



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

**ONTOGÊNESE DE CLUPEIFORMES DE AMBIENTES COSTEIROS
DO LITORAL DE PERNAMBUCO**

Anailza Cristina Galdino da Silva

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como exigência para obtenção do título de Doutora.

Prof. Dr. William Severi
Orientador

Recife,
Agosto/2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S586o Silva, Anailza Cristina Galdino da
Ontogênese de Clupeiformes de ambientes costeiros do litoral de Pernambuco/ Anailza Cristina Galdino da Silva. – 2019.
80 f. : il.

Orientador: William Severi.
Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, Recife, BR-PE, 2019.
Inclui referências e apêndice(s).

1. Anchova (Peixe) 2. Sardinha (Peixe) 3. Ontogenia 4. Ossos
I. Severi, William, orient. II. Título

CDD 639.3

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

**ONTOGÊNESE DE CLUPEIFORMES DE AMBIENTES COSTEIROS
DO LITORAL DE PERNAMBUCO**

Anailza Cristina Galdino da Silva

Tese julgada adequada para obtenção do título de doutora em Recursos Pesqueiros e Aquicultura. Defendida e aprovada em 20/08/2019 pela seguinte Banca Examinadora.

Prof. Dr. William Severi

Orientador

Departamento de Pesca e Aquicultura
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Marcelo Francisco de Nóbrega

Departamento de Oceanografia
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Francisco Marcante Santana da Silva

Unidade Acadêmica de Serra Talhada
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira

Departamento de Pesca e Aquicultura
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profa. Dra. Rosângela de Paula Teixeira Lessa

Departamento de Pesca e Aquicultura
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Epígrafe

*“O futuro pertence àqueles que acreditam na beleza dos
seus sonhos”.*

Eleanor Roosevelt

Agradecimentos

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e aos professores do Programa de Pós Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, por mais uma contribuição à minha formação profissional.

Ao Instituto Federal de Pernambuco - *Campus* Caruaru, pela licença capacitação e bolsa CAPES Prodoutoral concedida. “O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001”.

A Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional (FADURPE), pelo financiamento e suporte aos projetos de pesquisa envolvidos neste trabalho.

Ao meu orientador Professor Dr. William Severi, por mais uma oportunidade de crescimento e aprendizado.

Aos professores que passaram pelas inúmeras bancas de avaliação desde o momento da seleção até a conclusão desta etapa, grata pelas valiosas contribuições.

Aos colegas do laboratório de Ictiologia Fernanda, Verônica, Ágatha e Vinícius, pelo convívio diário e momentos de descontração compartilhados ao longos desses 3 anos, sentirei saudades.

Agradeço a Deus, pela sabedoria e paciência de me fazer acreditar e nunca deixar que eu desistisse dos meus sonhos.

A minha família, que sempre é meu porto seguro.

A Luiz Fernando, pela paciência e convívio durante esses anos.

Ao professor Dr. Fábio Magno e a Dra. Isabela Araújo, pela coleta do material utilizado e a todos que, em algum momento, contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

Resumo

A ordem Clupeiformes inclui cerca de 405 espécies, pertencentes a 92 gêneros, distribuídos em cinco famílias. Em regiões tropicais e subtropicais, onde a diversidade é maior, pode haver dificuldade de identificação de suas espécies, principalmente de indivíduos nas fases larval e juvenil. O conhecimento das estruturas ósseas nas fases iniciais dos peixes vem se mostrando uma ferramenta importante para complementar a caracterização morfológica, muitas vezes insuficiente para a correta identificação de larvas e jovens. O objetivo deste trabalho é utilizar caracteres osteológicos para diferenciar juvenis e larvas de peixes da ordem Clupeiformes, com ocorrência na região nordeste do Brasil. O material utilizado faz parte da Coleção de Referência do Laboratório de Ictiologia da UFRPE. As famílias se diferenciaram pelos componentes da sua estrutura caudal. Clupeidae possuem 3 epurais, placa neural de tamanho intermediário, extremidades dos raios medianos prolongadas em direção ao uróstilo, lóbulo interlobar inferior no terceiro hipural e sem fusão do centro ural 1 ao centro preural 1. Engraulidae apresentam 2 epurais, placa neural bastante alongada, extremidades dos raios medianos prolongadas em direção ao uróstilo, lóbulo interlobar inferior no terceiro hipural e fusão do centro ural 1 ao centro preural 1. Pristigasteridae possuem 3 epurais, placa neural de tamanho reduzido, não apresentam extremidades dos raios medianos prolongadas em direção ao uróstilo, nem lóbulo interlobar inferior no terceiro hipural ou fusão do centro ural 1 ao centro preural 1. O menor número de vértebras (38) diferenciou *Anchoa filifera*, e o maior número (≥ 42) *Anchoviella lepidentostole* e *Lycengraulis grossidens*. O número de vértebras pré-anal separa *Anchoa lyolepis* (≥ 20) de *A. januaria* (≤ 20). O maior número de supraneurais (14) foi registrado para *Anchovia clupeoides*. Para as famílias Clupeidae e Pristigasteridae, qualquer caractere relacionado ao número de vértebras separa as espécies entre si em suas respectivas famílias. O número de vértebras e miômeros (38-40) permite diferenciar larvas de *Lile piquitinga* de outros clupeídeos, assim como dados de comprimento pré-anal, altura do corpo, comprimento da cabeça em diferentes estágios de desenvolvimento e número de raios da dorsal em juvenis, permite diferenciar fases iniciais de *L. piquitinga* de outros clupeídeos cujas fases iniciais já foram descritos.

Palavras-chave: Anchova, sardinha, ontogenia, osteologia.

Abstract

The order Clupeiformes includes about 405 species distributed in 92 families. In tropical and subtropical regions where there is a high diversity, there may have difficulties with the identification of their species, especially of individuals in the larval and juvenile phases. Knowledge of bone structures in the early stages of fish has proved to be an important tool that complements the morphological characterization, which is often insufficient for the correct identification of larvae and juveniles. The objective of this research is to use osteological characters to differentiate larvae and juveniles of clupeiform species occurring in Northeastern Brazil. The material used is part of the Reference Collection of the UFRPE Ichthyology Laboratory. The families were differentiated by the components of their caudal structure. Clupeidae have 3 epurals, intermediate size neural plate, prolonged median ray ending towards the urostile, inferior interlobar lobe in the third hipural region and no fusion of the ural center 1 to the preural center 1. Engraulidae have 2 epurals, very elongated neural plate, prolonged median ray ending towards the urostile, inferior interlobar lobe in the third hipural and fusion of the ural center 1 to the preural center 1. Pristigasteridae have 3 epurals, reduced size neural plate, no prolonged median rays extremities towards the urostile, no inferior interlobar lobe in the third hipural, and no fusion of the ural center 1 to the preural center 1. The smallest number of vertebrae (38) differentiates *Anchoa filifera*, and the largest number (≥ 42) *Anchoviella lepidentostole* and *Lycengraulis grossidens*. The number of pre-anal vertebrae separates *Anchoa lyolepis* (≥ 20) from *A. januaria* (≤ 20). The highest number of supraneurals (14) was recorded for *Anchovia clupeoides*. For the families Clupeidae and Pristigasteridae any character related to the number of vertebrae separates the species from each other in their respective families. The number of vertebrae and myomeres (38-40) differentiates larvae of *Lile piquitinga* from other clupeids, as well as data on pre-anal length, body height, head length at different stages of development and number of dorsal rays in juveniles differentiates early stages of *L. piquitinga* from other clupeids whose initial development has already been described.

Key words: Anchovy, sardines, ontogeny, osteology.

Lista de figuras

	Página
Figura 1 - Desenho esquemático das medidas e contagens comumente utilizados na identificação de larvas de peixe.	13
 Artigo científico I	
Figure 1 – Osteological features of the caudal fin Clupeiformes: CP(1-3) - preural centrum (1-3); CU(1-2) – ural centra (1-2); E - epurals; EHM(1-2) - modified haemal spines (1-2); EM – neural spines; H(1-6) - hypurals (1 – 6); PH - parhypural; PN - specialized neural process; UN(1-3) - uroneurals (1 – 3).	28
Figure 2 - Caudal skeleton of <i>Pellona harroweri</i> (a); <i>Anchovia clupeoides</i> (b) and <i>Lile piquitinga</i> (c), revealing the specialized neural process (PN), the number of epurals (E), the position of the cartilaginous accessories (AC) and the fusion of ural centra 1 (CU1), hypural 2 (H2) and preural centrum 1 (CP1).	29
Figure 3 - Anterior base of the median rays of the caudal fin in Pristigasteridae – <i>Pellona harroweri</i> (a), <i>Chirocentrodon bleekermanus</i> (b) and Engraulidae – <i>Lycengraulis grossidens</i> (c).	32
 Artigo científico III	
Figura 1: Larvas de <i>Lile piquitinga</i> em pré-flexão - 5,2 mm (a), flexão – 7,6 mm (b), pós-flexão - 10,2 mm (c); 14,0 mm (d) e juvenil - 16 mm (e).	67
Figura 2: Pigmentação em larvas de <i>Lile piquitinga</i> em flexão – 6,0 mm (a); pós-flexão - 8,2 mm (b) e juvenil - 16 mm (c).	68
Figura 3: Variação na proporção do comprimento pré-dorsal (CPD) e pré-anal (CPA) em relação ao comprimento padrão de larvas e juvenis de <i>Lile piquitinga</i> .	70
Figura 4: Diferença do número de miômeros entre a inserção das nadadeiras dorsal (ND) e anal (NA) de larvas e juvenis de <i>Lile piquitinga</i> .	72

Lista de tabelas

	Página
Tabela 1: Clupeiformes registrados no litoral de Pernambuco. CLUPE- Clupeidae, ENGR – Engraulidae e PRIST – Pristigasteridae.	17
 Artigo científico I	
Table I: Clupeiformes used with the respective number of individuals analyzed (N), standard length (SL) range and life phase (P).	28
Table II: Total number of rays of the caudal fin and their position of insertion in the respective bony structures in the Clupeiformes species analyzed.	31
 Artigo científico II	
Tabela 1 - Tamanho de primeira maturação (Lmat) dos Clupeiformes analisados. CLUPE (Clupeidae), ENGR (Engraulidae), PRIST (Pristigasteridae).	50
Tabela 2 - Número de indivíduos de Clupeiformes (diafanizados) analisados por espécie (N) e respectivo comprimento padrão (CP), número de supraneurais (SUPRA) e número total de vértebras (VT). Famílias: PRIST (Pristigasteridae), ENGRAU (Engraulidae), CLUP (Clupeidae).	51
Tabela 3 - Número de vértebras pré e pós-anal (VPRA e VPOA), número de vértebras pré e pós-dorsal (VPRD e VPOD), posição de inserção inicial das nadadeiras dorsal (INI D) e da nadadeira anal (INI A) em relação às vértebras da coluna vertebral das espécies de Clupeiformes analisadas.	52
 Artigo científico III	
Tabela 1- Dados morfológicos para <i>L. piquitinga</i> em pré-flexão (PF), flexão (FL), pós-flexão (PO) e juvenil (JV).	66
Tabela 2- Dados merísticos de <i>L. piquitinga</i> em pré-flexão (PF), flexão (FL), pós-flexão (PO) e juvenil (JV). Nadadeiras: peitoral (P), pélvica (PV), dorsal (D), anal (A), C (caudal).	71

Sumário

	Página
Epígrafe	4
Agradecimento	5
Resumo	6
Abstract	7
Lista de figuras	8
Lista de tabelas	9
1- Introdução	11
2-Objetivos	17
2.1-Objetivo Geral	17
2.2-Objetivos Específicos	17
3- Referências	18
4- Artigo Científico I	23
The caudal structure as a tool for the identification of early life stages of Clupeiform families from the Southwestern Atlantic	
5- Artigo Científico II	45
Caracterização osteológica de Clupeiformes juvenis com ocorrência em ambientes costeiros do litoral de Pernambuco	
6- Artigo científico III	62
Ontogenia de <i>Lile piquitinga</i> (Schreiner & Miranda Ribeiro 1903) durante sua fase inicial de desenvolvimento	
7- Considerações finais	78
Apêndice	79

1- Introdução

O desenvolvimento ontogenético pode ser definido como o crescimento do organismo, desde o momento da fecundação e desenvolvimento do embrião até a eclosão e fases posteriores de vida (FERREIRA, 2007). Em peixes, é considerado como uma das etapas mais importantes no fornecimento de informações sobre a biologia do desenvolvimento, em estudos taxonômicos e de aquicultura. O entendimento das fases iniciais de vida não pode prescindir das informações acerca da biologia larval (NAKATANI et al., 2001; FERREIRA, 2007).

Segundo Maciel (2006), a diferenciação e ontogênese são processos rápidos e complexos que ocorrem nas fases iniciais de desenvolvimento de uma espécie. Larvas recém-eclodidas sofrem mudanças drásticas em um curto período de tempo, na forma do corpo, morfologia, metabolismo, dentre outras. Embriões e larvas são morfológicamente muito diferentes dos adultos e apresentam exigências ecológicas distintas, com particularidades quanto ao habitat, alimentação e comportamento (NAKATANI et al., 2001).

A ontogênese larval de peixes tem despertado o interesse de pesquisadores, uma vez que é importante para descrever a história de vida inicial e a biologia de espécies, a taxonomia, ecologia alimentar, larvicultura, repovoamento e padrões morfológicos das espécies (MACIEL, 2006). Conhecer a ecologia de larvas de peixes em seu ambiente natural é essencial para entender a biologia e a dinâmica das espécies no ecossistema que habitam (FRANÇA et al., 2007). Estudos envolvendo ictioplâncton também podem fornecer informações para a ictiologia, inventário ambiental, monitoramento de estoques e manejo da pesca (NAKATANI et al., 2001).

Desta forma, a identificação correta dos indivíduos na fase larval é essencial em estudos referentes à sua abundância e diversidade no ambiente e para estimar a atuação de um local como sítio de desova e/ou área de berçário, além de definir épocas e locais da reprodução das espécies (ZACARDI, 2015).

A identificação de larvas muitas vezes advém do conhecimento adquirido através de estudos de ontogenia e morfogênese. A grande semelhança morfológica entre larvas de espécies distintas, a diferença dessas dos adultos, aliadas à falta de literatura comparativa dificulta o trabalho dos taxonomistas (SANCHES et al., 2001; SILVA et al., 2010), sobretudo quando o material é coletado em ambiente natural. Isto se torna um grande obstáculo encontrado nos estudos que envolvem padrões de distribuição e

ocorrência do ictioplâncton, ou até mesmo a identificação de áreas de desova das espécies.

Observa-se que nos últimos anos, estudos ontogênicos de espécies de importância comercial, seja pesqueira ou na aquicultura, vem crescendo devido aos seus potenciais de produção. É relevante ressaltar que a publicação de trabalhos relacionados à descrição morfológica e osteológica durante o desenvolvimento inicial de algumas famílias que ocorrem no Atlântico tem sido crescente. Esses são fundamentais como base para futuros trabalhos comparativos de identificação que venham a ser desenvolvidos para espécies de famílias de importância comercial, como Sparidae, Haemulidae, Lutjanidae, Pomacanthidae, Carangidae e Coryphaenidae (LIU, 2001).

Muito embora essa linha de pesquisa seja de interesse científico e comercial, poucos são os trabalhos desenvolvidos na costa Nordeste do Brasil que descrevem a fase inicial de vida das espécies que aqui ocorrem, o que se torna um entrave para a identificação destas em estudos relacionados a abundância, distribuição, reprodução e ecologia do ictioplâncton na região. Para esta região, a ontogenia de algumas espécies costeiras foi descrita por Castro (2005) para *Hyporhamphus* spp., França et al. (2007) para *Atherinella brasiliensis* e Araújo et al. (2011), que descreveu o desenvolvimento do aparato bucal de *Centropomus* spp.

As características utilizadas para identificar adultos não se aplicam à identificação de larvas (WANG e TZENG, 1997). Entretanto, a associação de informações relacionadas à morfologia, morfometria, padrões de crescimento, pigmentação e dados merísticos têm se mostrado fundamentais no processo de identificação das espécies em suas fases iniciais (ARAÚJO-LIMA e DONALD, 1988; DITTY et al., 1994; WANG e TZENG, 1997; BORGES et al., 2000).

Destaca-se como mais importante caractere para identificação de larvas o merístico, pois as contagens das estruturas geralmente não aumentam ou diminuem quando alcançam seu número definitivo.

Todos caracteres utilizados para identificação são relevantes, mas o número de vértebras e miômeros apresentam um valor particular, desta forma os caracteres osteológicos podem ser utilizados para diferenciar indivíduos de diferentes níveis taxonômicos (POWLES e MARKLE, 1984). A Figura 1 mostra as principais medidas e contagens utilizadas na identificação de larvas de peixes.

