthyes). **Bol. Depto. Oceanogr. Limnol.**, Centro de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, v. 7, p. 1-39.

TUNDISI, J.G. 1970. O plâncton estuarino. **Contr. Avulsas Inst. Oceanogr. São Paulo, sér. Ocean. Biol.**,v. 19, p. 1-22,

VASCONCELOS FILHO, A. L.; OLIVEIRA, A. M. E. 2000. Ictiofauna. p. 143-154. *In*: Barros, H. M; Macedo, S. J.; Leça, E. E.; Lima, T. (eds.). **Gerenciamento participativo de estuários e manguezais**. Recife, Ed. Universitária UFPE.

VASCONCELOS FILHO, A. L.; CAVALCANTI, E. F.; SOUZA, S. T. 1994. Composição e distribuição da fauna ictiológica no Canal de Santa Cruz (Parte Sul - Itamaracá - Pe). **Revista Nordestina de Zoologia**,, v. 1, n. 1, p. 247-262.

ZAR, J. H. 1996. **Biostatistical analysis**. Upper Saddle River, Prentice-Hall, 662p.

ARTIGO CIENTÍFICO II

“Caracterização morfológica de larvas de *Atherinella brasiliensis*
(Atherinopsidae, Atheriniformes) do estuário do rio Jaguaribe, Pernambuco –
Brasil”

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE LARVAS DE *Atherinella brasiliensis* (ATHERINOPSIDAE, ATHERINIFORMES) DO ESTUÁRIO DO RIO JAGUARIBE, PERNAMBUCO.

Resumo

O presente trabalho caracteriza o desenvolvimento inicial de larvas da espécie *Atherinella brasiliensis*, através da descrição de sua morfologia externa e aspectos morfométricos, contribuindo para a ampliação do conhecimento sobre sua biologia. Foram empregados 75 larvas de *A. brasiliensis*, com comprimento padrão (CP) variando de 1,4 até 16,2mm, e oito juvenis para a caracterização do desenvolvimento morfológico e análise de relações corporais. Larvas de *A. brasiliensis* eclodem com CP médio de 1,4mm. No estágio de pré-flexão, a larva apresenta o corpo revestido por membrana embrionária, que se inicia logo atrás da cabeça; a nadadeira peitoral é a primeira a ser formada e a larva apresenta quatro cromatóforos dendríticos característicos sobre a cabeça nesta fase. O estágio de flexão inicia-se com CP de aproximadamente 3,8mm, as nadadeiras dorsal e anal já evidenciam a presença de pterigióforos e a boca assume uma posição terminal, sendo esta ligeiramente inclinada para cima. Com CP médio de 4,7mm, a larva encontra-se no estágio final da flexão e início da pós-flexão. No estágio de pós-flexão, a larva apresenta uma maior ossificação dos raios das nadadeiras dorsal e anal, já apresentando também o botão da nadadeira pélvica e um adensamento da pigmentação lateral. Com CP médio de 8,8mm, a pigmentação da cabeça intensifica-se e a nadadeira pélvica apresenta raios evidentes em ossificação, enquanto com aproximadamente 12,0mm de CP, a larva apresenta todas as nadadeiras formadas, sendo a primeira nadadeira dorsal a última a passar pelo processo de ossificação, estando localizada em posição posterior à nadadeira anal. O estágio juvenil tem início com CP de aproximadamente 15mm. Nesta fase, *A. brasiliensis* apresenta a nadadeira anal localizada na porção mediana do corpo e a margem posterior das peitorais ultrapassa a origem das pélvicas, sendo estas últimas localizadas no ponto médio entre as origens das nadadeiras peitoral e anal. Na região dorso-lateral, próximo à cabeça, é possível visualizar escamas. As características morfológicas de *A. brasiliensis* aqui descritas permitem uma adequada identificação de suas larvas, bem como sua diferenciação das larvas da família Hemiramphidae e de outras espécies de Atheriniformes, ampliando o conhecimento sobre a biologia larval da espécie. No Brasil, ainda são escassas as informações sobre larvas de espécies estuarinas, fazendo-se necessária uma intensificação nas pesquisas sobre ovos e larvas das mesmas, com o intuito de ampliar o conhecimento sobre tais espécies, tão amplamente distribuídas em sua costa.

Palavras-chave: desenvolvimento larval, ontogenia, peixe-rei, larvas, *Atherinella brasiliensis*

Abstract

The present study characterizes the initial development of *Atherinella brasiliensis* larvae, through the description of external morphology and morphometric aspects, thus contributing to broadening the knowledge on its biology. A total of 75 larvae, with standard length (SL) from 1.4 to 16.2mm, and eight juveniles were used for characterizing the morphological development and analysis of body relations. *A. brasiliensis* larvae hatch with an average SL of 1.4mm. In the preflexion stage, the larvae present the body involved by a finfold, which begins behind the head; the pectoral fins are the first to be formed, and the larvae present four characteristic dendritic chromatophores on the head during this stage. The flexion stage begins with an average SL of 3.8mm, dorsal and anal fins already exhibit the presence of pterygiophores and a terminal, somewhat upwards mouth. With a SL of 4.7mm, the larvae are at the end of the flexion and beginning of postflexion stage. In the postflexion stage, the larvae present a greater ossification of dorsal and anal fin rays, already with the pelvic fin buds, and a darkening of lateral pigmentation. With an average SL of 8.8mm, head pigmentation intensifies and the pelvic fin present conspicuous ossifying rays, while a 12.0mm larva already present all fins formed, being the second dorsal fin the last one to be formed, at an insertion point posterior to the anal. The juvenile stage begins at approximately 15mm SL. In this stage, *A. brasiliensis* present an anal fin located at the median portion of the body, and the posterior end of pectorals surpass the origin of pelvic fins, which are located at the midpoint between pectoral and anal fins. On the dorsal-lateral region, behind the head, scales are present. The morphological features of *A. brasiliensis* herein described allow an adequate identification of its larvae, as well as differentiating them from hemiramphid and other atheriniform larvae, thus improving the knowledge on the species larval biology. In Brazil, information about estuarine fish larvae area scarce, making an intensification of egg and larvae research extremely necessary, aiming at broadening the knowledge on such widely distributed species along its coastal area.

Keywords: larval development, ontogeny, silverside, larvae, *Atherinella brasiliensis*

1. Introdução

O conhecimento sobre a ecologia de larvas de peixes é essencial para um amplo entendimento da biologia e dinâmica das espécies no ecossistema que habitam. No entanto, a identificação destas larvas representa um sério problema para muitos taxonomistas, pois larvas e adultos possuem exigências ecológicas diferentes, podendo apresentar diferenças quanto ao tipo de habitat, alimentação e comportamento (LEIS & TRNSKI, 1989). Estas diferenças são atribuídas às mudanças ontogênicas que ocorrem durante o estágio larval, algumas relacionadas diretamente ao desenvolvimento da forma adulta e outras à especialização planctônica (KENDALL *et al.*, 1984).

Para Fuiman *et al.* (1983), o elevado número de espécies aliado às grandes similaridades morfológicas, à falta de chaves taxonômicas, guias e descrições adequadas e de literatura comparativa são fatores agravantes para a identificação de larvas de peixes ao nível específico. A identificação é bastante complexa, constituindo um processo comparativo por eliminação, onde é fundamental a obtenção de séries de desenvolvimento larval em diferentes estágios (POWLES & MARKLE, 1984). Os caracteres diagnósticos para larvas podem ser merísticos, morfométricos, estruturais e pigmentares, além dos estádios de desenvolvimento de órgãos, relativos ao tamanho da larva (SNYDER, 1983; BLAXTER, 1984).

Os peixes da ordem Atheriniformes vivem principalmente em ambientes costeiros, estuarinos ou de água doce. Muitas espécies possuem corpo pequeno alongado e com uma faixa lateral prateada, podendo ser encontrados em cardume. Larvas da família Atherinidae possuem corpo alongado, lateralmente comprimido, mas com uma cabeça larga e muito curta. As larvas desta família podem ser facilmente confundidas com larvas de Blenniidae e de outros Atheriniformes, segundo Leis & Carson-Ewart (2000).

De acordo com Dyer (1998), a ordem Atheriniformes inclui 49 gêneros distribuídos em seis famílias. Dentre estas, Atherinopsidae possui treze gêneros e 104 espécies (NELSON, 1994), sendo que dentre aquelas do gênero *Atherinella*, conhecidas vulgarmente como peixes-rei, apenas *A. brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) – anteriormente denominada de

Xenomelaniris brasiliensis – e *A. blackburni* (Schultz, 1949), têm registro de ocorrência no Brasil (DYER, 2003).

O presente estudo tem como objetivo caracterizar o desenvolvimento inicial de larvas de *A. brasiliensis*, através da descrição de sua morfologia externa e aspectos morfométricos, contribuindo para a identificação de suas fases iniciais e a ampliação do conhecimento sobre sua biologia.