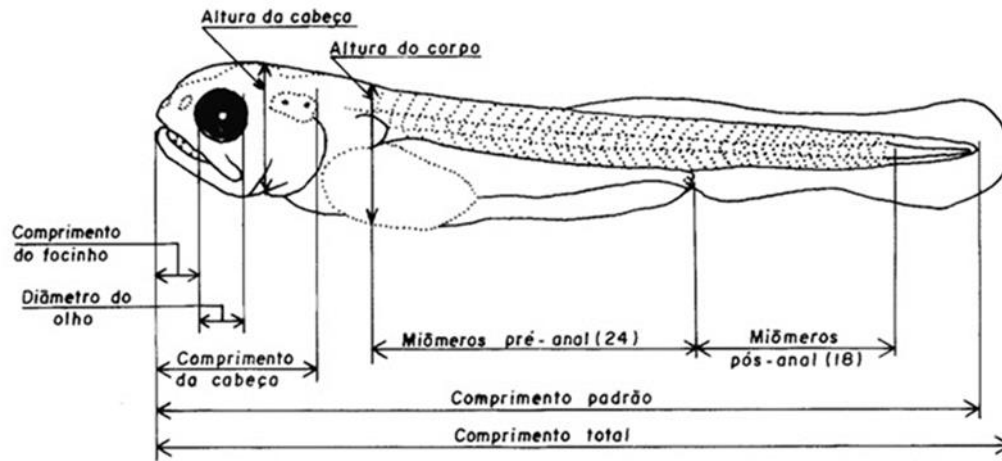


Figura 1: Desenho esquemático das medidas e contagens comumente utilizados na identificação de larvas de peixe. Fonte: Nakatani et al. (2001).

Muitas vezes, não é possível a identificação de larvas a nível específico, devido a utilização de um único caractere não ser suficiente para a identificação e as sobreposições encontradas para diversas espécies (ARAÚJO-LIMA e DONALD, 1988). Porém, Ballart (1995) afirmou, ainda, que estudos envolvendo o desenvolvimento osteológico também contribuem com informações acerca dos aspectos que envolvem a sobrevivência larval e trabalhos de taxonomia e sistemática.

A diferenciação taxonômica através do número de vértebras e da posição de inserção das nadadeiras em relação à coluna vertebral de peixes juvenis e adultos também se mostra útil como subsídio à identificação de larvas (BORGES et al., 2000). Desta forma, observa-se que estudos relacionados à osteologia de adultos e a osteogênese também se mostram eficientes no processo de identificação de larvas de algumas espécies.

Em larvas de teleósteos, particularmente em espécies com desenvolvimento indireto, a nadadeira caudal é a primeira a iniciar seu desenvolvimento, associado à flexão da notocorda, cujos elementos de suporte são os primeiros a surgir (NAKATANI et al. 2001). O desenvolvimento do esqueleto caudal e suas estruturas podem constituir caracteres úteis para a discriminação taxonômica e fornecer informações relevantes para a sistemática, ecomorfologia e filogenia de teleósteos (RUBIO-RODRÍGUEZ et al. 2016). A exemplo, podem ser citados os resultados dos trabalhos de desenvolvimento osteológico da coluna vertebral e do complexo caudal de *Engraulis japonicus*

(BALART, 1995); *Seriola dumerili* (LIU, 2001); *Achirus lineatus* e *A. mazatlanus* (GRACIAN-NEGRETE et al., 2012); *Lutjanus guttatus* (RODRÍGUEZ-IBARRA et al., 2015) e *Amphiprion ocellaris* (RODRÍGUEZ-IBARRA et al., 2017).

Entretanto, como pode ser visto, até o momento existe registro de poucos trabalhos descritivos de espécies para algumas ordens, a exemplo de Clupeiformes. Esta ordem inclui cinco famílias, 92 gêneros e 405 espécies registradas na região neotropical. Inclui as sardinhas, manjubas e arenques, e são de primordial importância para a pesca mundial, a exemplo de *Engraulis rigens*, *Sardinella* spp., *Clupea harengus*, *Engraulis japonicus*, *Sardina pilchadus*, *Brevoortia patronus* e *Sardinops melanostictus* (WHITEHEAD, 1985; NELSON et al., 2016 e SOFIA, 2018).

Sendo a maioria das espécies de Clupeiformes planctívoras, ecologicamente formam um dos elos mais importante na cadeia trófica dos ecossistemas costeiros. Representam um eficiente sistema concentrador de energia disperso nos organismos do micro e mezoplâncton e, portanto, não acessível aos carnívoros, muitos dos quais representam recursos pesqueiros importantes (COTO et al., 1988). São de extrema relevância para a pesca artesanal, sendo comercializados frescos ou beneficiados pelo processo de salga por diversas comunidades pesqueiras litorâneas, com destaque para a região Nordeste (HILDEBRAND, 1963; BARBOSA et al., 2007; CAVALCANTI-FILHO et al., 2009 e SÁ et al., 2012).

Três famílias ocorrem na costa brasileira: Clupeidae, Engraulidae e Pristigasteridae (NELSON et al., 2016). Os clupeídeos são conhecidos como sardinhas, são peixes de pequeno porte, de corpo lateralmente comprimido e prateado, com linha lateral ausente, boca pequena e muito inclinada com mandíbula ultrapassando a maxila superior. Nadadeiras pélvicas, quando presentes, têm localização posterior no corpo e afastadas das nadadeiras peitorais. Formam cardumes, habitam águas costeiras e em várias regiões do mundo constituem uma fonte de alimento abundante e barato (FIGUEIREDO e MENEZES, 1978).

Já os engraulídeos, conhecidos como manjubas, também são de pequeno porte, de hábitos costeiros, identificados pela boca ampla com maxilar prolongado além da margem posterior da órbita e os olhos localizam-se mais próximo da ponta do focinho. Sem linha lateral e com uma faixa longitudinal prateada de cada lado do corpo. A maioria serve de alimento básico para aves e peixes, com diversas espécies de importância comercial, principalmente na pesca artesanal (FIGUEIREDO e MENEZES, 1978). Alimentam-se de plâncton, mas algumas espécies são piscívoras (NELSON et

al., 2016). Algumas espécies destacam-se pela sua importância econômica para pesca em algumas regiões, como por exemplo as anchovetas *Engraulis rigens*, *Cetengraulis edentulus* e *Engraulis mordax* (COTO et al., 1988).

Os pristigasterídeos são peixes tipicamente marinhos costeiros encontrados nos mares tropicais e subtropicais, muito embora algumas espécies possam entrar em estuários. Conhecidos como arenques, são carnívoros vorazes, ao contrário de outros clupeídeos (NELSON, et al., 2016). São de tamanho moderado, normalmente com cerca de 20 a 25 cm de comprimento padrão. O corpo é comprimido ou alongado com uma série completa de escudos ao longo do abdômen. A boca é terminal com uma mandíbula inferior que se projeta além da parte superior. Nas nadadeiras não apresentam raios duros, sendo a dorsal curta e posicionada na região mediana do corpo. Esses peixes não apresentam linha lateral e a cor é tipicamente azul-esverdeada no dorso e prateada nas laterais, mas geralmente sem padrões de cor distintivos entre as espécies. Devido ao seu pequeno tamanho têm pouco valor comercial, muito embora em algumas regiões onde são localmente abundantes seja comum nos mercados de peixe, e na manufatura de subprodutos da pesca (CARPENTER, 2002).

A falta de literatura específica e comparativa dificulta a identificação de fases iniciais desses peixes a nível mais específico, devido à semelhança morfológica entre seus congêneres e o grande número de espécies catalogadas.

Acerca da ontogenia deste grupo, podemos citar a morfologia e osteologia de ovos e larvas de *Opisthonema oglinum* descritas por Richards et al. (1974) e de *Harengula jaguana* por Houde et al. (1974). Matsuura (1974, 1975) estudou o desenvolvimento inicial de dois pristigasterídeos, *Chirocentron bleekermanus* e *Pellona harroweri*, e de larvas de *Sardinella brasiliensis*. Os primeiros estudos sobre os caracteres morfológicos de ovos e larvas de *Sardinella aurita* foram realizados por Sufei e Liyu (1986), enquanto Cadell (1988) descreveu a história de vida de *Anchoa compressa* e *A. delicatissima*.

Ditty et al. (1994) observaram que a identificação do gênero *Sardinella*, baseada apenas na contagem de miômeros e ausência/presença de pigmentação, era insuficiente tendo descrito e comparado ovos e larvas de *S. aurita* do Golfo do México, baseado também na sua descrição morfológica, afim de fornecer caracteres que auxiliassem na identificação de clupeídeos desse gênero que ocorrem no Golfo do México e no Brasil.

Pinheiro et al. (1994) delimitaram caracteres pertinentes que diferenciam pós-larvas, juvenis e adultos de *Anchoa parva* e *A. tricolor*. Wang e Tzeng (1997) identificaram

larvas de cinco espécies de engraulídeos do estuário do rio Tanshui, no norte de Taiwan, através de dados merísticos, morfométricos, número de vértebras e padrões de pigmentação.

Castro-Aguirre et al. (2002) descreveram uma nova espécie do gênero *Lile* demonstrando diferenças de outras espécies do gênero, através de informações osteológicas, além dos caracteres morfométricos e morfológicos. Hofstaetter et al. (2004) descreveram morfológicamente os estágios iniciais do ciclo de vida de *Anchoa tricolor* e Tolan e Newstead (2004) de *Brevoortia gunteri*.

Larvas de clupeídeos e engraulídeos estão presentes significativamente em todas as amostragens realizadas nos estudos sobre assembleias de peixes no litoral norte do estado de Pernambuco, sobretudo aqueles desenvolvidos em regiões estuarinas, a exemplo de Ekau et al. (2001), Coimbra (2003), El-Deir (2005) e Silva-Falcão (2007), e no litoral sul por Castro (2005), Medeiros (2005), Silva-Falcão (2012), Bezerra-Júnior et al. (2011) e Marques et al. (2015). Nestes, a identificação dos indivíduos destes grupos, na fase larval, restringe-se ao nível de família, devido à falta de literatura específica e grande semelhança morfológica entre diferentes espécies.

Desta forma, através da execução deste trabalho, as espécies que potencialmente terão suas larvas identificadas serão aquelas registradas nos trabalhos supracitados, além dos juvenis apontados no litoral sul de Pernambuco, por Favero et al. (2019) e no litoral norte por Lira e Teixeira (2008), Santana e Severi (2009), Santana et al. (2009) e Santana et al. (2013), constantes da Tabela 1.

Maior ênfase será dada à possível identificação de larvas cujos jovens foram capturados nos recifes, zona de arrebentação, enseada e estuário pelo projeto “Conectividade entre ambientes costeiros de Maracaípe, litoral sul de Pernambuco, através do estudo da estrutura da assembleia de larvas e jovens de peixes”. Como exemplo, *Lile piquitinga* caracterizada como estuarina residente por Favero et al. (2019) para o estuário do rio Maracaípe. Esta espécie representante da família Clupeidae, é abundante em manguezais (CARPENTER, 2002) com jovens e adultos registrados em estuários da costa Nordeste, incluindo o registro da mesma em todos os trabalhos supracitados.

Tabela 1: Clupeiformes registrados no litoral de Pernambuco. CLUPE- Clupeidae, ENGR – Engraulidae e PRIST – Pristigasteridae, (ANEXO 1).

Família	Espécie	Status de conservação**	Utilização humana***
CLUPE	<i>Lile piquitinga</i>	Segura ou pouco preocupante	Pesca: pesca de subsistência; isca
	<i>Harengula clupeola</i>	Segura ou pouco preocupante	Pesca: pouco comercial; isca
	<i>Opisthonema oglinum</i>	Segura ou pouco preocupante	Pesca: espécie comercial; isca
	<i>Anchoa januaria</i>	Segura ou pouco preocupante	Pesca: sem interesse comercial
	<i>Anchoa lyolepis</i>	Segura ou pouco preocupante	Pesca: pesca de subsistência; isca
ENGR	<i>Anchoa filifera</i>	Segura ou pouco preocupante	Pesca: pouco comercial
	<i>Anchoa tricolor*</i>	Segura ou pouco preocupante	Pesca: pouco comercial
	<i>Anchoiella lepidentostole*</i>	Segura ou pouco preocupante	Pesca: pouco comercial
	<i>Lycengraulis grossidens</i>	Segura ou pouco preocupante	Pesca: pouco comercial
PRIST	<i>Anchovia clupeoides*</i>	Segura ou pouco preocupante	Pesca: pouco comercial; isca
	<i>Chirocentrodon bleekermanus</i>	Segura ou pouco preocupante	Pesca: pesca de subsistência
	<i>Pellona harroweri</i>	Segura ou pouco preocupante	Pesca: pesca de subsistência

* Espécies capturadas em Maracaípe/PE (dados não publicados) e Favero et al. (2019).

** Status na lista vermelha da IUCN.

*** Fonte: Froese e Pauly, 2019

Neste sentido, a descrição dos Clupeiformes visa preencher esta lacuna de conhecimento sobre o desenvolvimento inicial de algumas espécies que compõem esse grupo, desta forma contribuindo para que torne-se possível uma identificação mais precisa desses indivíduos em suas fases iniciais de desenvolvimento em trabalhos de assembleia ictioplanctônica.

2- Objetivos

2.1 Objetivo geral

Descrever a ontogenia morfológica, merística e a osteologia de larvas e juvenis de Clupeiformes com ocorrência registrada na costa de Pernambuco.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Distinguir o desenvolvimento osteológico da nadadeira caudal entre as diferentes famílias de Clupeiformes;
- ✓ Caracterizar o desenvolvimento osteológico do esqueleto axial e seus apêndices (nadadeiras), incluindo a formação e diferenciação de seus principais ossos; e
- ✓ Descrever o desenvolvimento ontogênico inicial de *Lile piquitinga*.

3- Referências

- ARAÚJO, I. M. S.; SILVA-FALCÃO, E. C.; SEVERI, W. Buccal apparatus and gastrointestinal tract dimensions associated to the diet of early life stages of *Centropomus undecimalis* (Centropomidae, Actinopterygii). **Iheringia, Série Zoologia**, v.101, n.1-2, p. 85-92, 2011.
- ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; DONALD, E. Número de vértebras de Characiformes e seu uso na identificação de larvas do grupo. **Acta Amazônica**, v. 18, p. 351–358, 1988.
- BALART, E. F. Development of the vertebral column, fins and fin supports in the Japanese anchovy, *Engraulis japonicus* (Clupeiformes: Engraulidae). **Bulletin of Marine Science**, v.56, n.2, p.495-522, 1995.
- BARBOSA, J. M.; LIMA, H. C.; SILVA JÚNIOR, E. J.; MOTA, A. D. S.; MENDONÇA, I. T. L.; SILVA FILHO, E. J. Beneficiamento e comercialização do pescado na região de Itapissuma, Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 1, n. 2, p. 44-55, 2007.
- BEZERRA-JÚNIOR, J. L.; DIAZ, X. G.; NEUMANN-LEITÃO, S. Diversidade de larvas de peixes das áreas internas e externas do porto de Suape (Pernambuco - Brazil). **Tropical Oceanography**, v. 39, n.1, p.1-13, 2011.
- BORGES, M. E. E.; NAKATANI, K.; BIALETZKI, A. FELIS, M. E. G. Diferenciação do número de vértebras de algumas espécies de Characiformes (Osteichthyes) da bacia do Rio Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum**, v.22, n.2, p.539-544, 2000.
- CADELL, S. M. Early Life History Descriptions of the Deepbody and Slough Anchovies with Comparisons to the Northern Anchovy (Family Engraulidae). **Bulletin of Marine Science**, v.42, n.2, p. 273-291, 1988.
- CARPENTER, K.E. **The living marine resources of the Western Central Atlantic**. Volume 2: Bony fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication. No. 5. Roma: FAO. 2002. 773p.
- CASTRO-AGUIRRE, J.L.; RUIZ-CAMPOS, GORGONIO; BALART, EDUARDO. A New species of the genus *Lile* (Clupeiformes: Clupeidae) of the eastern tropical Pacific. **Bulletin Southern California Academy of Sciences**, v.101, n. 1, p. 1-12, 2002.
- CASTRO, M.F. Abundância, distribuição e desenvolvimento das fases iniciais de peixes no estuário do rio Formoso, Pernambuco, Brasil. 2005. 72p. **Dissertação (Mestrado)** - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- CAVALCANTI-FILHO, W. G.; LUCENA, P. E. U.; CARDOSO; F. R. S.; BRITO, C. S. F.; ALBUQUERQUE, W. F.; LEAL, S. H. B. S. SALES, L. T. Pesca, beneficiamento e comercialização da manjuba na região de Parnaíba-Piauí. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca** v.4, n. 1, p. 134-143, 2009.
- COIMBRA, R. S. Ictioplâncton do complexo estuarino de Itapessoca – litoral norte de

Pernambuco. 2003. 85p. **Tese (Doutorado)** - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

COTO, C. F.; LUNA, A. O.; CALVO, A. L.; GARCÍA, F. Z. Abundancia de algunas especies de Anchoas em la laguna de Términos (México), estimada a través de la captura de huevos. **Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología**, v. 15, n. 1, p. 125-134, 1988.

DITTY, J. G.; HOUDE, E. D.; SHAW, R. F. Egg and larval development of Spanish sardine, *Sardinella auritta* (Family Clupeidae), with a synopsis of characters to identify clupeid larvae from the northern Gulf of Mexico. **Bulletin of Marine Science**, v.54, n.2, p. 367-380, 1994.

EKAU, W., WESTHAUS-EKAU, P., MACEDO, S. J. The larval fish fauna of the “Canal de Santa Cruz” estuary in northeast Brazil. **Tropical Oceanography**, v.29, n.2, p.1–12, 2001.

EL-DEIR, A. C. A. Composição e distribuição espaço-temporal de formas iniciais de peixes no estuário do rio Jaguaribe, Itamaracá, litoral norte de Pernambuco, Brasil. 2005. 89p. **Tese (Doutorado)** - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2018** - Meeting the sustainable development goals. Rome: FAO, 227 p. 2018.

FAVERO, F. L. T.; ARAÚJO, I. M. S.; SEVERI, W. Structure of the fish assemblage and functional guilds in the estuary of Maracaípe, northeast coast of Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 45, n. 1, 2019.

FERREIRA, A. V. Ontogenia inicial e consumo de vitelo em embriões de melanotênia maçã (*Glossolepis incisus*, Weber, 1907). 2007. 77p. **Dissertação (Mestrado)** - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro.

FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. A. **Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. II. Teleostei (1)**. São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 113p, 1978.

FRANÇA, E. J.; SEVERI, W.; CASTRO, M. F.; MEDEIROS, T. N.; EL-DEIR, A. C. A. Description of *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1825) (Atheriniformes: Atherinopsidae) larvae from the Jaguaribe River estuary, Itamaracá island, Northeastern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v.5, n.3 p.369-374, 2007.

FROESE, R. AND D. PAULY. Editors. 2019. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, (04/2019).

GRACIAN-NEGRETE, J. M.; GONZÁLEZ-ACOSTA, A. F. GONZÁLEZ-ISÁIS, M.; ORTIZ-GALINDO, J. L.; DEL MORAL-FLORES, L. F. Comparative Osteology of the Caudal Skeleton of *Achirus lineatus* and *Achirus mazatlanus* (Pleuronectiformes: Achiridae). **International Journal of Morphology**, vol.30, n.2, p.705-708. 2012.

HILDEBRAND, S. F. **Family Engraulidae**. - In BIGELOW, H. B. Fishes of the

Western North Atlantic, v. 1, n. 3, p. 202-203, 1963.

HOFSTAETTER, M.; GODEFROID, S. R.; SOBOLEWSKI, M.; SPACH, H. L. & SANTOS, C. Estágios iniciais do ciclo de vida de *Anchoa tricolor* (Agassiz, 1829) (Teleostei, Engraulidae). **Revista Uniandrada**, v.5, n.2, p. 81-94, 2004.

HOUDE, E. D.; RICHARDS, W. J. & SAKSENA, V. P. Description of eggs and larvae of scaled sardine, *Harengula jaguana*. **Fishery Bulletin**, v. 72, n.4, 1974.

IUCN, 2018. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2018-2. Downloaded on 19 November 2018.

LIRA, A.K.F. & TEIXEIRA, S.F. Ictiofauna da Praia de Jaguaribe, Itamaracá, Pernambuco. **Iheringia, Série Zoologia**, v.98, n.4, p.785-780, 2008.

LIU, C. H. Early osteological development of the yellow tail *Seriola Dumerili* (Pisces: Carangidae). **Zoological Studies**, v.40, n.4, p.289-298, 2001.

MACIEL, C. M. R. R. Ontogenia de larvas de piracanjuba, *Brycon orbignyanus* valenciennes (1849) (Characiformes, Characidae, Bryconinae). 2006. 244p. **Tese (Doutorado)** - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MARQUES, V. M.; SILVA-FALCÃO, E. C.; SEVERI, W. Estrutura da assembleia ictioplanctônica em dois estuários tropicais de Pernambuco (Brasil), sujeitos a diferentes condições hidrológicas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.10, n.2, p.304-314, 2015.

MATSUURA, Y. Morphological Studies of Two Pristigasterinae Larvae from Southern Brazil. In: BLAXTER, J. H. S. **The Early Life History of Fish**. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, p.685-701, 1974.

MATSUURA, Y. A study of the life history of brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis*. III. Development of sardine larvae. **Boletim do Instituto de oceanografia da USP**, v. 24, p. 17-29, 1975.

MEDEIROS, T. N. Uso comparativo de atrator luminoso e rede de arrasto na captura de larvas de peixes no estuário do rio formoso – Pernambuco – Brasil. 2005. 60p. **Dissertação (Mestrado)** - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

NAKATANI, K. et al. **Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação**. Maringá: Eduem, 378p. 2001.

NELSON, JS, GRANDE TC AND WILSON, MVH 2016. **Fishes of the world**. New Jersey: John Wiley & Sons, 752p.

PINHEIRO PC, CORRÊA MFM, SPACH, HL. Caracteres consistentes para identificação de pós-larvas, juvenis e adultos de *Anchoa parva* e *Anchoa tricolor* (Pisces, Engraulidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 37, n. 4, p. 843-852, 1994.

POWLES, H. & MARKLE, D. F. Identification of larvae. In: Moser, H. G. - (ed.). Ontogeny and systematics of fishes. Special publication no 1, American Society of Ichthyologists and Herpetologists. 1984. p. 31 - 32.

RICHARDS, W. J; MILLER, R. V.; HOUDE, E. D. Egg and larval development of the Atlantic thread herring, *Opisthonema oglinum*. **Fishery Bulletin**, v.72, n.4, p. 1123-1136, 1974.

RODRÍGUEZ-IBARRA, L. E.; ABDO-DE LA PARRA, M. I.; AGUILAR-ZÁRATE G.; VELASCO-BLANCO, G.; IBARRA-CASTRO, L. Desarrollo osteológico de la columna vertebral y del complejo caudal de larvas de *Lutjanus guttatus* (Perciformes: Lutjanidae) en condiciones de cultivo. **Revista de Biología Tropical**, v.63 n.1, 155-164, 2015.

RODRÍGUEZ-IBARRA, L. E.; ABDO-DE LA PARRA, M. I.; AGUILAR-ZÁRATE G.; & VELASCO-BLANCO, G. Desarrollo osteológico de la columna vertebral y del complejo caudal de larvas de pez payaso *Amphipeion ocellaris* (Pomacentridae) en condiciones de cultivo. **Revista de Biología Marina y Oceanografía**, v.52, n.1, 113-119, 2017.

RUBIO-RODRÍGUEZ U, GONZÁLEZ-ACOSTA AF AND VILLALOBOS H. Comparative anatomy of the caudal skeleton of lantern fishes of the genus *Triphoturus* Fraser-Brunner, 1949 (Teleostei: Myctophidae). **Revista de biología marina y oceanografía**, v. 51, n. 3, p. 713-718, 2016.

SÁ, G. G., MARINHO, R. A., CONCEIÇÃO, R. N. L. Primeira abordagem sobre a pesca da sardinha bandeira, *Opisthonema oglinum* (Lesueur, 1818) em Caponga, Cascavel – Ceará, Brasil. **Arquivos de Ciência do Mar**, v. 45, n. 1, p. 13 – 24, 2012.

SANCHES, P. V., BAUMGARTNER, G., BIALETZKI, A., SUIBERTO, M. R., GOMES, F. D. C., NAKATANI, K., BARBOSA, N. D. C. Caracterização do desenvolvimento inicial de *Leporinus friderici* (Osteichthyes, Anostomidae) da bacia do rio Paraná. **Acta Scientiarum**, v.23, n.2, p.383-389, 2001.

SANTANA, F.M.S.; SEVERI, W. Composição e estrutura da assembléia de peixes da zona de arrebenção da praia de Jaguaribe, Itamaracá - Pernambuco. **Bioikos**, v.23, n.1, p.3-17, 2009.

SANTANA, F.M., SILVA-FALCÃO, E.C.; SEVERI, W. Ocorrência de *Chirocentron bleekermanus* (Teleostei; Pristigasteridae) na costa do estado de Pernambuco - Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v.4, n.1, p.144-154, 2009.

SANTANA, F. M. S.; SEVERI, W.; FEITOSA, C. V.; ARAÚJO, M. E. The influence of seasonality on fish life stages and residence in surf zones: a case of study in a tropical region. **Biota Neotropica**, v.13, n.3, p.181-192, 2013.

SILVA, A. C. G.; SEVERI, W.; CASTRO, M. F.; Morphological development of *Anchoviella vaillanti* (Steindachner, 1908) (Clupeiformes: Engraulidae) larvae and early juveniles. **Neotropical Ichthyology**, v.8, n.4, p.805-812, 2010.

SILVA-FALCÃO, E.C. Estrutura da comunidade de formas iniciais de peixes em uma gamboa do Estuário do Rio Catuama, Pernambuco - Brasil. 2007. 78p. **Dissertação (Mestrado)** - Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

SILVA-FALCÃO, E.C. evidências de conectividade entre habitats costeiros tropicais através do estudo de peixes em fases iniciais do ciclo de vida. 2012. 139p. **Tese (Doutorado)** - Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

SUFEI, J.; LIYU, L. Studies on the eggs and larvae of *Sardinella aurita* (Cuv. & Val.) in the fishing grounds of southern Fujian and the Taiwan bank. **C. J. Of Oceanology and Limnology**, v.4, n. 1, p. 108-118, 1986.

TOLAN, J. M; NEWSTEAD, D. A. Descriptions of larval, prejuvenile, and juvenile finescale menhaden (*Brevoortia gunteri*) (family Clupeidae), and comparisons to gulf menhaden (*B. patronus*). **Fishery Bulletin**, v. 102, p. 723–732, 2004.

WANG, Y. T.; TZENG, W. N. A quick method to identify Engraulid fish larvae in the Tanshui river-estuary of the Northern Taiwan. **Acta Zoologica Taiwanica**, v.8, n.2, p.103-119, 1997.

WHITEHEAD, PJP. FAO species catalogue. **Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupeoidei)**. An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolf-herrings. Part 1 - Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae. Rome: FAO Fish Synop, v.125, n.7, 303 p, 1985.

ZACARDI, D. M. Variação e abundância do ictioplâncton em canias de maré do extremo norte do Brasil. **Biota Amazônica**, v.5, n.1, p. 43-52, 2015.

4- Artigo científico I - submetido à Revista Anais da Academia Brasileira de Ciências.**The caudal structure as a tool for the identification of early life stages of Clupeiform families from the Southwestern Atlantic**ANAILZA CRISTINA GALDINO DA SILVA^{1,2} e WILLIAM SEVERI¹¹ Programa de Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura/UFRPE, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife, PE, Brasil² Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Pernambuco/Campus Caruaru, Estrada do Alto do Moura, KM 3,8, s/n, Distrito Industrial III, 55040-120, Caruaru, PE, Brasil

Abstract

The Clupeiformes order includes very morphologically similar species, especially in tropical and subtropical regions, where taxonomical diversity is greater, making the identification of their early stages rather difficult. This study thus aims to characterize the bone structure of the caudal fin of Clupeiformes to assist in taxonomic differentiation of their larvae and young. Species belonging to the different families can be discriminated by using the following characteristics: Clupeidae have 3 epurals, an intermediate size neural process, median ray ends extended towards the urostyle, a nether interlobar lobe in the third hypural and no fusion of the ural centra 1 to the preural centrum 1. Engraulidae have 2 epurals, a quite elongated neural process, median ray ends extended towards the urostyle, a nether interlobar lobe in the third hypural and fusion of the ural centra 1 to the preural centrum 1. Pristigasteridae have 3 epurals, a small neural process, medial ray extremities not extended towards the urostyle, with no nether interlobar lobe in the third hypural, and the ural central is not fused to the preural centrum 1. Characteristics analyzed help differentiate individuals at the family level, yet further studies are required to assist identification of larvae at the species level.

Introduction

The Clupeiformes order is a well-defined fish group with several unique characteristics (Grande 1985), and includes about 405 species belonging to 92 genera distributed in five families (Nelson et al. 2016), of which three occur in the western South Atlantic along the Brazilian coast: Clupeidae, Engraulidae and Pristigasteridae (Menezes et al. 2003).

Clupeoids are essential to world fishing and were among the 25 most captured fish species worldwide in 2016, accounting for more than 10 million tons, which was more than 32% of the total catch (FAO 2018). They are an important component of small-scale fisheries and constitute an abundant and cheap food source in several regions of the world, while many of them are forage species for large carnivorous fish and seabirds (Hildebrand 1963, Figueiredo and Menezes 1978, Silva and Araújo 2000, Nelson 2016).

Sardine, herring and/or anchovy are coastal fish that usually form large schools and are typically small, with a silver lateral band and no lateral line (Figueiredo and Menezes 1978, Whitehead 1985). The morphological characteristics of the species of the order are a long and slender body, a long, straight gut, preanal distance between 50 and 95% of body length, round eyes and 38 to 54 vertebrae (Bonecker 2014).

For many clupeoids, specifically those occurring in tropical and subtropical regions where their diversity is greatest, it may be difficult to identify and differentiate between several species, because the characteristics used in the taxonomy of some genera are not sufficient to discriminate between closely related species (Carpenter 2002). Such difficulties in the identification of Clupeiformes, especially for species of *Anchoiella* and *Anchoa*, have been previously reported by Nelson (1983) and Whitehead (1985) Since several meristic characteristics overlap between congeners and

many species are morphologically similar to each other, it is particularly difficult to differentiate them, especially individuals in larval and juvenile phases.

Knowledge of their bone structures in the early life stages of fish has been regarded as an important factor, not only for characterizing embryological development and its application in aquiculture in the larval stage, but also as a tool for morphological characterization, although it is often insufficient for the correct identification of larvae and juveniles (Komoundouros et al. 1999, Bemvenuti 2005).

Bone morphology can assist specific diagnostic characterization and is included among the morphological and meristic characters necessary for the correct identification of a species (Campello and Bemvenuti 2002), especially in studies related to ichthyoplankton, in which there are often no specific identification keys for larvae.

The greatest difficulty in the identification of the early developmental stages of Clupeiformes is the similarity in the external morphology of the larvae (Silva et al. 2010). Moreover, there is no description in the literature of initial morphological development for many species. Identification of clupeiform larvae collected in natural environments, for example, is difficult because there are usually several very similar species in the same region (Richards 1974).

Bone and cartilaginous structures may contribute to the identification of teleost larvae at different taxonomic levels (family, genus or species). Although no single structure is sufficient for differentiation, the combination of several characteristics such as size, number, morphology, development sequence and position in the body can be (Dunn 1983). Moreover, studies related to osteological development contribute with information on aspects such as larval survival, taxonomy and systematics (Dunn 1983, Ballart 1995).

In teleost larvae, particularly in species with indirect development, the caudal fin

is the first to develop, associated with the notochord flexion, whose supporting elements are the first to appear (Nakatani et al. 2001). This stage is a fundamental phase in the development of most fish, as it is followed by the development of the caudal fin, with the appearance of rays, changes in body shape and locomotion habits (Kendall et al. 1984). Thus, the development of the caudal skeleton structures are useful characteristics for taxonomic discrimination and provide relevant information to teleost systematics, ecomorphology and phylogeny (Rubio-Rodríguez et al. 2016).

Thus, the development sequence of ossified structures is an efficient tool in systematic studies of fish larvae and an excellent characteristic to be used for taxonomic identification, mainly at the genus level (Kendall et al. 1984). Therefore, this study aims to characterize the bone structure of the caudal fin of Western Atlantic Clupeiformes found on the northeastern coast of Brazil, to assist in taxonomic differentiation of larvae and juvenile of this order.

Material and Methods

For the osteological characterization of Clupeiformes, specimens were obtained from artisanal fishing on the Jaguaribe beach, located on the northern portion of Itamaracá Island, off the northern coast of Pernambuco state, in northeastern Brazil. The identification of the species was based on Figueiredo and Menezes (1978), Whitehead et al. (1988) and Carpenter (2002).

The individuals analyzed belong to the ichthyological collection of the Ichthyology Laboratory of the Fisheries and Aquaculture Department of the Universidade Federal Rural de Pernambuco, including individuals of the following families and species: Clupeidae – *Lile piquitinga* (Schreiner and Miranda Ribeiro 1903); *Harengula clupeola* (Cuvier 1829) and *Opisthonema oglinum* (Lesueur 1818);

Engraulidae – *Anchoa januaria* (Steindachner 1879), *A. lyolepis* (Evermann and Marsh 1900), *A. filifera* (Fowler 1915), *A. tricolor* (Spix and Agassiz 1829), *Anchoviella lepidentostole* (Fowler 1911); *Lycengraulis grossidens* (Spix and Agassiz 1829) and *Anchovia clupeoides* (Swainson 1839); and Pristigasteridae – *Chirocentrodon bleekermanus* (Poey 1867) and *Pellona harroweri* (Fowler 1917). The voucher specimens used are listed in the collection at numbers LIUFRPE P0209 to LIUFRPE P0221.

The life stage of the individuals was based on their length at first maturity (L_{mat}) estimated by the model proposed by Gislason et al. (2008): $L_{mat} = q \cdot (L_{\infty})^s$, where q and s are constant values (0,64 and 0,95, respectively), and L_{∞} was replaced by L_{max} obtained from the Fish Base database (Froese and Pauly, 2018).

The individuals were cleared and stained (Dingerkus and Uhler, 1977) to enhance visualization of the bone structures. After clearing, the structures of the caudal complex were analyzed under stereomicroscope and photographed using a digital camera, Canon Powershot A620. The osteological terminology followed Weitzman (1962) and Grande (1985).

Results

A total of 127 individuals from the twelve species studied were classified as young (J) or adults (A) as depicted in Table 1. The caudal complex of all species is composed of six hypurals, one parhypural, two to three epurals, two modified haemal spines, three preural centrum, two neural spines, two ural centra, one specialized neural process, three uroneurals and procurent and principal rays. The uroneurals with the vertebral center 1 form the urostyle (Figure 1).

Table I: Clupeiformes used with the respective number of individuals analyzed (N), standard length (SL) range and life phase (P).