2. Material e métodos

Amostras mensais de ictioplâncton foram obtidas durante o período de abril de 2001 a abril de 2002, em diferentes estações ao longo do estuário do rio Jaguaribe, localizado na Ilha de Itamaracá, litoral norte do estado de Pernambuco, a uma distância de 50km da capital, entre os paralelos geográficos 07°43'08" e 07°45'32" de latitude sul e 034°50'14" e 034°51'05" de longitude oeste. As coletas foram realizadas através de arrastos horizontais superficiais, com rede de plâncton cônico-cilíndrica com malha de 500 µm. Todo o material foi fixado em solução de formol a 5% neutralizado e triado em laboratório sob estereomicroscópio. A identificação preliminar das larvas de *Atherinella brasiliensis* foi realizada com base nos trabalhos de Lippson & Moran (1974) e Able & Fahay (1998), e a classificação em seus estágios de desenvolvimento – larval vitelino, pré-flexão, flexão e pós-flexão – através da seqüência de desenvolvimento da nadadeira caudal e seus elementos de suporte, segundo Nakatani *et al.* (2001).

Foram empregadas 75 larvas de *A. brasiliensis*, com comprimento padrão variando de 1,4 a 16,2mm, e oito juvenis para a caracterização do desenvolvimento morfológico e análise de relações corporais.

Os indivíduos foram ilustrados e caracterizados morfológicamente com auxílio de estereomicroscópio, equipado com ocular micrométrica e câmara clara, onde foram mensurados: CP - comprimento padrão: medida entre o focinho até à extremidade da notocorda, quando larva, e até a origem dos raios da nadadeira caudal para jovens, DPD – distância pré-dorsal: medida entre a extremidade do focinho até a origem do primeiro raio da segunda nadadeira dorsal, DPA – distância pré-anal: medida entre a extremidade do

focinho até a origem do primeiro raio da nadadeira anal, DPP – distância pré-peitoral: medida entre a extremidade do focinho até a origem da nadadeira peitoral, DPPL – distância pré-pélvica: medida entre a extremidade do focinho até a origem da nadadeira pélvica, CC – comprimento da cabeça: medida entre a extremidade do focinho até a projeção posterior do opérculo, DO – diâmetro do olho: medido entre as margens anterior e posterior do olho e AC – altura do corpo: maior altura do corpo medida entre o dorso e o ventre (Figura 1). As medidas AC, CC, DPD, DPA, DPP e DPPL foram relacionadas com CP, e DO com CC, através de regressão linear expressa pela equação $Y = a.X + b$. A variação das relações corporais ao longo do desenvolvimento também foi analisada em função de CP, exceto DO expresso em relação a CC.

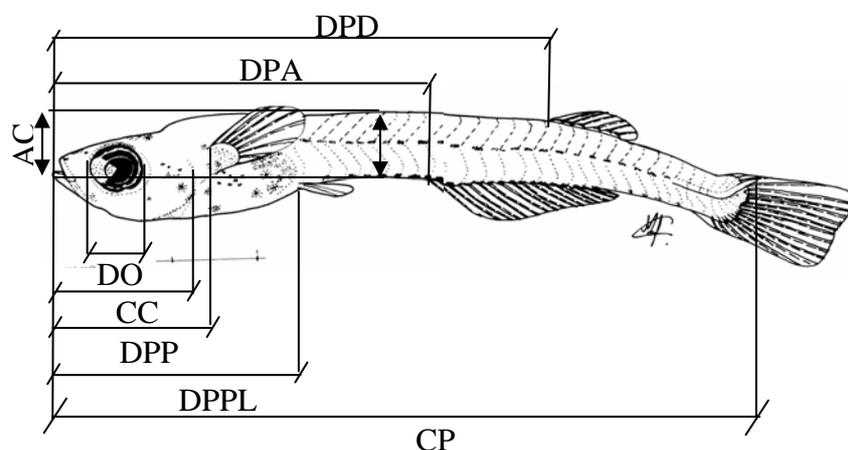


Figura 1 – Ilustração de larva de *Atherinella brasiliensis* em estágio de pós-flexão, com indicação dos parâmetros morfométricos analisados.

3. Resultados

3.1 Caracterização morfológica

Larvas de *Atherinella brasiliensis* eclodem com comprimento padrão (CP) de aproximadamente 1,4mm, embora no presente trabalho não tenham sido observadas larvas no estágio larval vitelino.

No estágio de pré-flexão, a larva apresenta o corpo revestido por membrana embrionária, que se inicia logo atrás da cabeça; a nadadeira peitoral é a primeira a ser formada, sendo localizada em posição alta no corpo, logo atrás da cabeça. A larva apresenta quatro cromatóforos dendríticos

característicos sobre a cabeça, sendo três deles em posição anterior, formando um triângulo, seguidos por outro mais isolado, e pigmentação ao longo de toda a porção mediana da região ventral (Figura 2).

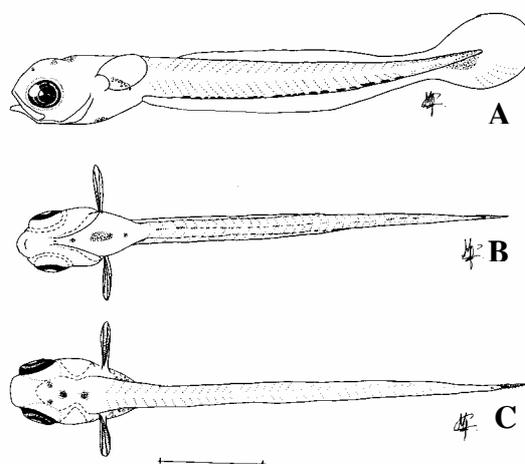


Figura 2 – Desenvolvimento inicial de *Atherinella brasiliensis*: larva com CP de 3,5 mm, em estágio de pré-flexão: A) vista lateral; B) vista ventral e C) vista dorsal.

O estágio de flexão inicia-se com CP de aproximadamente 3,8mm, tamanho a partir do qual a larva não mais apresenta membrana embrionária evidente; as nadadeiras dorsal e anal já evidenciam a presença de pterigióforos e a boca assume uma posição terminal, sendo esta ligeiramente inclinada para cima. Com CP médio de 4,7mm, a larva encontra-se no final do estágio de flexão e início de pós-flexão (Figura 3).



Figura 3 – Desenvolvimento inicial de *Atherinella brasiliensis*: larva com CP de 4,7 mm, no final do estágio de flexão.

Com comprimento médio de 6,4mm, ainda no estágio de pós-flexão, a larva apresenta ossificação dos raios das nadadeiras dorsal e anal, também apresentando o botão da nadadeira pélvica, localizado à frente do ânus; e adensamento da pigmentação lateral, provavelmente relacionada à

formação da faixa prateada (Figura 4A). Com comprimento médio de 8,8mm, a pigmentação da cabeça intensifica-se e a nadadeira pélvica apresenta raios evidentes em ossificação (Figura 4B). Com CP de aproximadamente 12,0mm, ainda na fase de pós-flexão, a larva apresenta todas as nadadeiras formadas. A primeira nadadeira dorsal, localizada em posição posterior à inserção da nadadeira anal, é a última a passar pelo processo de ossificação (Figura 4C).

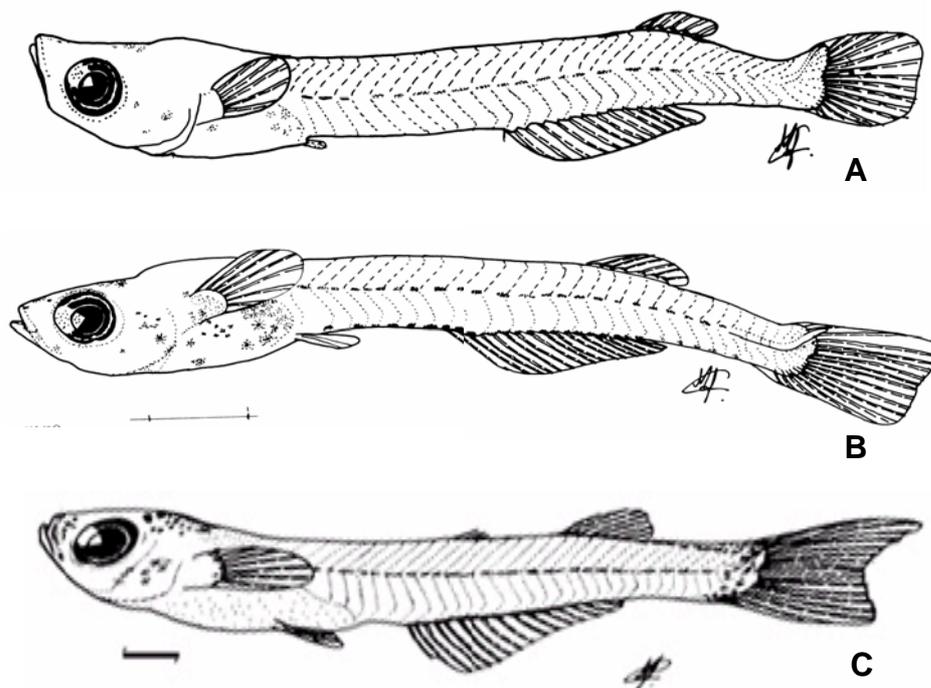


Figura 4 – Desenvolvimento inicial de *Atherinella brasiliensis*: larvas no estágio de pós-flexão: com CP de 6,4mm (A); 8,8mm (B) e 12mm (C).