Taxa	P	SL (mm)	N
Engraulidae			
<i>Anchoa filifera</i>	Y(9) / A(1)	54.37 - 67.56	10
<i>Anchoa januaria</i>	Y	42.95 - 59.86	13
<i>Anchoa lyolepis</i>	Y	30.27 - 46.12	7
<i>Anchoa tricolor</i>	Y(8) / A(3)	37.63 - 74.02	11
<i>Anchovia clupeioides</i>	Y	45.54 - 108.47	10
<i>Anchoviella lepidentostole</i>	Y	30.57 - 46.27	10
<i>Lycengraulis grossidens</i>	Y	41.76 - 73.73	11
Pristigasteridae			
<i>Chirocentrodon bleekermanus</i>	Y(8) / A (2)	56.27 - 80.34	10
<i>Pellona harroweri</i>	Y	27.29 - 46.00	11
Clupeidae			
<i>Harengula clupeola</i>	Y	32.62 - 48.83	10
<i>Lile piquitinga</i>	Y	18.00 - 70.19	14
<i>Opisthonema oglinum</i>	Y(8) / A(2)	58.55 - 150.34	10

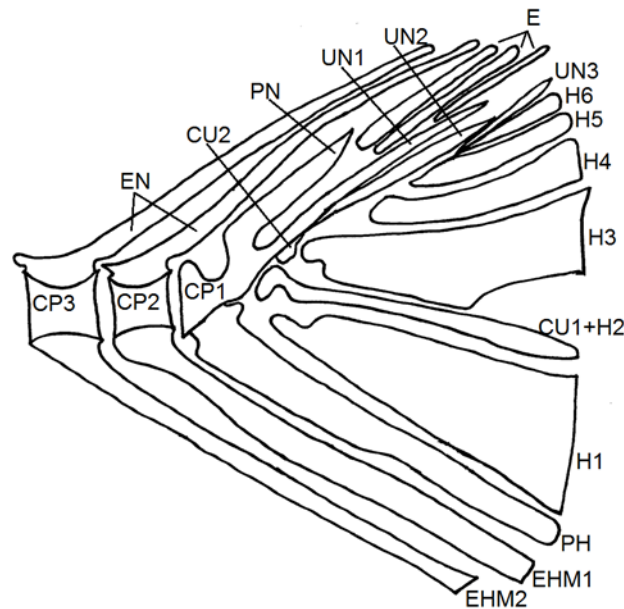


Figure 1 – Osteological features of the caudal fin Clupeiformes: CP(1-3) - preural centrum (1-3); CU(1-2) – ural centra (1-2); E - epurals; EHM(1-2) - modified haemal spines (1-2); EN – neural spine; H(1-6) - hypurals (1 – 6); PH - parhypural; PN - specialized neural process; UN(1-3) - uroneurals (1 – 3).

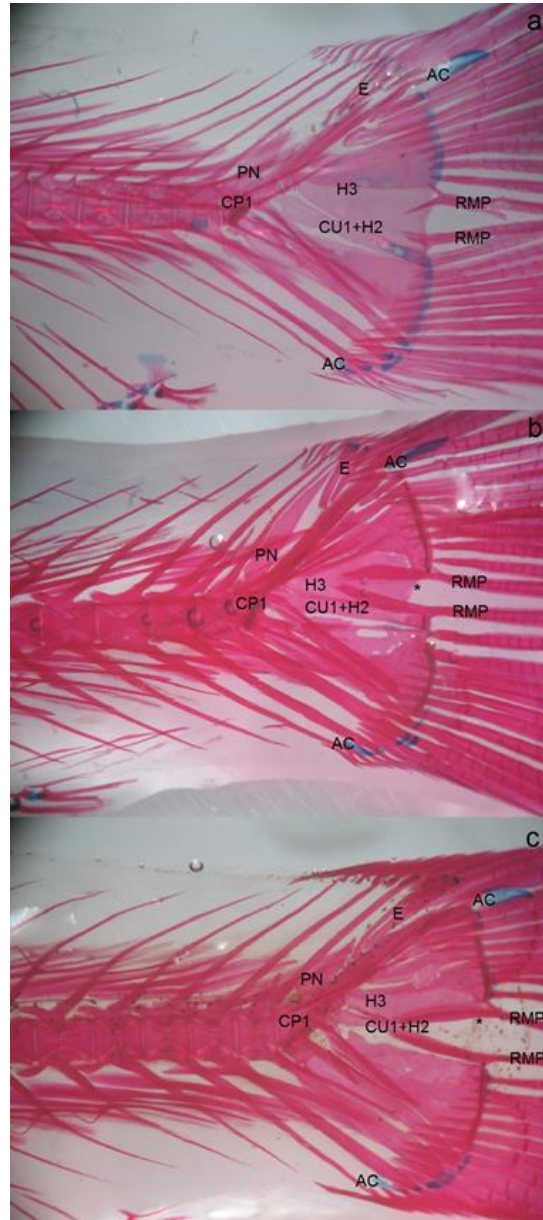


Figure 2 - Caudal skeleton of *Pellona harroweri* (a); *Anchovia clupeioides* (b) and *Lile piquitinga* (c), revealing the specialized neural process (PN), the number of epurals (E), the position of the cartilaginous accessories (AC) and the fusion of ural centra 1 (CU1), hypural 2 (H2) and preural centrum 1 (CP1). * Detail in the lower interlobar incision of H3 in b and c. The abbreviations for the elements are shown in Figure 1.

All the Clupeiformes analyzed have six hypurals, not fused, inserted below the urostyle, distributed in two segments: the ventral with parhypural, the hypural 1 and 2, and the dorsal with the other hypurals. For all species, hypural 1 has a triangular shape and is separated from the urostyle by a small gap (Figure 1). Hypurals 2, 4, 5, and 6 are elongated, with the sixth being the smallest. Hypural 3 has a triangular shape in pristigasterids, with no inferior interlobar incision (Figure 2a), whereas in engraulids and clupeoids a lower interlobar notch is observed, with the incision being comparatively more pronounced in the latter (Figure 2b, c).

The species have two cartilaginous accessories, a superior one near the dorsal end of uroneural 3 and a lower one below the modified hemal spine 2 (Figure 2), with the exception of *O. oglinum* which does not have cartilaginous accessories. In all species, uroneural 1 is fused to the preural centrum 1, while the others are free from each other and not fused to any other structure. It is also noted that uroneural 3 is the smallest. In relation to fusion, the ural centra 1 is fused to the hypural 2 in Engraulidae.

The caudal fin of all of the species analyzed has 19 principal rays (PR) (lepidotrichia), distributed in two lobes, the lower one has 9 rays and the upper one 10. In the lower lobe, the rays distribute themselves from the modified haemal spine 1 and/or parhypural until the hypural 2 or hypural 3. The rays of the upper lobe are inserted from the hypural 3 to the urostyle. The Clupeiformes have from 15 to 20 accessory (RA) or procurrent (dermatotrichia) rays, with those of the inferior lobe (RALI) inserted from the modified haemal spine 1 to between the 3rd and 4th hemal spine, and those of the upper lobe (RALS) from the uroneural 2 to between the 3rd and 4th neural spines.

The bones of the caudal complex support the following principal rays: EHM1 – 1st and 2nd RP; PH – 1stto 3rd; H1 – 1stto 8th; H2 – 8thto-10th; H3 – 9thto 15th; H4 –

14th to 17th; H5 – 16th to 18th; H6 – 17th to 19th and urostyle - 18th-19th. The complete distribution of the rays in the different species can be visualized in Table 2.

Table II: Total number of rays of the caudal fin and their position of insertion in the respective bony structures in the Clupeiformes species analyzed.

Character/Taxa	Engraulidae						Pristigasteridae			Clupeidae		
	<i>Anchoa filifera</i>	<i>Anchoa januaria</i>	<i>Anchoa lyolepis</i>	<i>Anchoa tricolor</i>	<i>Anchovia clupeioides</i>	<i>Anchoviella lepidentostole</i>	<i>Lycengraulis grossidens</i>	<i>Chirocentodon bleekeri</i>	<i>Pellona harroweri</i>	<i>Harengula clupeola</i>	<i>Lile piquitinga</i>	<i>Opisthonema oglinum</i>
RP	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
RA	18	17	18	18	17	18	16	19	18	14	17	15
RALI	9	8	9	9	8	9	8	9	7	6	8	7
RALS	9	9	9	9	9	9	8	10	11	8	9	8
EHM1	1°-2°	1°-2°	1°-2°	1°	1°	1°-2°	1°	1°-2°	1°	1°	1°-2°	1°
PH	1°-3°	1°-4°	1°-3°	1°-3°	1°-3°	1°-3°	1°-3°	1°-3°	1°-3°	1°-3°	1°-3°	1°-3°
H1	1°-8°	1°-9°	1°-8°	1°-8°	1°-8°	1°-8°	1°-8°	1°-8°	1°-8°	1°-8°	2°-8°	1°-8°
H2	8°-9°	8°-10°	8°-9°	8°-9°	8°-9°	8°-9°	8°-9°	8°-9°	8°-9°	9°	8°-10°	9°
H3	9°-14°	9°-14°	9°-14°	9°-14°	9°-14°	9°-15°	9°-14°	9°-14°	9°-15°	10°-15°	10°-14°	10°-14°
H4	14°-17°	14°-16°	14°-17°	14°-17°	14°-17°	14°-17°	14°-17°	14°-17°	14°-17°	15°-17°	14°-17°	15°-17°
H5	15°-18°	17°-18°	17°-18°	17°-18°	16°-18°	16°-18°	16°-18°	17°-19°	16°-19°	16°-18°	16°-18°	17°-19°
H6	18°-19°	18°-19°	18°-19°	18°-19°	18°-19°	17°-19°	17°-19°	18°-19°	18°-19°	18°-19°	19°	18°-19°
U	=	=	19°	19°	19°	=	18°-19°	=	=	=	=	=

In Pristigasteridae, the end of these rays is less developed and bifurcated in a 'Y' format (Figure 3a, b). For Engraulidae and Clupeidae, the median principal rays of the caudal fin extend beyond their base, toward the urostyle. A prolongation of the well-developed end of these rays is noted, with a small lateral projection in the species analyzed from the two families (Figure 3c).

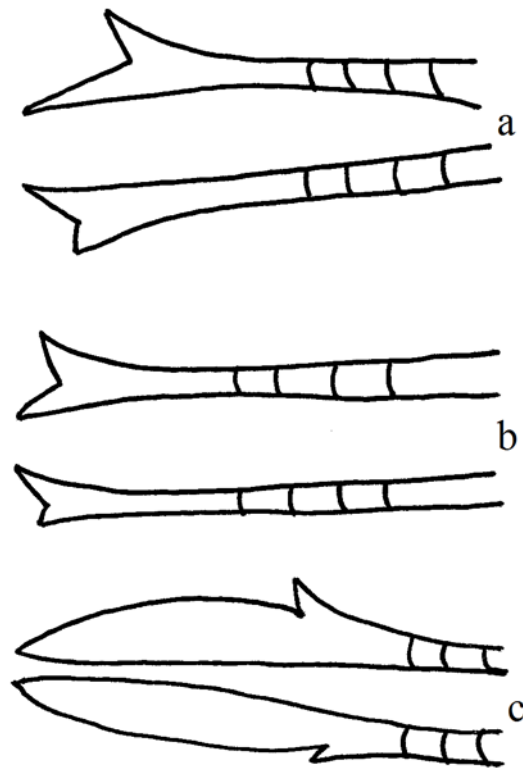


Figure 3 - Anterior base of the median rays of the caudal fin in Pristigasteridae – *Pellona harroweri* (a), *Chirocentrodon bleekermanus* (b) and Engraulidae – *Lycengraulis grossidens*(c).

Concerning the epurals, the pristigasterids have three, the specialized neural process is short and extends dorsally, but does not reach the inferior extremity of the epurals, located just above it, and is thus considered a short neural process (Figure 2a). The clupeoids have three epurals, with the exception of *L. piquitinga*, which has only two (Figure 2b). All species of Engraulidae analyzed have 2 epurals, with an elongated neural process that extends beyond the inferior extremity of the epurals (Figure 2c).

Based on all the characters analyzed, we can distinguish the species from the families by the following characteristics: Clupeidae have 3 epurals, an intermediate-size neural process, median ray ends that extend towards the urostyle, no interlobar lobe in the third hypural and no fusion of the ural centra 1 to the preural centrum 1. Engraulidae

have 2 epurals, a quite elongated neural process, median ray ends extending towards the urostyle, no interlobar lobe in the third hypural and ural centra 1 is fused to preural centrum 1. Pristigasteridae have 3 epurals, a small neural process, medial ray extremities not extending towards the urostyle, no interlobar lobe in the third hypural, and no fusion of the ural central to the preural centrum 1.

In this way the families can be distinguished as follows:

1- Third hypural without interlobar incision and median rays not previously projected --
----- Pristigasteridae.

1'- Third hypural with interlobar incision and median rays projected towards the urostyle ----- 2.

2- An elongated neural process that extends beyond the inferior end of the anterior epural, reaching the medial region of the latter and with uralcentra 1 fused to preural centrum 1----- Engraulidae.

2'- Neural process not extending beyond the lower extremity of the anterior epural and ural centra 1 not fused to the preural centrum 1----- Clupeidae.

Discussion

The caudal skeleton of teleosts is not always formed by the same bony elements. Among the structures, the important caudal characteristics from a systematic perspective include: the number of preural centrum, their relation to the hypurals; the number of hypurals by vertebra; fusion between hypurals, and fusion of hypurals to one or more ural centra; the presence or absence of the neural arch over the preural centrum; and the number of epurals and uroneurals (Schultze and Arratia 1989, 2013).

The morphological and meristic analysis of the bony structures of the caudal fin of the species revealed six non-fused hypural bones, a characteristic common to all

species of the order. Whitehead (1985) characterized the typical caudal skeleton of the clupeoids as being composed of six hypurals, all free of each other, including the parhypural; with only the second hypural fused to the base of the first ural centra.

As observed in the study, the distribution of the hypurals occurs in two segments, ventral and dorsal, a fact also reported for Clupeiformes by Schultze and Arratia (2013), who state that this characteristic is the result of notochord flexion in the still cartilaginous base of hypurals 2 and 3, which occurs in the larval period of the species, and which causes the formation of the space called the hypural diastema. Hypural diastema, in many teleosts, is demarcated by the passage of veins and caudal arteries separating the structural elements as follows: anterior (lower) - parhypural, hypural 1 and 2, posterior (upper) - hypurals 3 to 6 (Schultze and Arratia 1989).

The presence of six or fewer hypurals is interpreted as a homoplastic characteristic for teleosts. The understanding of different elements of the caudal skeleton and their transformations, variations and homologies requires careful observations of the origin and formation of these structures, from the early development stages. Ontogenic and phylogenetic investigations are thus necessary for systematic interpretations (Arratia 2010). These structures are, therefore, characteristics that can aid in the differentiation of larvae, as long as studies are conducted with the aid of ontogenic series.

In the Clupeiformes, the caudal skeleton has a urostyle that projects in the dorsal direction parallel to the epurals, formed by the fusion of the preural centrum 1 and three uroneurals. Thus, in species of the order, one or more uroneurals are fused to the terminal vertebra to form the urostyle, while this fusion is not necessarily found in other orders of fish (Gosline 1961).

The uroneurals of the teleosts have an elongated shape that is associated with the

support function of the superior lobe of the caudal fin and to support to their dorsal rays (Lauder and Liem 1983, Schultze and Arratia 1989). This and other characteristics, such as the fusion of the preural 1 and uroneural 1, make the Clupeomorpha a monophyletic group, because they have a single caudal skeleton with characteristics pertinent to all representatives of the order (Greenwood et al. 1966, Lauder and Liem 1983).

Although there is no fusion between the hypurals, the fusion of the preural 1 with the uroneural 1 and of the hypural 2 with the ural centra 1 is observed, which constitutes the synapomorphy of the group (Greenwood et al. 1966). In the representatives of Engraulidae, in addition to the fusion cited above, the ural centra 1 is fused to the preural centrum 1; thus, the hypural 2, the central 1, the preural 1 and the uroneural 1 are fused.

Nelson (1983) emphasized that species of the genus *Engraulis*, *Encrasicholina* and the New World anchovies *Anchoa*, *Anchoviella*, *Anchovia*, *Centengraulis*, *Lycengraulis* and *Pterengraulis*) form a monophyletic group that presents, in addition to the characteristics common to Clupeomorpha, the fusion of the preural centrum 1 to the ural central.

The species analyzed have a space separating the hypural 1 from the urostyle, a characteristic factor of Clupeomorpha (Lauder and Liem 1983, Grande 1985). There is also a difference in the ventral border of the third hypural among the species studied. Clupeidae and Engraulidae have an interlobar incision at the lower border, which is more evident in the clupeid than in the engraulids, but absent in the pristigasterids. A morphological difference is found among Clupeomorpha in the third hypural, corresponding to the presence or not of a notch in its lower border. This interlobar notch is not found in Pristigasteroidea and is less evident in anchovies, suggesting a relationship between Engrauloidea and Pristigasteroidea (Grande 1985).

This incision in the third hypural also separates the upper lobe from the lower caudal fin, where the median rays articulate with the hypural (Grande 1985). The presence of this notch is noticeable in Engraulidae and Clupeidae, in which an extension of the end of the median rays on the hypurals is also observed. This would be the point of insertion of these rays, where they would articulate with the muscles and the hypurals. With this incision, the median rays extend over the hypurals, allowing articulation and support from hypurals 2 and 3. This may explain the greater development of the extremity of the median rays of the caudal in the species of the families Engraulidae and Clupeidae.

Schultze and Arratia (1989) suggest that the base of the median caudal rays extends over the hypurals in the Clupeiformes because the movement of the upper and lower rays of this fin is independent of the caudal skeleton.

As for the distribution of the rays in the caudal, there is little variation in their position in relation to the hypurals. Therefore, this characteristic does not allow a precise differentiation between the families, except for the morphology of the median rays, as mentioned previously. The number of rays recorded for the species analyzed corroborates studies of the osteology of *Harregula jaguana* (Houde et al. 1974), *O. oglinum* (Richards 1974) and the redescription of *Anchoviella vaillanti* (Loeb and Figueiredo 2014), in which the rays are distributed in lower and upper lobes, with records of the same quantity, 19 principal rays, for *H. jaguana* (Houde et al. 1974), Lile (Schultze and Arratia 1989); *Sardinella aurita* and *Brevoortia pantronus* (Ditty et al. 1994) and *Engraulis japonicus* (Balart 1995).