O estágio juvenil em *A. brasiliensis* tem início com CP de aproximadamente 15mm, quando a nadadeira anal localiza-se na porção mediana do corpo, praticamente alinhada com a anal, e a margem posterior das peitorais ultrapassa a origem das pélvicas, sendo estas últimas localizadas no ponto médio entre as origens das nadadeiras peitoral e anal. Na região dorso-lateral, próximo à cabeça, é possível visualizar escamas. A pigmentação lateral apresenta-se mais evidente, sendo possível notar a formação de duas linhas longitudinais distintas, iniciando logo após a origem da nadadeira anal e prolongando-se até o pedúnculo caudal (Figura 5).



Figura 5 – Desenvolvimento inicial de *Atherinella brasiliensis*: indivíduo com CP de 15 mm, no estágio juvenil.

3.2 Desenvolvimento morfométrico

A regressão linear entre CC, AC, DPD2, DPP, DPPL e DPA em relação a CP, e de DO em relação a CC, apresentaram uma correlação positiva entre si, cujos coeficientes de correlação linear de Pearson (r) apresentaram valores superiores a 0,99 ($P < 0,001$), conforme detalhado na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados de correlação entre as medidas corporais de larvas de *Atherinella brasiliensis* (**a** e **b** são coeficientes da reta; **r** é o coeficiente de correlação linear de Pearson e **n** é o número de indivíduos).

Correlação*	a	b	r	n
Diâmetro do olho (DO)	0,2800	0,1394	0,995	83
Comprimento da cabeça (CC)	0,2386	- 0,2008	0,997	83
Altura do corpo (AC)	0,1785	- 0,2328	0,996	45
Distância pré-anal (DPA)	0,6272	- 0,7081	0,998	24
Distância pré-dorsal (DPD)	0,7809	- 0,9976	0,999	25
Distância pré-peitoral (DPP)	0,2672	- 0,2113	0,992	83
Distância pré-pélvica (DPPL)	0,4583	- 1,4527	0,995	13

* Em relação à CP, exceto para DO, em relação a CC

3.3 Relações corporais

A variação das relações corporais entre as medidas das larvas de *Atherinella brasiliensis* consta da Figura 6, enquanto suas amplitudes e limites de variação de tamanho são apresentados na Tabela 2.

Através da análise da variação da proporção do diâmetro do olho em relação ao comprimento da cabeça, pode-se observar que indivíduos mais

juvens apresentam maiores valores, podendo chegar a 55% de CC. Esta proporção tende a estabilizar-se em torno de 30%, a partir de indivíduos maiores que 5,0mm de CP (Figura 6B).

À relação entre a altura do corpo e CP apresentou um forte crescimento, variando inicialmente de 6,35% na fase de pré-flexão e chegando a 20% nas larvas do estágio de pós-flexão, com CP médio de 12mm.

Larvas de *A. brasiliensis* nos estágio de pré-flexão e flexão apresentaram uma proporção inicial em torno de 65%, entretanto nos estágios mais avançados, essa relação apresentou um forte incremento, chegando a representar 77,92% de CP para a DPD e 50% para DPA.

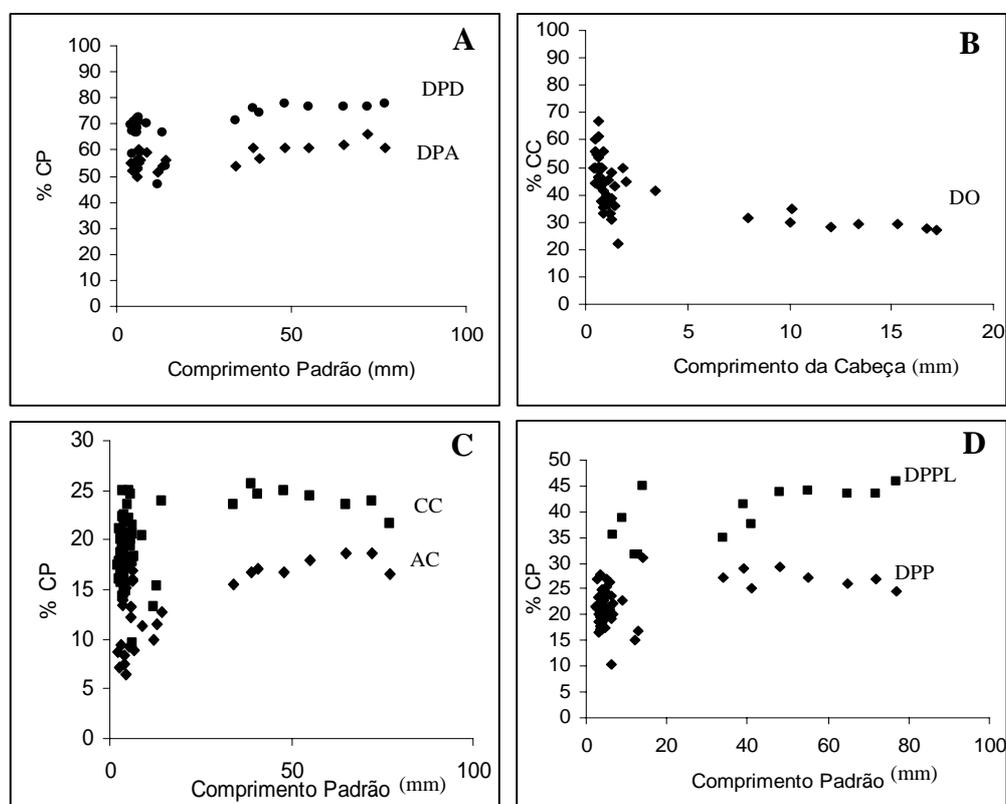


Figura 6 – Variação das relações corporais de *A. brasiliensis*: A) DPD e DPA em relação a CP, B) DO em relação a CC, C) CC e AC em relação a CP e D) DPPL e DPP em relação a CP.

Tabela 2 – Relações entre medidas corpóreas de larvas e juvenis de *Atherinella brasiliensis*.

Medidas	Amplitude (mm)	Varição (%) [*]
Altura do corpo (AC)	0,2 – 13,5	6,35 – 20,00
Comprimento da cabeça (CC)	0,4 – 17,2	15,22 – 25,00
Diâmetro do olho (DO)	0,2 – 4,7	30,77 – 55,56
Distância pré-anal (DPA)	2,25 – 47,4	50,00 – 65,83
Distância pré-dorsal (DPD)	2,7 – 59,7	46,67 – 77,92
Distância pré- pélvica (DPPL)	2,3 – 35,3	31,54 – 45,84
Distância pré- peitoral (DPP)	0,5 – 1,5	16,67 – 27,78

* Em relação a CP, exceto para DO, em relação a CC

4. Discussão

Larvas da família Atherinidae podem ser identificadas através do seu corpo alongado, cabeça larga e arredondada, intestino curto – ambos bem pigmentados – e a ausência de espinho na cabeça (LEIS & CARSON-EWART, 2000). As larvas da espécie *Atherinella brasiliensis* aqui descritas, pertencente à família Atherinopsidae (Menidiinae), sensu Dyer & Chernoff (1996), também apresentam os mesmos padrões de identificação daquela família, podendo apresentar dois, três ou quatro cromatóforos na região superior da cabeça. Estes padrões de pigmentação podem ser observados nas larvas das espécies *Membras martinia*, *Menidia beryllina* e *M. menidia*, também pertencentes à família Atherinopsidae (Menidiinae), descritas por Lippson & Moran (1974). O padrão de pigmentação de *A. brasiliensis* difere daquele de *M. menidia* pela presença nessa espécie, de uma linha a mais de pigmentação na região ventral.

Para Fischer (1978) e Leis & Carson-Ewart (2000), as espécies da família Atherinidae apresentam similaridade com espécies da família Hemiramphidae e outras espécies de Atherinidae. Esta similaridade pode ser diferenciada em larvas no estágio de pré-flexão, através da pigmentação da região dorsal, sendo que em larvas da família Hemiramphidae existem duas linhas paralelas de pigmento (CASTRO *et. al.*, 2005) e nas larvas aqui descritas, existe apenas uma linha de pigmento nessa região. Esta característica é considerada como uma condição derivada dentre os Atheriniformes (DYER & CHERNOFF, 1996).

A pigmentação de *A. brasiliensis* ainda no estágio de pré-flexão também difere da espécie *Atherina presbyter* (Atherinidae), a qual apresenta uma forte pigmentação na nadadeira peitoral e na região lateral. Nas larvas de *A. presbyter* é possível visualizar a membrana embrionária em indivíduos com comprimento médio de 11mm, enquanto nas larvas de *A. brasiliensis*, indivíduos com comprimento médio de 4,0mm não mais apresentam essa membrana embrionária.

As larvas de *A. brasiliensis* no estágio de flexão apresentam uma ossificação mais intensa nas nadadeiras anal e segunda dorsal, a qual também diferencia as larvas desta espécie de outros Atherinidae, como: *Hypoatherina tropicalis*, a qual apresenta quase a mesmo número de raios nas nadadeiras dorsal e anal (em torno de 11), número compartilhado por espécies da família Hemiramphidae (CASTRO *et al.*, 2005).