These are distributed as follows: rays 1-2 are in the parhypural, 3-7 in hypural 1 and in individuals with more than 15 mm the 8th ray can also be supported in hypural 1. Rays 8-9 are in hypural 2, rays 10-14 in hypural 3, 15-16 in hypural 4, 17-18 in hypural

5 and ray 19 in hypural 6. In general, this distribution resembles how the rays are positioned in the hypurals of the Clupeiformes studied here.

According to Dunn (1983), the homocerca caudal fin, found in the Clupeiformes, has a conservative structure whose principal rays are distributed in the superior and inferior region of the fin. Among the various groups of teleosts, a detailed analysis of the distribution of the principal rays can result in a useful taxonomic characterization. This distribution can vary between genus (cottids) or even species (hexagrammids), and is a characteristic that can also differentiate the Perciformes, Pleuronectiformes and Clupeiformes orders. In the case of the Clupeiformes, the distribution of the principal rays can differentiate their individuals from those of other orders, but it was evident that this is not a taxonomic characteristic useful for distinguishing the families, genus or species of this order.

The specialized neural process morphology of the Clupeiformes is an element that allows differentiating the three families. The species of Pristigasteridae have a smaller specialized neural process compared to the other species of the order analyzed, while it has an intermediate size in the clupeids and larger in the engraulids, whose species have the largest and most elongated neural plate in the order.

For Hollister (1936), the size of the specialized neural process associated with other characteristics distinguishes Engraulidae from Clupeidae, and in the first, the neural plate extends dorsally beyond the inferior base of the anterior epural, while in the latter it is shorter, reaching only the lowest extremity of the anterior epural.

Regarding the epurals, their number can initially help to separate and differentiate between the species of the three families of Clupeiformes studied, considering that Pristigasteridae and Clupeidae have 3 epurals, except for *L. piquitinga* which has two, and 2 epurals in Engraulidae, all without bifurcation at the upper or lower extremity of

the epural. Houde et al. (1974) reported the presence of 2 epurals for individuals of *H. jaguana* with 18 mm and 3 for individuals with 19.3 mm, whose variation was also observed for individuals of *O. oglinum* by Richards (1974).

For the *Lile* genus, Castro-Aguirre et al. (2003) registered a variation of 2-3 epurals in *L. nigrofasciata*, *L. estolifera*, *L. grascilis*, while according to Dunn (1983), Balart (1985) and Matsuoka (1998) the fusion of epurals in Clupeiformes is common. This variation may explain the presence of 2 epurals in *L. piquitinga*, while *H. clupeola* and *O. oglinum* have 3 epurals.

In general, some structures analyzed here are already present in larvae or at least begin their development in the final stage of pre-flexion and the beginning of notochord flexion. This is the case of the hipurals and the caudal rays, which are the first structures to appear in the caudal fish complex, although they are better visualized and analyzed in the post-flexion stage, especially with respect to their morphology (Houde et al. 1974, Richards et al. 1974, Balart 1995, Silva et al. 2010).

The systematic understanding and interpretation of the different elements that make up the caudal skeleton, and their transformations, variations and fusions depend on investigations of the origin and formation of these structures, including the initial development stages (Arratia 2010). Thus, ontogenetic transformations, and losses and fusions of bone elements, provide valuable information about the origin and possible homologies of various bones. In addition to helping to answer osteological questions, they provide another set of characteristics that can be used to identify fish larvae (Fritzsche and Johnson 1980).

We therefore conclude that analysis of the structures of the caudal fin can contribute to studies of taxonomy and ontogeny of Clupeiform larvae, especially by considering the characteristics related to the hypurals, epurals and median rays.

However, further studies are needed involving morphological and meristic features related to the axial skeleton of the species, which combined with the information presented here may contribute to identification of larvae and juveniles of Clupeiformes found on the northeast coast of Brazil and in other areas.

Acknowledgments

The authors are grateful to the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) and to Programa de Formação Doutoral Docente (PRODOUTORAL/IFPE) for the graduate scholarship provided to Anailza C. G. Silva. “This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001”.

References

- ARRATIA G. 2010. The Clupeocephala re-visited analysis of characters and homologies. *Rev Biol Mar Oceanogr* 45: 635-657.
- BALART EF. 1995. Development of the vertebral column fins and fin supports in the Japanese anchovy, *Engraulis japonicus* (Clupeiformes: Engraulidae). *B Mar Sci* 56 (2): 495-522.
- BEMVENUTI MA. 2005. Osteologia comparada entre as espécies de peixes-rei *Odontesthes* Evermann & Kendall (Osteichthyes, Atherinopsidae) do sistema lagunar Patos-Mirim, no extremo sul do Brasil. *Rev Bras Zool* 22 (2): 293-305.
- BONECKER ACT, NAMIKI CAP, CASTRO MS AND CAMPOS PN. 2014. Ordem Clupeiformes. In: CATALOGO DOS ESTÁGIOS INICIAIS DE DESENVOLVIMENTO DOS PEIXES DA BACIA DE CAMPOS. Curitiba: SBZ, p. 31-33.
- CAMPELLO FD AND BEMVENUTI MA. 2002. Diferenciação morfométrica e osteológica entre *Ramnogaster arcuata* (Jenyns) e *Platanichthys platana* (Regan) (Teleostei, Clupeidae). *Rev Bras Zool* 19 (3): 757-766.
- CARPENTER, K.E. 2002. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 2: Bony fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication, n. 5. Roma: FAO, p. 601-1374.
- CASTRO-AGUIRRE JL, RUIZ-CAMPOS G AND BALART EF. 2002. A new species of the genus *Lile* (Clupeiformes: Clupeidae) of the eastern tropical Pacific. *Bull Southern California Acad Sci* 101(1):1-12.
- DINGERKUS G AND UHLER LD. 1977. Enzyme clearing of alcian blue stained

whole small vertebrates for demonstration of cartilage. *Stain Technol* 52: 229-232.

DITTY JG, HOUDE ED AND SHAW RF. 1994. Egg and larval development of spanish sardine, *Sardinella aurita* (Family Clupeidae), with a synopsis of characters to identify clupeid larvae from the northern Gulf of Mexico. *B Mar Sci* 54 (2): 367-380.

DUNN JR. 1983. The Utility of Developmental Osteology in Taxonomic and Systematic Studies of Teleost Larvae: A Review. NOAA tech rep NMFS 450: 1-19.

FAO. 2018. The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals. Rome: FAO, 227 p.

FIGUEIREDO JL AND MENEZES NA. 1978. Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil II. São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 110p.

FRITZSCHE RA AND JOHNSON GD. 1980. Early osteological development of white perch and striped bass with emphasis on identification of their larvae. *T Am Fish Soc* 109: 387-406.

FROESE R AND PAULY D. 2018. FishBase. World Wide Web electronic publication. <www.fishbase.org>, version (06/2018).

GISLASON H, POPE JG, RICE JC AND DAAN N. 2008. Coexistence in North Sea fish communities: implications for growth and natural mortality. *ICES J Mar Sci*, 65: 514–530.

GOSLINE WA. 1961. Some osteological features of modern lower teleostean fishes. *Smithson Misc Collect* 142 (3): 1-42.

GRANDE L. 1985. Recent and fossil clupeomorph fishes with materials for revision of the subgroups of clupeoids. *B Am Mus Nat Hist* 181: 231–372.

GREENWOOD PH, ROSEN DE, WEITZMAN SH AND MYERS GS. 1966. Phyletic studies of teleostean fishes, with a provisional classification of living forms. *B Am Mus Nat Hist* 131: 339-456.

HILDEBRAND, S. F. 1963. Family Engraulidae in Fishes of the western North Atlantic. Mem Sears Fdn mar Res 1(3):152-249.

HOLLISTER G. 1936. Caudal skeleton of Bermuda shallow water fishes. I. Order Isospondyli: Elopidae, Megalopidae, Albulidae, Clupeidae, Dussumieriidae, Engraulidae. Zoologica (N. Y.) 21: 257-290.

HOUDE ED, RICHARDS WJ AND SAKSENA VP. 1974. Description of eggs and larvae of scaled sardine, *Harengula jaguana*. Fish B-NOAA 72 (4): 1106–1122.

KENDALL AWJR, AHLSTROM EH, MOSER HG. 1984. Early life history stages of fishes and their characters. In: MOSER HG ET AL. (Eds), Ontogeny and Systematics of fishes, United States: American Society of Ichthyologists and Herpetologists, p. 11-22.

KOUMOUNDOUROS G, DIVANACH P AND KENTOURI M. 1999. Osteological development of the vertebral column and of the caudal complex in *Dentex dentex*. J Fish Biol 54: 424–436.

LAUDER GV AND LIEM KF. 1983. The Evolution and interrelationships of the actinopterygian fishes. Bull Mus Comp Zool 150: 1982-1985.

LOEB MV AND FIGUEIREDO JL. 2014. Redescription of the freshwater anchovy *Anchoviella vaillanti* (Steindachner, 1908) (Clupeiformes: Engraulidae) with notes on the distribution of estuarine congeners in the Rio São Francisco basin, Brazil. Arq Zool 45: 33-40.

MATSUOKA M. 1997. Osteological development in the Japanese sardine, *Sardinops melanostictus*. Ichthyol Res 44 (3): 275-295.

MENEZES NA, BUCKUP PA, FIGUEIREDO JL AND MOURA RL. 2003. Catálogo das Espécies de Peixes Marinhos do Brasil. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 160p.

NAKATANI K, AGOSTINHO AA, BAUMGARTNER G, BIALETZKI A, SANCHES

PV, MAKRAKIS MC AND PAVANELLI CS. 2001. Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação. Maringá: Eduem, 378p.

NELSON GJ. 1983. *Anchoa argentivittata*, with notes on other eastern Pacific anchovies and the Indo-Pacific genus *Encrasicholina*. Copeia 1: 48-54.

NELSON, JS, GRANDE TC AND WILSON, MVH 2016. Fishes of the world. New Jersey: John Wiley & Sons, 752p.

RICHARDS WJ, MILLER RV AND HOUDE ED. 1974. Egg and larval development of the Atlantic thread herring, *Opisthonema oglinum*. Fish Bull 72(4):1123-1136.

RUBIO-RODRÍGUEZ U, GONZÁLEZ-ACOSTA AF AND VILLALOBOS H. 2016. Comparative anatomy of the caudal skeleton of lantern fishes of the genus *Triphoturus* Fraser-Brunner, 1949 (Teleostei: Myctophidae). Rev Biol Mar Oceanogr 51 (3): 713-718.

SCHULTZE HP AND ARRATIA G. 1989. The composition of the caudal skeleton of teleosts (Actinopterygii: Osteichthyes). Zool J Linn Soc-Lond 97: 189-231.

SCHULTZE HP AND ARRATIA G. 2013. The caudal skeleton of basal teleosts, its conventions, and some of its major evolutionary novelties in a temporal dimension. In: ARRATIA G ET AL. (Eds), Mesozoic fishes 5 – Global diversity and evolution, München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil, p. 187-246.

SILVA ACG, SEVERI W AND CASTRO MF. 2010. Morphological development of *Anchoiella vaillanti* (Steindachner, 1908) (Clupeiformes: Engraulidae) larvae and early juveniles. Neotrop Ichthyol 18 (4): 805-812.

SILVA MA AND ARAÚJO FG. 2000. Distribution and Relative Abundance of Anchovies (Clupeiformes-Engraulidae) in the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. Braz arch biol.technol 43(4), <https://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132000000400005>.

WEITZMAN SH 1962. The osteology of *Brycon meeki*, a generalized characid fish,

with an osteological definition of the family. Stanford Ichth Bull 8: 1–77.

WHITEHEAD, PJP. 1985. FAO species catalogue. Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolf-herrings. Part 1 - Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae. Rome: FAO Fish Synop, 125 (7), 303 p.

WHITEHEAD, PJP, NELSON GJ AND WONGRATANA T. 1988 FAO species catalogue. Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolf-herrings. Part 2. Engraulididae. Rome: FAO Fish.Synop, 125 (7), p. 305- 579.

5- Artigo científico II a ser submetido à Revista Scientia Marina.**Caracterização osteológica de peixes Clupeiformes jovens com ocorrência em ambientes costeiros do litoral de Pernambuco**ANAILZA CRISTINA GALDINO DA SILVA^{1,2} e WILLIAM SEVERI¹¹ Programa de Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura/UFRPE, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife, PE, Brasil² Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Pernambuco/Campus Caruaru, Estrada do Alto do Moura, KM 3,8, s/n, Distrito Industrial III, 55040-120, Caruaru, PE, Brasil

Resumo

A ordem Clupeiformes inclui um grupo de peixes predominantemente marinhos, pelágicos e costeiros, distribuídos ao longo da costa nordeste do Brasil, com representantes das famílias Pristigasteridae, Engraulidae e Clupeidae. É evidente a dificuldade de identificação de larvas desta ordem, embora caracteres osteológicos como, número de vértebras, estrutura, posição e sequência de desenvolvimento das nadadeiras sejam usadas para identificação. O objetivo deste trabalho foi apresentar caracteres osteológicos que possam auxiliar na identificação de Clupeiformes em suas fases iniciais de desenvolvimento. Para a família Engraulidae, o menor número de vértebras (38) diferenciou *Anchoa filifera*, e o maior número (≥ 42) *Anchoviella lepidentostole* e *Lycengraulis grossidens*. O número de vértebras pré-anal separa *Anchoa lyolepis* (≥ 20) de *A. januaria* (≤ 20). O maior número de supraneurais (14) foi registrado para *Anchoa clupeoides*. O número de vértebras pré-dorsal e anal e pós-dorsal diferenciam completamente as espécies da família Pristigasteridae. O total de vértebras pré-anal e pós-dorsal distinguem os clupeídeos. Para os Engraulidae, estes caracteres não permitem diferenciar espécies, apenas *A. filifera* das demais e de um grupo de espécies com até 14 vértebras pré-dorsal, incluindo *A. januaria*, *A. lyolepis*, *A. filifera* e *Anchoa clupeoides*. Esses caracteres auxiliam a descrição da ontogenia desses Clupeiformes e a identificação de larvas de Clupeiformes coletadas em ambiente costeiros do Oceano Atlântico Ocidental e contribuem para o melhor conhecimento da ecologia de peixes desta ordem.

Abstract

The order Clupeiformes includes a group of predominantly marine, pelagic and coastal fish distributed along the northeastern coast of Brazil, with representatives of the families Pristigasteridae, Engraulidae and Clupeidae. The difficulty in identifying larvae of this order is evident, however osteological characters such as number of vertebrae, structure, position and sequence of development of fins are used to identification. The aim of this paper was to present osteological characters that may help in the identification of Clupeiformes early stages of development. For the Engraulidae the smallest number of vertebrae (38) differentiates *Anchoa filifera*, and the largest number (≥ 42) *Anchoviella lepidentostole* and *Lycengraulis grossidens*. The number of pre-anal vertebrae separates *Anchoas lyolepis* (≥ 20) from *A. januaria* (≤ 20). The highest number of supraneurals (14) was recorded for *Anchovia clupeoides*. The number of pre-dorsal, pre-anal and post-dorsal vertebrae completely differentiate species within the Pristigasteridae family. The total number of pre-anal and post-dorsal vertebrae distinguish clupeids. For Engraulidae these traits do not allow species to be differentiated, only *A. filifera* from the others and from a group of species with up to 14 pre-dorsal vertebrae, including *A. januaria*, *A. lyolepis*, *A. filifera* and *Anchovia clupeoides*. These characters will help describing the ontogeny of these Clupeiformes and the identification of Clupeiform larvae collected in coastal environments of Western Atlantic, and contribute to a better knowledge of fish ecology of this order.

Introdução

A ordem Clupeiformes constitui um grupo com peixes muito semelhantes (WHITEHEAD, 1985), e compreende 405 espécies, 92 gêneros e cinco famílias (NELSON, 2016). Destas, três possuem espécies distribuídas ao longo da costa nordeste do Brasil: Pristigasteridae, Engraulidae e Clupeidae (MENEZES et al., 2003).

Pode ser considerado um grupo predominantemente de peixes marinhos, pelágicos e costeiros que formam cardumes e alimentam-se de plâncton (PAIVA e PEREIRA, 2003), mas possui diversas espécies representantes em água doce (GREENWOOD et al., 1966). Muitas delas destacam-se como espécies forrageiras para grandes peixes carnívoros, aves e outros organismos que dependem do ambiente aquático (CARVALHO et al., 2018), representando um dos elos mais importantes da cadeia trófica nos ambientes em que ocorrem (COTO et al., 1987).

Determinadas espécies possuem valor comercial para pesca e, em algumas regiões, a economia local é altamente dependente da captura de uma única espécie (WHITEHEAD, 1985; LAVOUE et al., 2007; NELSON et al., 2016). Além disso, a pesca artesanal dessas espécies constitui uma fonte de alimento abundante e barato para populações locais (FIGUEIREDO E MENEZES, 1978, PINHEIRO et al., 1994).