A proporção da altura do corpo em relação ao CP demonstra um incremento nas larvas acima de 12,0mm, que inicialmente é de 6,35%, podendo chegar a 20% em indivíduos adultos. Isto difere das larvas de Hemiramphidae descritas por Castro *et al.* (2005), nas quais a proporção da altura do corpo em relação ao CP apresentou-se maior em indivíduos nas fases iniciais do seu desenvolvimento, sendo esta maior proporção dada pela presença do saco vitelínico na referida fase, diminuindo à medida que o alimento endógeno é consumido pelo animal.

Para as espécies de Atherinidae descritas por Leis & Carson-Ewart (2000), a proporção diferiu de *A. brasiliensis* em relação ao diâmetro do olho e distância pré-anal, com proporções variando de 6% a 9% e 20% a 47% respectivamente, contra 30,77% a 55,56% e 50% a 65,83%, respectivamente para *A. brasiliensis*. Dyer & Chernoff (1996) consideram uma relação de 33% entre a distância anal e o comprimento, como característica dos Atheriniformes, enquanto os grupos externos por eles considerados, como Beloniformes, Cyprinodontiformes e Mugilidae, apresentam valores superiores a 40% para esta relação. Entretanto, tais proporções diferem daquelas registradas para Atheriniformes neste e em outros trabalhos, como Leis & Carson-Ewart (2000), embora os valores caracterizados por esses autores para as espécies de Beloniformes por eles analisadas, seja acima de 60%. Ainda, por exemplo,

Castro *et al.* (2005) registraram uma relação entre 56 e 79% para a distância pré-anal em larvas de *Hemiramphus* spp. (Hemiramphidae, Beloniformes).

Lima-Dominguez & Kurtz (2000) realizaram um estudo sobre a idade e o crescimento de larvas de *A. brasiliensis* no estado do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil, e estimaram o CP na eclosão como sendo 1,71mm, tendo o final da fase vitelínica com 2mm e o final do estágio de pré-flexão com CP de 8mm. No presente estudo, a menor larva capturada apresentou 1,4mm de CP e o estágio de pré-flexão foi observado em larvas com até 6,4mm CP. Os autores citados também estimaram a taxa instantânea de crescimento larval, que variou inicialmente de 1,2mm dia⁻¹ a um máximo de 1,54mm dia⁻¹ para larvas de quatro dias. Para Houde (1989), as larvas que se desenvolvem em baixas latitudes apresentam altas taxas de mortalidade, um crescimento rápido e, conseqüentemente, um estágio larval de curta duração, requerendo uma elevada taxa de ingestão alimentar para manter o ritmo metabólico acelerado. As regiões próximas da linha do equador possuem uma temperatura mais elevada do que naquelas de maior latitude, e por um maior tempo, o que pode explicar o desenvolvimento mais rápido das larvas aqui descritas, visto que a temperatura no local de estudo teve uma média de 28,54 °C durante todo o período analisado (FRANÇA *et al.*, 2005).

As características morfológicas de *A. brasiliensis* aqui descritas permitem uma adequada identificação de suas larvas, bem como sua diferenciação daquelas da família Hemiramphidae e de outros Atheriniformes ampliando ainda o conhecimento sobre a biologia larval da espécie.

No Brasil, ainda são escassas as informações sobre larvas de espécies estuarinas, fazendo-se necessária uma intensificação nas pesquisas sobre ovos e larvas das mesmas, com o intuito de ampliar o conhecimento sobre tais espécies, tão amplamente distribuídas ao longo de sua costa.

5. Referências bibliográficas

ABLE, K. W.; FAHAY, M. P. 1998. **The first year in the life of estuarine fishes in the Middle Atlantic Bight**. New Brunsnick, Rutgers University Press. 342p.

ALLEN, L. G. 1982. Seasonal abundance, composition, and productivity of the littoral fish assemblage in upper Newport Bay, California. **Fisheries Bulletin**, v. 80, p. 769–790.

BEHEREGARAY, L. B.; LEVY, J. A. 2000. Population genetics of the silverside *Odontesthes argentinensis* (Teleostei, Atherinopsidae): evidence for speciation in an estuary of southern Brazil. **Copeia**, v. 2000, p. 441–447.

BENNETT, B. A. 1989. Fish community of a moderately exposed beach on the southwestern Cape coast of South Africa and an assessment of this habitat as a nursery for juvenile fish. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, v. 28, p. 293–305.

BLAXTER, J. H. S. 1984. Ontogeny, systematics and fisheries. **Spec. Publ. Amer. Soc. Ichthyol. Herpetol.** v. 1, p. 1-6.