Como recurso pesqueiro, na região Nordeste do Brasil, tem-se registrado a captura de *Anchovia clupeioides*, *Anchoviella lepidentostole*, *Cetengraulis edentulus* e *Opisthonema oglinum* (BARBOSA et al., 2007; CAVALCANTI FILHO et al., 2009; SÁ et al., 2012). Nas regiões Sul e Sudeste, as espécies mais exploradas são *A. lepidentostole*, *C. edentulus*, *O. oglinum* e *Sardinella brasiliensis* (CAMARA et al., 2001; SILVA et al., 2003; SOUZA-CONCEIÇÃO et al., 2005; JABLONSKI et al., 2006; BARBIERI et al., 2007; CERGOLA e DIAS NETO, 2011; MENDONÇA e SOBRINHO, 2013; SILVA e FLORES, 2016).

Em geral, as sardinhas das famílias Clupeidae e Pristigasteridae são facilmente reconhecidas pela sua quilha de escudos ao longo da região ventral, boca pequena e muitas vezes com poucos dentes e cor prateada. Similarmente, as manjubas e/ou anchovas (Engraulidae) são distinguidas pela projeção do focinho, boca larga e mandíbula inferior (WHITEHEAD, 1985).

A taxonomia dessas espécies se baseia em caracteres morfológicos diferenciados muito sutilmente, o que frequentemente gera confusão na identificação. Como a identificação de peixes é baseada fundamentalmente nos caracteres de adultos e muitos deles são inconspícuos na fase larval (YÁÑEZ-ARANCIBIA, 1977), faz-se necessária a descoberta e validação de caracteres que permitam a identificação de larvas e juvenis iniciais (HOFSTAETTER et al., 2004).

Larvas de peixes são identificadas com base em caracteres morfológicos, merísticos e morfométricos (HOFSTAETTER et al., 2004). No entanto, existe dificuldade de identificar larvas pertencentes à ordem Clupeiformes ao nível específico, devido à falta de chaves de identificação, escassez de informações acerca do desenvolvimento inicial e grande similaridade morfológica dentre espécies congêneres.

Alguns estudos destacam a dificuldade taxonômica de identificação de larvas de Engraulidae em fases iniciais de desenvolvimento e relatam a impossibilidade de identificação ao nível de espécie (RAMIREZ et al., 1989; HOFSTAETTER et al., 2002; SILVA e SEVERI, 2010). Outros descrevem a ontogenia de clupeídeos e pristigasterídeos a fim de diferenciar congêneres que ocorrem na mesma área (DITTY et

al., 1974; HOUDE et al., 1974; MATSUURA, 1974,1975; RICHARDS et al., 1974 e TOLAN E NEWSTEAD, 2004).

A morfologia óssea acrescentada aos caracteres morfológicos discriminam melhor os grupos, sobretudo para os que apresentam sobreposição dos caracteres merísticos (CAMPELLO E BEMVENUTI, 2001). Estruturas ósseas e cartilaginosas auxiliam na taxonomia de larvas. Caracteres osteológicos como, número de vértebras, estrutura, posição e sequência de desenvolvimento das nadadeiras são usados para identificação de larvas (DUNN, 1983), sobretudo para aqueles grupos cuja fase inicial de desenvolvimento das espécies é muito semelhante.

Desta forma, este trabalho apresenta informações referentes aos caracteres osteológicos do esqueleto axial de algumas espécies de Clupeiformes que ocorrem ao longo da costa do nordeste do Brasil, para as quais informações sobre o desenvolvimento inicial são limitados.

Material e Métodos

Foram diafanizadas larvas de Engraulidae e Clupeidae a fim de evidenciar a partir de qual estágio surgem as estruturas analisadas nos indivíduos jovens. O material utilizado foi obtido pelo projeto: “Conectividade entre ambientes costeiros de Maracáipe, litoral sul de Pernambuco, através do estudo da estrutura da assembleia de larvas e jovens de peixes” (ARAÚJO, 2017). A área de coleta das amostras corresponde à região de Maracáipe, localizada no litoral Sul de Pernambuco (08°31'00" a 08°33'11"S e 34°59'30" e 35°01'12"W). As coletas ocorreram mensalmente, entre novembro de 2011 e outubro de 2013, nos períodos vazante-noturno e vazante-diurno; no período da lua nova, que corresponde a maré de sizígia. Foram realizados arrastos horizontais de superfície, com rede de plâncton com malha de 500 µm e dimensões de 0,3 m de diâmetro na boca e 2 m de comprimento. Também foi utilizado um atrator luminoso circular composto por dois aros com diâmetro de 2 m, interligados por rede multifilamento com malha de 5 mm entrenós, com altura de 1 m, sendo a parte inferior do aro fechada com uma malha de 5 mm entre nós e a parte superior aberta. Todo o material coletado foi fixado em solução de formol a 5%, neutralizada com CaCO₃, e devidamente acondicionado em potes de 500 mL.

Em laboratório, as amostras foram triadas com auxílio de um estereomicroscópio e o material encontra-se conservado em álcool 70%, acondicionado em frascos de vidro de 10 mL, depositadas no Laboratório de Ictiologia/UFRPE. As larvas foram

classificadas com base no grau de flexão da notocorda e o desenvolvimento da nadadeira caudal e seus elementos de suporte em larvas [pré-flexão (PF), flexão (FL) e pós-flexão (PO)] e juvenil (JV) (KENDALL et al., 1984).

Para caracterização do esqueleto axial dos indivíduos jovens foram utilizados espécimes capturados pela pesca artesanal na zona de arrebentação da praia de Jaguaribe (07°43'08" e 07°45'32" S, 034°50'14" e 034°51'05" O), localizada ao norte da Ilha de Itamaracá, litoral norte do estado de Pernambuco, nordeste do Brasil. A identificação taxonômica das espécies foi baseada em Figueiredo e Menezes (1978), Whitehead (1985), Whitehead et al. (1988) e Carpenter (2002).

Os indivíduos analisados pertencem à coleção do Laboratório de Ictiologia do Departamento de Pesca e Aquicultura, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, incluindo as seguintes famílias e espécies: Clupeidae - *Lile piquitinga* (Schreiner & Miranda Ribeiro 1903); *Harengula clupeola* (Cuvier 1829) e *Opisthonema oglinum* (Lesueur 1818); Engraulidae - *Anchoa januaria* (Steindachner 1879), *A. lyolepis* (Evermann & Marsh 1900), *A. filifera* (Fowler 1915), *A. tricolor* (Spix & Agassiz 1829), *Anchoiella lepidentostole* (Fowler 1911); *Lycengraulis grossidens* (Spix & Agassiz 1829) e *Anchovia clupeoides* (Swainson 1839); e Pristigasteridae - *Chirocentron bleekermanus* (Poey 1867) e *Pellona harroweri* (Fowler 1917). Os exemplares utilizados foram diafanizados (DINGERKUS e UHLER, 1977) para a caracterização da estrutura das nadadeiras caudal, dorsal e anal, sua posição de inserção em relação à coluna vertebral, formação dos pterigióforos, supraneurais e vértebras totais, pré-dorsal, pós-dorsal, pré-anal e pós-anal e estão armazenados em glicerina e tombados na coleção do referido laboratório, com os números LIUFRPE P0209 a LIUFRPE P0221.

As seguintes estruturas do esqueleto axial foram avaliadas: número de supraneurais, vértebras totais, pré-dorsal, pós-dorsal, pré-anal e pós-anal e complexo estrutural composto pela nadadeira caudal. Através do teste de Tukey, foram comparados os valores médios das estruturas analisadas, para verificar se houve diferença significativa entre as mesmas, utilizando o programa Statistica 8.0 (Statsoft, 2008). Os indivíduos foram analisados sob estereomicroscópio e fotografados com auxílio de uma câmera digital Canon Powershot A620, tendo a terminologia osteológica utilizada sendo baseada em Weitzman (1962) e Grande (1985).

Para classificação da fase de vida dos indivíduos analisados foram utilizados como parametro os valores de primeira maturação das espécies (L_{mat}), de acordo com

pesquisa na literatura e para aquelas que não haviam registro foi utilizado o modelo proposto por Gislason et al. (2008): $L_{mat} = q \cdot (L_{\infty})^s$, onde o L_{mat} corresponde ao tamanho de primeira maturação, q e s são valores constantes (0,64 e 0,95, respectivamente), e L_{∞} foi substituído pelo L_{max} obtidos através do FishBase (Froese e Pauly, 2019).

Resultados

Foram diafanizados 127 indivíduos (classificados em juvenis ou adultos - Tabela 1) com comprimento padrão (CP) variando entre 18,16 – 150,34 mm (Tabela 2). Larvas da família Clupeidae (CP 3,6 – 17,00 mm) e família Engraulidae (CP 2,4 – 20 mm) foram clareados para evidenciar o momento do surgimento das estruturas durante a fase larval e juvenil inicial.

Tabela 1. Tamanho de primeira maturação (L_{mat}) dos Clupeiformes analisados. CLUPE (Clupeidae), ENGR (Engraulidae), PRIST (Pristigasteridae).

Família	Espécie	L_{mat} (mm)	Fonte
CLUPE	<i>Lile piquitinga</i>	84	GISLASON et al. (2008)
	<i>Harengula clupeola</i>	95	GARCIA-CAGIDE (1994) ALVES E
	<i>Opisthonema oglinum</i>	115	SAWAGA(1975)
	<i>Anchoa januaria</i>	65	ESPER (1982)
	<i>Anchoa lyolepis</i>	68	GISLASON et al. (2008)
ENGR	<i>Anchoa filifera</i>	68	GISLASON et al. (2008)
	<i>Anchoa tricolor</i>	76	SILVA JÚNIOR (2013)
	<i>Anchoviella lepidentostole</i>	94	GIAMAS et al. (1985)
	<i>Lycengraulis grossidens</i>	128	GISLASON et al. (2008)
PRIST	<i>Anchovia clupeoides</i>	162	GISLASON et al. (2008)
	<i>Chirocentrodon bleekermanus</i>	76	CORRÊA (2005)
	<i>Pellona harroweri</i>	70	SILVA JÚNIOR (2013)

Em indivíduos diafanizados da família Clupeidae, na fase larval, observou-se em estágio de pré-flexão, que os primeiros raios ainda cartilagosos na nadadeira caudal surgem com 5 mm e os hipurais e parahipurais cartilagosos estão presentes com a flexão da notocorda (6 mm) quando já se nota a presença dos primeiros pterigióforos da nadadeira dorsal. Em flexão, aos 7,8 mm, esta nadadeira apresenta seus primeiros raios.

Aos 9,2 mm (pós-flexão), as primeiras vértebras e os hipurais, parahipurais e os raios da nadadeira caudal começam a ossificar, sendo possível observar a presença dos epurais no complexo caudal. Com 10 mm, os raios da nadadeira caudal já estão

presentes em número definitivo de dez no lóbulo superior e nove no inferior. Uma pequena projeção dos seus raios medianos é visível a partir dos 11,4 mm. A diferença morfológica da placa neural é visível apenas na fase juvenil inicial, bem como a presença dos supraneurais (16 mm). Aos 17 mm, é possível observar o entalhe no terceiro hipural, a diferenciação na placa neural e a projeção dos raios medianos.

Em larvas de Engraulidae no início da flexão da notocorda (5 mm), surgem os hipurais e o parahipural e começam a surgir os raios da nadadeira caudal. Aos 6,4 mm observam-se pterigióforos na nadadeira dorsal e anal, com a presença de raios. As vértebras começam a surgir ainda cartilaginosa aos 8,4 mm, os epurais estão presentes aos 9,6 mm e os supraneurais estão visíveis aos 16 mm.

Analisando os juvenis e adultos, por espécie, aquelas que apresentam o maior número de vértebras totais são *O. oglinum* (46-47) e *C. bleekermanus* (45), e as de menor número *P. harroweri* e *A. filifera*, ambas com 38. Todas as espécies de Engraulidae apresentam sobreposição do número total de vértebras entre elas, com uma variação máxima de uma a duas vértebras, com exceção de *A. filifera*, que inclusive apresenta o menor número dentre os engraulídeos analisados (Tabela 2).

Tabela 2. Número de indivíduos de Clupeiformes (diafanizados) analisados por espécie (N) e respectivo comprimento padrão (CP), número de supraneurais (SUPRA) e número total de vértebras (VT). Famílias: PRIST (Pristigasteridae), ENGRAU (Engraulidae), CLUP (Clupeidae).

	Espécie	N	CP (mm)	SUPRA	VT
PRIST	<i>C. bleekermanus</i>	10 (J/A)	47.23-80.34	21-22	44-45
	<i>P. harroweri</i>	11 (J)	27.29-46.00	7-8	38
ENGRAU	<i>A. filifera</i>	10 (J/A)	54.37-67.56	8-9	38
	<i>A. januaria</i>	13 (J)	42.95-59.86	9-10	39-40
	<i>A. lyolepis</i>	7 (J)	30.27-46.12	8-9	40-41
	<i>A. tricolor</i>	11 (J/A)	37.63-74.02	9-11	40-42
	<i>A. clupeoides</i>	10 (J)	45.54-108.47	14-15	41-42
	<i>A. lepidentostole</i>	10 (J)	30.57-46.27	10-12	42-43
	<i>L. grossidens</i>	11 (J)	41.76-73.73	10-12	42-43
CLUP	<i>H. clupeola</i>	10 (J)	32.62-48.83	7	40-41
	<i>L. piquitinga</i>	14 (J)	18.16-70.19	8-9	38-40
	<i>O. oglinum</i>	10 (J/A)	58.55-150.34	8	46-47
	Total	127	18.16-150.34	7-22	38-47

Opisthonema oglinum apresenta o maior número de vértebras pré-anal (30) e *P. harroweri* (14) o menor. Para as espécies da família Engraulidae, é observada sobreposição no número de vértebras pré-anal (17-21), embora este caractere diferencie os Pristigasteridae dos Clupeidae (Tabela 3). O número de vértebras pós-anal é menor em *H. clupeola* (14) e maior para *C. bleekermanus* (24-25) e *A. clupeoides* (23-25). Esta característica permite diferenciar *H. clupeola* e *A. filifera* das demais espécies de suas respectivas famílias. Ainda, sobre esta última espécie, o número de vértebras pré e pós-anal foi igual (19).

As espécies do gênero *Anchoa*, possuem até 21 vértebras pós-anal, com exceção de *A. tricolor* (20-23), enquanto os demais gêneros da família Engraulidae apresentam o número de vértebras pós-anal igual ou maior que 22.

Tabela 3. Número de vértebras pré e pós-anal (VPRA e VPOA), número de vértebras pré e pós-dorsal (VPRD e VPOD), posição de inserção inicial das nadadeiras dorsal (INI D) e da nadadeira anal (INI A) em relação às vértebras da coluna vertebral das espécies de Clupeiformes analisadas.

	Espécie	VPRA	VPOA	VPRD	VPOD	INI D	INI A
PRIST	<i>C. bleekermanus</i>	20	24-25	20-21	24-25	21-22	21
	<i>P. harroweri</i>	14	24	6	32	7	15
ENGRAU	<i>A. filifera</i>	19	19	12	26	13	20
	<i>A. januaria</i>	18-19	20-21	13-14	25-27	14-15	19-20
	<i>A. lyolepis</i>	20	20-21	13-14	26-28	14-15	21
	<i>A. tricolor</i>	19-21	20-23	13-16	26-29	13-17	20-22
	<i>A. clupeoides</i>	17-18	23-25	13-14	27-28	14-15	18-19
	<i>A. lepidentostole</i>	19-20	23-24	15-16	26-28	16-17	20-21
	<i>L. grossidens</i>	19-20	22-23	15-17	25-27	16-18	20-21
CLUP	<i>H. clupeola</i>	26-27	14	6	34-35	7	27-28
	<i>L. piquitinga</i>	23-24	15-16	7-9	29-32	8-10	24-25
	<i>O. oglinum</i>	30	16-17	7-9	37-40	8-10	31

Supraneurais de *C. bleekermanus* (21-22) e *A. clupeoides* (14-15) apresentaram maior número, enquanto *H. clupeola* (7) e *P. harroweri* (7-8) o menor (Tabela 2). Com relação a este caractere, verificou-se que não há sobreposição entre os pristigasterídeos, e este ainda diferencia *H. clupeola* dos demais clupeídeos e *A. clupeoides* dos demais engraulídeos.

Nos pristigasterídeos, a inserção da nadadeira dorsal é mais posterior em *C.*

bleekerianus (21^a-22^a vértebra) e mais anterior em *P. harroweri* e *H. clupeola* (7^a). Esta característica ainda separa *H. clupeola* e *A. filifera* das demais espécies de suas respectivas famílias. A posição de inserção da nadadeira anal se sobrepõe entre os Engraulidae, o que não ocorre nos Pristigasteridae e Clupeidae analisados.

De acordo com Silva e Severi (no prelo), a nadadeira caudal e suas características osteológicas permitem diferenciar as famílias através das seguintes características: família Clupeidae - 3 epurais, placa neural de tamanho intermediário, extremidades dos raios medianos prolongadas em direção ao uróstilo, lóbulo interlobar inferior no terceiro hipural e ausência de fusão do centro ural 1 não fusionado ao centro preural 1. Engraulidae 2 epurais, placa neural bastante alongada, extremidades dos raios medianos prolongadas em direção ao uróstilo, lóbulo interlobar inferior no terceiro hipural e centro ural 1 fusionado ao centro preural 1. Pristigasteridae - 3 epurais, placa neural de tamanho reduzido, sem extremidades dos raios medianos não prolongadas em direção ao uróstilo, nem lóbulo interlobar inferior no terceiro hipural, e sem fusão do centro ural 1 ao centro preural 1.

O número de supraneurais, vértebras totais, pré nadadeira anal, pré e pós nadadeira dorsal, inserção inicial da nadadeira dorsal e anal diferenciam as espécies da família Pristigasteridae ($p=0,000120$). Clupeídeos diferenciam-se pela inserção inicial da nadadeira anal e número de vértebras pré nadadeira anal e pós-dorsal ($p=0,000120$). *Harengula clupeola* diferencia-se dos demais clupeídeos pelo menor número de supraneurais, vértebras pós nadadeira anal, pré-dorsal e inserção inicial desta ($p=0,000120$). O número de vértebras totais separa *O. oglinum* de *L. piquitinga* e *H. clupeola* ($p=0,000120$).

Através das informações osteológicas analisadas é possível diferenciar as espécies de Engraulidae da maneira a seguir:

I- Número total de vértebras menor ou igual a 38 ----- *Anchoa filifera*

I^o- Número total de vértebras maior que 38 -----II

II- Número de supraneurais maior ou igual a 14 ----- *Anchovia clupeoides*

II^o- Número de supraneurais menor que 14-----III* (exclui-se a partir daqui *Anchoa tricolor*)

III- Número de vértebras total maior ou igual a 42 e vértebras pré-dorsal maior ou igual a 15 (*Anchoviella lepidentostole*, *Lycengraulis grossidens*)

III'- Número de vértebras total menor que 42 e vértebras pré-dorsal menor que 15 -----

IV

IV- Número de vértebras pré-anal maior ou igual a 20 ----- *Anchoa lyolepis*

IV'- Número de vértebras pré-anal menor que 20 -----*Anchoa januaria*

*com dados do esqueleto axial não foi possível separar *Anchoa tricolor* das demais *Anchoa* nem de *A. lepidentostole* e *L. grossidens*.

Para as demais famílias, os caracteres separam as espécies da seguinte forma:

Clupeidae

I- Número de vértebras totais ≤ 40 ----- *Lile piquitinga*

I'- Número de vértebras totais > 40 ----- II

II- Número de vértebras pré-anal < 30 ----- *Harengula clupeola*

II'- Número de vértebras pré-anal ≥ 30 ----- *Ophistonema oglinum*

Pristigasteridae

I- Número de vértebras totais ≤ 38 ----- *Pellona harroweri*

I'- Número de vértebras totais > 38 ----- *Chirocentrodon bleekermanus*

Discussão

Muitas espécies de Clupeiformes, especialmente aquelas de águas tropicais e subtropicais onde a diversidade é maior, são difíceis de identificar. Caracteres diagnósticos para sua identificação são escassos e os padrões de coloração são de pouca ajuda. Algumas características externas auxiliam na diferenciação de gêneros de forma mais imediata, como por exemplo, número de raios da nadadeira pélvica, o formato dos dentes e da mandíbula. Porém, para a identificação da maioria das espécies é preciso contar os raios das nadadeiras, rastros branquiais e/ou realizar medidas de proporções corporais (WHITEHEAD et al., 1988).

Por sua vez, a identificação de larvas de Clupeiformes ao nível específico é complexa, devido às semelhanças morfológicas externas e dos padrões de pigmentação, a exemplo as larvas de Clupeiformes marinhos (DUNN, 1983). Para as espécies que ocorrem na região do Atlântico Central e Sul, trabalhos que descrevem a sequência de formação e desenvolvimento das estruturas esqueléticas desse grupo são escassas (DITTY et al., 2005). Suas larvas tem poucas especializações e são muito semelhantes,

com um corpo alongado, intestino longo e estriado e nadadeiras posicionadas posteriormente. Não apresentam padrões de pigmentação claramente diferenciados entre as espécies, mas exibem uma clara pigmentação associada ao longo do intestino (MCGOWAN e BERRY, 1984).

A morfologia, número e sequência de formação de estruturas ósseas e cartilaginosas tem sido empregada para elucidar imprecisões na identificação dos peixes, inclusive em sua fase larval (DUNN, 1983). Desta forma, ossos de suporte (pterigióforos), raios de nadadeiras, ossos do crânio e vértebras, são utilizados como caracteres que auxiliam na identificação taxonômica e caracterização ontogênicas das espécies. Em trabalhos com larvas é necessário conhecer as informações acerca das estruturas merísticas dos adultos, frequentemente ausentes na literatura (DUNN, 1983).

O número de vértebras é um pré-requisito para realizar comparações taxonômicas, sendo fundamental conhecer as variações intra e interespecífica daquelas espécies que pretende-se estudar (BORGES et al., 2000). O número total de vértebras, quando conhecido, sugere um número previsível de miômeros para a espécie na sua fase larval, sendo este o caractere mais utilizado para identificação de larvas (FUIMAN, 1982). Araújo-Lima e Donald (1988) e Borges et al. (2000) utilizaram esta ferramenta para diferenciar algumas espécies de Characiformes, com aplicação do seu uso em identificação de larvas do grupo.

Snyder (1979, 2016), Ahlstrom (1986) e Miller e Kendall (2009) afirmam que o número total de vértebras equivale ao número de miômeros. De acordo com Araújo-Lima e Donald (1988) e Borges et al. (2000), o número de vértebras presentes em juvenis e adultos não corresponde exatamente ao número de miômeros, mas que juntamente com outros caracteres morfológicos e morfométricos podem auxiliar na identificação de larvas. Powles e Markle (1983) sugerem que o número de miômeros, associado a outros caracteres, como pigmentação, forma do corpo e padrões de desenvolvimento das nadadeiras auxiliam na identificação de larvas ao nível específico.

Com relação aos pristigasterídeos, o número de supraneurais e vértebras totais separam as duas espécies analisadas. *Chirocentrodon blekeerianus* destaca-se pelo seu elevado número de supraneurais (21-22), conseqüentemente essa característica resulta na inserção inicial da nadadeira dorsal ser mais posterior e apresentar um maior número de vértebras pré-dorsal.

Os supraneurais são estruturas que se inserem nos espaços interneurais e seu número e disposição em alguns grupos são de grande valor taxonômico (DUNN, 1983).

Castro-Aguirre et al. (2002) descreveram e diferenciaram uma nova espécie do gênero *Lile* tendo como um dos caracteres o número, a morfologia e a posição de inserção dos supraneurais em *L. nigrofaciata*. *Harengula clupeola* e *P. harroweri* apresentaram o menor número de supraneurais, resultando na posição mais anterior de sua nadadeira dorsal e, conseqüentemente, um menor número de vértebras pré-dorsal, diferentemente do que foi citado anteriormente para *C. blekeerianus*.

Diversos caracteres são importantes taxonomicamente, mas a contagem de vértebras e miômeros particularmente tem um maior valor (POWLES e MARKLE, 1983). *Opisthonema oglinum* destaca-se entre os Clupeiformes analisados pelo maior número de vértebras totais (46-47), o que a diferencia das demais espécies, corroborando com Richards et al. (1974) que registraram 44-47 vértebras totais para a espécie. *Anchoa filifera* apresentou o menor número de vértebras totais (38), quantitativo registrado também por Whitehead et al. (1988) e Hildebrand (1964).

Na família Engraulidae, observou-se muita sobreposição entre os caracteres analisados, o que dificultou a separação entre as espécies. Utilizando apenas um caracter foi possível diferenciar *A. clupeoides* (com maior número de supraneurais) e *A. filifera* (com menor número de vértebras totais).

No caso específico das *Anchoa*, Whitehead (1985) já havia registrado que a taxonomia deste gênero não é suficientemente bem compreendida. Isto possivelmente decorre da grande sobreposição de caracteres osteológicos observados, impossibilitando a completa diferenciação das espécies congêneres dentre os engraulídeos.

Segundo Borges et al. (2000), uma vez que cada família ou espécie apresenta hábitos alimentares diversificados, o trato poderá ser alongado ou curto, delimitando a localização da abertura anal, o que determina o número de vértebras pré e pós-anal, fazendo com que seu número e a posição da nadadeira anal possa variar.

O número de vértebras pré-dorsal, pré-anal e pós-dorsal diferenciam completamente as espécies da família Pristigasteridae. O total de vértebras pré-anal e pós-dorsal distinguem os clupeídeos. Para os Engraulidae, estes caracteres não permitem diferenciar espécies, apenas *A. filifera* das demais e um grupo de espécies com até 14 vértebras pré-dorsal, incluindo *A. januaria*, *A. lyolepis*, *A. filifera* e *Anchoa clupeoides*.

O conhecimento osteológico das estruturas que formam as nadadeiras e o esqueleto axial de Clupeiformes, que ocorrem na costa Nordeste do Brasil, descrevem características que auxiliarão em trabalhos de identificação de larvas deste grupo.

Através de informações como número de vértebras e posição de inserção das nadadeiras juntamente com caracterização morfológica, é possível descrever a ontogenia desses Clupeiformes e identificar quais espécies são coletadas em ambientes natural costeiros na fase larval, deste modo contribuindo para o melhor conhecimento da ecologia de peixes desta ordem.

Referências

- ALVES, M. I. M.; SAWAYA, P. Sobre a reprodução da sardinha-bandeira, *Opisthonema oglinum* (Lê Sueur), na costa do Estado do Ceará (Brasil). Arquivos de Ciências do Mar, v.15, n.1, p.19-28, 1975.
- ARAÚJO, I. M. S. Conectividade entre ambientes costeiros de Maracaípe, litoral sul de Pernambuco, através do estudo da estrutura da assembleia de larvas e jovens de peixes. 2017. 113p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco.
- ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. E DONALD, E. 1988. Número de vértebras de Characiformes do rio Amazonas e seu uso na identificação de larvas do grupo. Acta Amazônica, 18(1-2): 351 - 358.
- BARBIERI, E.; MENDONÇA, J.T.; PAES, E.T. 2007. Ocorrência de espécies exóticas na comunidade do Jairé no rio Ribeira de Iguape. Estudos de Biologia, (67/69): 269-276.
- BARBOSA, J. M.; LIMA, H. C.; SILVA JÚNIOR, E. J.; MOTA, A. D. S.; MENDONÇA, I. T. L.; SILVA FILHO, E. J. Beneficiamento e comercialização do pescado na região de Itapissuma, Pernambuco. Revista Brasileira de Engenharia de Pesca, v. 1, n. 2, p. 44-55, 2007.
- BORGES, M. E. E.; NAKATANI, K.; BIALETZKI, A. FELIS, M. E. G. Diferenciação do número de vértebras de algumas espécies de Characiformes (Osteichthyes) da bacia do Rio Paraná, Brasil. Acta Scientiarum, v.22, n.2, p.539-544, 2000.
- CAMARA, JJC. CERGOLE, MC., CAMPOS, EC. and BARBIERI, G., 2001. Estrutura populacional, crescimento, mortalidade e taxa de exploração do estoque de manjuba *Anchoiella lepidentostole* (Pisces, Engraulidae) do rio Ribeira de Iguape, sudeste do Estado de São Paulo, Brasil, durante o período de 1993 a 1996. Boletim do Instituto de Pesca, vol. 27, no. 2, p. 219-230.
- CAMPELLO FD AND BEMVENUTI MA. 2002. Diferenciação morfométrica e osteológica entre *Ramnogaster arcuata* (Jenyns) e *Platanichthys platana* (Regan) (Teleostei, Clupeidae). Rev Bras Zool 19 (3): 757–766.
- CARPENTER, K.E. 2002. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 2: Bony fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication, no. 5. Roma: FAO. 601-1374p.
- CARVALHO, B. M.; FONTOURA, N. F.; SPACH, H.L. Growth of the Anchovy *Anchoa tricolor* in a Brazilian subtropical estuary. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 2018. P.1-10.
- CASTRO-AGUIRRE, J.L.; RUIZ-CAMPOS, GORGONIO; BALART, EDUARDO. A New species of the genus *Lile* (Clupeiformes: Clupeidae) of the eastern tropical Pacific. Bulletin Southern California Academy of Sciences, v.101, n. 1, p. 1-12, 2002.
- CAVALCANTI-FILHO, W. G.; LUCENA, P. E. U.; CARDOSO; F. R. S.; BRITO, C. S. F.; ALBUQUERQUE, W. F.; LEAL, S. H. B. S. SALES, L. T. Pesca, beneficiamento e comercialização da manjuba na região de Parnaíba-Piauí. Rev. Bras. Enga. Pesca 4(1), p. 134-143, 2009.
- CERGOLA, M. C; DIAS NETO, J. “Plano de Gestão para o Uso Sustentável da Sardinha-verdadeira do Brasil”. In: CERGOLA, M, C; DIAS NETO, J. (Orgs). Série Plano de Gestão dos Recursos Pesqueiros. Brasília: Ibama, 2011, 180 p.
- CORREA, C. E.; CHAVES, P. T.; GUIMARAES, P. R. B. Biology of *Chirocentrodon bleekermanus* (Poey, 1867) (Clupeiformes: Pristigasteridae) in a continental shelf region of southern Brazil. Brazilian Archives of Biology and Technology, v. 48, n. 3, p. 419-

427, 2005.

COTO, C. F.; LUNA, A. O.; CALVO, A. L.; GARCÍA, F. Z. 1988. Abundancia de algunas especies de Anchoas em la laguna de Términos (México), estimada a través de la captura de huevos. An. Inst. Ciênc. Del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 15 (1): 125-134.

DINGERKUS G AND UHLER LD. 1977. Enzyme clearing of alcian blue stained whole small vertebrates for demonstration of cartilage. Stain Technol 52: 229-232.

DITTY JG, HOUDE ED AND SHAW RF. 1994. Egg and larval development of spanish sardine, *Sardinella aurita* (Family Clupeidae), with a synopsis of characters to identify clupeid larvae from the northern Gulf of Mexico. B Mar Sci 54 (2): 367-380.

DUNN JR. 1983. The Utility of Developmental Osteology in Taxonomic and Systematic Studies of Teleost Larvae: A Review. NOAA tech rep NMFS 450: 1-19.

ESPER, M. L. Reproduction and growth of *Anchoa januaria* (Steindachner) in the Ponta Cruz region (Paranaguá Bay). Dunesia v. 13, p. 15-35, 1982.

FIGUEIREDO JL AND MENEZES NA. 1978. Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil II. São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 110p.

FRANCO, A C S, BROTTTO D S, ZEE D M W & SANTOS L. N. Long-term (2002-2011) changes on Cetengraulis edentulous. Clupeiformes: Engraulidae) fisheries in Guanabara Bay, Brazil.

FROESE R AND PAULY D. 2018. FishBase. World Wide Web electronic publication. <www.fishbase.org>, version (06/2018).

FUIMAN, L. A 1982. Correspondence of Myomeres and Vertebrae and Their Natural Variability during the First Year of Life in Yellow Perch Fifth Annual Larval Fish Conference La. Coop. Fish. Res. Unit, pp. 56-59.

FUIMAN, L. A. - 1984. Ostariophysi: Development and relationships. In: Moser, H. G. (ed.). Ontogeny and systematics of fishes. Special publication no 1, American Society of Ichthyologists and Herpetologists. p. 126 - 137.

GARCÍA-CAGIDE, A., R. CLARO; B.V. KOSHELEV, Reproducción. In R. Claro (ed.) Ecología de los peces marinos de Cuba. Instituto de Oceanología Academia de Ciencias de Cuba, Centro de Investigaciones de Quintana Roo, p. 187-262, 1994.

GIAMAS, M. T.; ALEXANDRINO, A.; ARANA, S.; VERMULM JUNIOR, H. Modificações histológicas das gônadas de manjuba *Anchoviella lepidentostole* (Fowler, 1911) (Osteichthyes, Engraulidae), durante o ciclo reprodutivo. Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, v. 27, n.1, p. 25-32, 1990.

GISLASON H, POPE JG, RICE JC AND DAAN N. 2008. Coexistence in North Sea fish communities: implications for growth and natural mortality. ICES J Mar Sci, 65: 514-530.

GRANDE L. 1985. Recent and fossil clupeomorph fishes with materials for revision of the subgroups of clupeoids. B Am Mus Nat Hist 181: 231-372.

GREENWOOD PH, ROSEN DE, WEITZMAN SH AND MYERS GS. 1966. Phyletic studies of teleostean fishes, with a provisional classification of living forms. B Am Mus Nat Hist 131: 339-456.

HILDEBRAND, S. F. 1963. Family Engraulidae. - In BIGELOW, H. B. Fishes of the Western North Atlantic. V. 1(3), p. 202-203.

HOFSTAETTER, M.; GODEFROID, S. R; SPACH, H. L. 2002. Ocorrência de larvas e juvenis de Anchoa parva e Anchoa tricolor (Engraulidae) das Baías de Guaraqueçaba e das Laranjeiras- Parana. Revista Uniandrade, v.3(2), p. 83-96.

HOFSTAETTER, M.; GODEFROID, S. R; SOBOLEWSKI, M.; SPACH, H. L. & SANTOS, C. Estágios iniciais do ciclo de vida de Anchoa tricolor (Agassiz, 1829) (Teleostei, Engraulidae). Revista Uniandrade, v.5, n.2, p. 81-94, 2004.