CASTRO, M. F.; URACH, B. F.; SEVERI, W. 2005. Descrição morfológica das fases iniciais de *Hyporhamphus* spp. (BELONIFORMES: HEMIRAMPHIDAE). **Revista brasileira de biologia**. (submetido para publicação).

CHERNOFF, B. 1982. Character variation among populations and the analysis of biogeography. **American Zoologist**, v. 22, p. 425–439.

DYER, B. S.; CHERNOFF, B. 1996. Phylogenetic relationships among atheriniform fishes (Teleostei: Atherinomorpha). **Zoological Journal of the Linnean Society**. v. 117, p. 1-69.

DYER, B. S. 2003. Family Atherinopsidae, p. 515-516 *In* REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS JR., C. J. (eds.). **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre, EDIPUCRS. 742p.

FISHER, W. (ed.). 1978. **FAO species identification sheets for fishery purposes**. Western Central Atlantic (fishing area 31). Roma, FAO, vols. 1-7.

FRANÇA, E. J.; CASTRO, M. F.; MEDEIROS, T. N.; SEVERI, W. 2005. Aspectos ecológicos das larvas de *Atherinella brasiliensis* no estuário do rio Jaguaribe, Itamaracá, Pernambuco - Brasil. **Revista brasileira de Biologia** (submetido para publicação).

FUIMAN, L. A.; CONNER, J. V.; LATHROP, B. F.; BUYNAK, G. L.; SNYDER, D. E.; LOOS, J. J. 1983. State of the art of identification for cyprinid fish larvae from eastern North America. **Trans. Am. Fish. Soc.**, v. 112, p. 319-332.

GADOMSKI, D. M.; CADDELL, S. M. 1991. Effects of temperature on early-life-history stages of California halibut *Paralichthys californicus*. **Fisheries Bulletin**, v. 89, p. 567-576.

GIBSON, R. N. 1994. Impact of habitat quality and quantity on the recruitment of juvenile flatfishes. **Netherlands Journal of Sea Research**, v. 32, p. 191-206.

HOUDE, E. D. 1989. Comparative growth, mortality and energetics of marine fish larvae: temperature and implied latitudinal effects. **Fisheries Bulletin**, v. 87, p. 471-495.

HOUDE, E.D. 1994. Differences between marine and freshwater fish larvae: implications for recruitment. **ICES J. mar. Sci.**, v. 51, p. 91-97.

KENDALL, A. W. JR.; ALHSTROM, E. H.; MOSER, H. G. 1984. Early life history stages of fishes and their characters. **Spec. Publ. Amer. Soc. Ichthyol. Herpetol.**, v. 1, p. 11-22.

LEIS, J.M.; CARSON-EWART. B.M. 2000. **The larvae of Indo-Pacific coastal fishes**. Leiden, BRILL. 850p.

LEIS, J. M.; TRNSKI, T. 1999. **The larvae of Indo-Pacific shorefishes**. Honolulu, University of Hawaii Press; The Australian Museum. 371p.

LIMA-DOMINGUEZ, J. M. K.; KURTZ, F. W. 2000. Idade e crescimento de larvas de *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) (Osteichthyes, Atherinidae), na Laguna de Araruama, RJ. **Anais da Academia de Ciências do Estado de São Paulo**, v. 2, n. 109, p. 182-189.

LIPPSON, A. J.; MORAN, R. L. 1974. **Manual for identification of early development stages of fishes of the Potomac river estuary**. Baltimore, Environmental Technology Center, 282p.

NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A.A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P.V.; MAKRAKIS, M.C.; PAVANELLI, C.S. 2003. **Ovos e larvas de peixes de água doce: Desenvolvimento e manual de identificação**. Maringá, EDUEM. 378p.

NELSON, J. S. 1994. **Fishes of the World**. New York, John Wiley & Sons Inc. 600p.

POWLES, H.; MARKLE, D. F. 1984. Identification of larvae. **Spec. Publ. Amer. Soc. Ichthyol. Herpetol.**, v 1, p. 31-33.

RÉ, P. 1999. **Ictioplâncton estuarino da Península Ibérica** (Guia de identificação dos ovos e estados larvares planctônicos). Cascais, Gráfica Europam. 163p.

SNYDER, D. E. 1983. Fish eggs and larvae. *In*: Nielsen, L. A.; Johnson, D. L. (eds.). **Fisheries Techniques**. Bethesda. p. 165-197.

YAMASHITA, Y.; TAMAKA, M.; MILLER, J. M. 2001. Ecophysiology of juvenile flatfish in nursery grounds. **Journal of Sea Research**. v. 45, p. 205-218.