- HOUDE ED, RICHARDS WJ AND SAKSENA VP. 1974. Description of eggs and larvae of scaled sardine, *Harengula jaguana*. Fish B-NOAA 72 (4): 1106–1122.
- JABLONSKI, S.; AZEVEDO, A.F. & MOREIRA, L.H.A., 2006. Fisheries and conflicts in Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil. Brazilian Archives of Biology and Technology, 49(1):79-91.
- LAUDER JR., G. V. - 1980. On the relationship of the myotome to the axial skeleton in vertebrate evolution. Paleobiology, 6: 51 - 56.
- LAVOUÉ, S., MIYA, M., SAITOH, K., ISHIGURO, N. B., NISHIDA, M. 2007. Phylogenetic relationships among anchovies, sardines, herrings and their relatives (Clupeiformes), inferred from whole mitogenome sequences. Molecular Phylogenetics and Evolution, v. 43,1096–1105.
- MATSUURA, Y. Morphological Studies of Two Pristigasterinae Larvae from Southern Brazil. In: BLAXTER, J. H. S. The Early Life History of Fish. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1974. p.685-701.
- MATSUURA, Y. A study of the life history of brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis*. III. Development of sardine larvae. Boletim do Instituto de oceanografia da USP, v. 24, p. 17-29, 1975.
- MENDONÇA, J.T. & SOBRINHO, RP., 2013. Management of fishing of the Broadband Anchovy (*Anchoiella lepidentostole*) (Fowler, 1911), in south São Paulo State, Brazil. Braz. J. Biol., vol. 73, no. 4, p. 691-697.
- MENEZES NA, BUCKUP PA, FIGUEIREDO JL AND MOURA RL. 2003. Catálogo das Espécies de Peixes Marinhos do Brasil. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 160p.
- NELSON, JS, GRANDE TC AND WILSON, MVH 2016. Fishes of the world. New Jersey: John Wiley & Sons, 752p.
- PINHEIRO PC, CORRÊA MFM, SPACH, HL. 1994. Caracteres consistentes para identificação de pós-larvas, juvenis e adultos de Anchoa parva e Anchoa tricolor (Pisces, Engraulidae). Brazilian Archives of Biology and Technology, 37(4), 843-852.
- PAIVA, M. P. & PEREIRA, R. C., 2003. Pescarias de sardinhas e manjubas ao longo da costa atlântica das américas (1980 - 1999). Bol. Téc. Cient. CEPNOR, Belém, v.3, n.1, p. 229-233.
- POWLES, H. & MARKLE, D. F. - 1984. Identification of larvae. In: Moser, H. G. - (ed.). Ontogeny and systematics of fishes. Special publication no 1, American Society of Ichthyologists and Herpetologists. p. 3 1 - 3 2.
- RAMÍREZ, C. A. R; SZELISTOWSKI, W. A.; LOPEZ, S. M. I., 1989. Spawning pattern and larval recruitment in Gulf of Nicoya anchovies (Pisces: Engraulidae). Rev. Biol. Trop. 1989. Vol. 37(1): 55-62.
- RICHARDS WJ, MILLER RV AND HOUDE ED. 1974. Egg and larval development of the Atlantic thread herring, *Opisthonema oglinum*. Fish Bull 72(4):1123-1136.
- SÁ, G. G., MARINHO, R. A., CONCEIÇÃO, R. N. L. Primeira abordagem sobre a pesca da sardinha bandeira, *Opisthonema oglinum* (Lesueur, 1818) em Caponga, Cascavel – Ceará, Brasil. Arq. Ciên. Mar, Fortaleza, 2012, 45(1): 13 – 24.
- SILVA, A. P. & FLORES, R. M. V., 2016. A pesca industrial da sardinha verdadeira naregião sul/Sudeste do Brasil: tecnologias e a importância do diálogo com a base. Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas/ TO, 22 p.
- SILVA JUNIOR, C. A. B.; ARAUJO, M. E.; FEITOSA, C. V. Sustainability of capture of fish bycatch in the prawn trawling in northeastern Brazil. Neotropical Ichthyology, v. 11, n. 1, p. 133-142, 2013.
- SILVA, M. A; ARAUJO, F. G.; AZEVEDO, M. C. C.; MENDONCA, P. Distribuição espacial e temporal de *Cetengraulis edentulus* (Cuvier) (Actinopterygii, Engraulidae) na

- Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. Rev. Bras. Zool., Curitiba, v. 20, n. 4, p. 577-581, Dec. 2003.
- SNYDER, D. E. - 1979. Myomere and vertebrae counts of the North America cyprinids and catostomids. In: Hoyt, R. D. (ed.). Proceedings of the third Symposium on larval fish. Bowling Green, Western Kentucky University, p. 53 - 69.
- SOUZA-CONCEICAO, J. M.; RODRIGUES-RIBEIRO, M. E CASTRO-SILVA, M. A. Dinâmica populacional, biologia reprodutiva e o ictioplâncton de *Cetengraulis edentulus* Cuvier (Pisces, Clupeiformes, Engraulidae) na enseada do Saco dos Limões, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. Rev. Bras. Zool. [online]. 2005, vol.22, n.4, pp.953-961.
- STATSOFT. 2008. Statistica (data analysis software system), version 8. Tulsa, Statsoft Inc. www.statsoft.com.
- WEITZMAN SH 1962. The osteology of *Brycon meeki*, a generalized characid fish, with an osteological definition of the family. Stanford Ichth Bull 8: 1-77.
- WHITEHEAD, PJP. 1985. FAO species catalogue. Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolf-herrings. Part 1 - Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae. Rome: FAO Fish Synop, 125(7), 303 p.
- WHITEHEAD, PJP, NELSON GJ AND WONGRATANA T. 1988 FAO species catalogue. Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolf-herrings. Part 2. Engraulididae. Rome: FAO Fish.Synop, 125(7), p. 305- 579.
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. E RUIZ L. J. 1977 Osteología de *Anchoa parva* (Meek e Hildebrand) y su discusión comparada con seis especies de la familia. (Pisces: Engraulidae). Anales del centro de Ciencias del Mar y Limnología, p. 1-19.

6- Artigo científico III a a ser submetido à Revista Zoologia.**Ontogenia da sardinha *Lile piquitinga* (Schreiner & Miranda Ribeiro 1903)
durante sua fase inicial de desenvolvimento**ANAILZA CRISTINA GALDINO DA SILVA^{1,2} e WILLIAM SEVERI¹

1 Programa de Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura/UFRPE, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife, PE, Brasil

2 Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Pernambuco/Campus Caruaru, Estrada do Alto do Moura, KM 3,8, s/n, Distrito Industrial III, 55040-120, Caruaru, PE, Brasil

Resumo

Os peixes da família Clupeidae, comumente conhecidos como sardinhas e arenques, estão distribuídos em todo o mundo, sendo a maioria encontrada na região tropical. A identificação de suas fases iniciais de desenvolvimento para muitos é complexa e pouco conhecida. Neste sentido, o trabalho visa minimizar essa lacuna de conhecimento, descrevendo a ontogenia de larvas e juvenis de *Lile piquitinga*. Os indivíduos analisados apresentaram comprimento padrão (CP) de 3,6-16,48 mm e 38-40 miômeros. O corpo varia de muito longo a moderado (7,69-24,05% CP), a cabeça pequena a grande (14,0-35,26% CP) e o olho pequeno a moderado (20,0-33,33% CC). A pigmentação inicia-se pelo intestino, estendendo-se do istmo ao ânus. Ao longo dos estágios de desenvolvimento, a pigmentação intensifica-se, em pré-flexão aparecem melanóforos na extremidade ventral da notocorda que em flexão migram para caudal. Em pós-flexão surgem melanóforos na base da peitoral e na fase juvenil na região dorsal do corpo, cabeça e focinho. A proporção do comprimento pré-dorsal variou de 89,29-45,45% e o pré-anal de 96,15-73,08%, refletindo a migração anterior da nadadeira dorsal e anal, comum em Clupeiformes. A completa formação das nadadeiras segue a ordem caudal, dorsal, anal, pélvica e peitoral. É possível diferenciar *L. piquitinga* de outros clupeídeos, através da altura do corpo, comprimento da cabeça, número total de miômeros, raios da nadadeira dorsal, anal e pélvica, além da ausência de pigmentação na região dorsal da notocorda, do opérculo e maior comprimento pré-anal.

Abstract

Fishes of the family Clupeidae, commonly known as sardines and herrings, are distributed worldwide, most of them being found in the tropical region. Identifying their

early stages of development for many species is complex and unknown. In this sense, this work aims to minimize this knowledge gap, describing the ontogeny of *Lile piquitinga* larvae and juveniles. The individuals analyzed presented standard length (SL) of 3.6-16.48 mm and 38-40 myomeres. The body varies from very long to moderate (7.69-24.05% SL), the head from small to large (14.0-35.26% SL) and the eye from small to moderate (20.0-33.33% HL). Pigmentation begins in the intestine, extending from the isthmus to the anus. During the developmental stages the pigmentation intensifies, in preflexion the melanophores appear in the ventral far end of the notochord that in flexion migrate to the caudal fin. In postflexion melanophores appear at the base of the pectoral fin and in the juvenile phase in the dorsal region of the body, head and snout. The pre-dorsal length ranged from 89.29-45.45% and the pre-anal length from 96.15-73.08%, reflecting the anterior migration of dorsal and anal fins, common in Clupeiformes. The complete formation of the fins follows the caudal, dorsal, anal, pelvic and pectoral order. It is possible to differentiate *L. piquitinga* from other clupeids, already described in the literature by body height, head length, total number of myomeres, dorsal, anal and pelvic fin rays, in addition to the absence of pigmentation in the dorsal notochord region, operculum and longer pre-anal length.

Introdução

Os peixes da família Clupeidae, comumente conhecidos como sardinhas e arenques, são principalmente marinhos e anádromos de água doce, distribuídos em todo o mundo, sendo a maioria encontrada na região tropical. A maioria forma cardumes, nada próximo à superfície, geralmente em águas costeiras, alimentando-se de plâncton e representam peixes de importância comercial em várias partes do mundo (NELSON et al., 2016).

Este grupo inclui a subfamília Clupeinae, com registro de pelo menos 72 espécies distribuídas em 16 gêneros (NELSON et al., 2016). Dentre estes, se destaca o gênero *Lile*, exclusivo de águas tropicais e subtropicais da América Central e do Sul (CASTRO-AGUIRRE et al., 2002), com o registro apenas de *L. piquitinga* ao longo da costa do Brasil (MENEZES et al., 2003).

Esta espécie é abundante em regiões estuarinas (CARPENTER, 2002) e classificada por Fávero et al. (2019) como espécie estuarino residente. Assim como a maioria dos clupeídeos, é ovípara com ovos e larvas planctônicos (MCGOWAN e BERRY, 1984; DITTY et al., 2005). Indivíduos na fase larval (EKAU et al., 2001;

COIMBRA, 2003; EL-DEIR, 2005; SILVA-FALCÃO, 2007; CASTRO, 2005; MEDEIROS, 2005; SILVA-FALCÃO, 2012; BEZERRA-JÚNIOR et al., 2011 e MARQUES et al., 2015), juvenil e adultos tem sido registrados em estuários da costa do estado de Pernambuco, nordeste do Brasil (FAVERO et al., 2019; LIRA E TEIXEIRA, 2008; SANTANA E SEVERI, 2009; SANTANA et al., 2009 e SANTANA et al., 2013).

A identificação desta espécie em seus primeiros estágios de desenvolvimento é complexa, como observado para grande parte dos Clupeiformes, devido à similaridade morfológica externa de suas larvas, além da carência de chaves de identificação para espécies (SILVA et al., 2010).

O reconhecimento de larvas depende de um conjunto de caracteres dinâmicos como, pigmentação, forma do corpo, presença ou ausência de espinhos e padrão de desenvolvimento das nadadeiras (POWLES e MARKLE, 1983). Neste sentido, informações sobre a morfologia de larvas e jovens contribuem para a identificação ao nível específico de espécies que até o momento não tiveram sua fase de vida inicial descrita. Ovos e larvas de Clupeidae foram descritos para muitas espécies que ocorrem ao longo do Atlântico Norte e Golfo do México, porém a ontogenia da maioria das espécies que ocorrem na América Central e do Sul seguem desconhecidas (DITTY et al., 2005). Dentre os clupeídeos registrados para a costa do Brasil, apenas *Harengula jaguana* (HOUDE et al., 1974), *Opisthonema oglinum* (RICHARDS et al., 1974), *Sardinella aurita* (DITTY et al., 1994) e *S. brasiliensis* (MATSUURA, 1975) tem sua ontogenia conhecida, não havendo até o momento, trabalhos que descrevam o desenvolvimento inicial de *L. piquitinga*.

Desta forma, este estudo tem por objetivo descrever morfologicamente larvas e juvenis iniciais de *L. piquitinga*, com a finalidade de auxiliar na identificação da espécie diferenciando-a de outros clupeídeos com ocorrência na costa brasileira.

Material e métodos

O material utilizado neste estudo foi coletado no complexo costeiro de Maracaípe, litoral sul de Pernambuco, mediante a autorização 33383-2 / SISBIO / ICMBio e os procedimentos metodológicos foram aprovados pelo comitê de ética CEUA / UFRPE N° 056/2013. A área de coleta das amostras corresponde à região de Maracaípe, localizada no litoral Sul de Pernambuco (08°31'00" a 08°33'11"S e 34°59'30" e 35°01'12"W). O material foi coletado mensalmente, entre novembro de 2011 e outubro de 2013, nos períodos vazante-noturno e vazante-diurno; no período da

lua nova, que corresponde a maré de sizígia. As amostras de ictioplâncton foram obtidas através de arrastos horizontais de superfície, com rede de plâncton com malha de 500 µm, e um atrator luminoso circular composto por rede multifilamento com malha de 5 mm entrenós.

Larvas e juvenis de Clupeidae foram separados de outros taxa coletados com base em características dos Clupeiformes, como corpo longo e delgado com numerosos miômeros; intestino longo, reto e parcialmente estriado; ânus posterior, inserção da nadadeira anal apenas por trás da nadadeira dorsal e comprimento pré-anal igual a 2/3 do comprimento total (MCGOWAN & BERRY, 1984; NAKATANI et al., 2001).

Os indivíduos foram classificados com base no grau de flexão da notocorda e o desenvolvimento da nadadeira caudal e seus elementos de suporte em larvas [pré-flexão (PF), flexão (FL) e pós-flexão (PO)] e juvenil (JV) (KENDALL et al., 1984).

As seguintes características morfométricas foram medidas: comprimento padrão (CP), comprimento pré-anal (CPA), comprimento pré-pélvica (CPPV), comprimento pré-dorsal (CPD), comprimento da cabeça (CC), diâmetro do olho (DO) e altura do corpo (AC), conforme Nakatani et al. (2001). As proporções corporais para DO, AC e CC foram classificadas com base nas categorias propostas por Leis & Trnski (1989), sendo AC e CC em relação a CP e DO em relação a CC. Baseado na migração anterior da nadadeira dorsal durante a metamorfose larval, as variações de CPD e CPA em relação ao CP foram analisadas, além da diferença de posição entre essas.

Alguns indivíduos foram diafanizados e corados (DINGERKUS & UHLER, 1977) para evidenciar estruturas internas, contagem de vértebras e raios, bem como a posição de inserção das nadadeiras dorsal e anal em relação ao número da vértebra. Todo o material utilizado está depositado no Laboratório de Ictiologia do Departamento de Pesca e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife/PE, Brasil sob os números LIUFRPE P0222 a P0224.

Resultados

Um total de 69 indivíduos em fase larval (pré-flexão, flexão, pós-flexão) e juvenil foram analisados (Tabela 1), e outros 20 diafanizados em diferentes estágios.

Tabela 1- Dados morfológicos para *L. piquitinga* em pré-flexão (PF), flexão (FL), pós-flexão (PO) e juvenil (JV).

Medidas	Estágio larval							
	PF (n=7)		FL (n=22)		PO (n=20)		JV (n=20)	
	Amplitude (min-max ±sd)	Proporções (%)	Amplitude (min-max ±sd)	Proporções (%)	Amplitude (min-max ±sd)	Proporções (%)	Amplitude (min-max ±sd)	Proporções (%)
Comprimento padrão	3.6 - 5.2 ±0.66		5.0-7.8±0.89		8.2-14.0±1.76		15.0-16.48±0.35	
Comprimento da cabeça	0.7 - 1.0±0.13	14.0-19.44	0.9-1.4±0.18	15.15-21.88	1.8-4.2±0.78	18.87-30.88	4.5-5.5±0.31	29.22-35.26
Diâmetro do olho	0.2	20.0-28.57	0.2-0.3±0.06	20.0-28.57	0.4-1.3±0.26	20.0-30.95	1.2-1.7±0.11	23.64-33.33
Altura do corpo	0.4	7.69-9.09	0.3-0.7±0.10	5.36-10.0	0.8-2.3±0.42	8.70-16.91	2.2-3.8±0.49	14.29-24.05
Comprimento pré-dorsal	3.2-4.3±0.57	72.73-82.69	3.4-5.4±0.55	67.74-89.29	5.6-7.8±0.62	51.43-68.29	7.0-9.0±0.47	45.45-51.95
Comprimento pré-pélvica					4.0-7.2±0.96	45.45-56.10	7.8-9.2±0.35	51.32-57.50
Comprimento pré-anal	3.4 - 5.0±0.70	90.0-96.15	4.6-7.0±0.75	85.71-92.86	7.2-11.0±1.18	78.57-91.30	11.2-14.0±0.55	73.08-78.95

Em pré-flexão, as larvas apresentam comprimento padrão entre 3,6-5,2 mm CP, o corpo é muito longo (7,69-9,09% CP), a cabeça é pequena (14,0-19,44% CP), o olho já está completamente pigmentado e varia de pequeno a moderado (20,0-28,57% CC). O número total de miômeros varia entre 38-40, sendo 34-36 pré-anais e 4-5 pós-anais. A notocorda ainda não se encontra flexionada, a boca já é funcional e não se observa qualquer estrutura óssea ou cartilaginosa do esqueleto axial. Apenas o botão da nadadeira peitoral encontra-se presente, com suas estruturas de sustentação cartilaginosas e uma membrana envoltória, sem a presença de raios.

As larvas exibem finfold da região do dorso até a nadadeira caudal. Apresentam pigmentação esparsada iniciando na região do istmo, estendendo-se ao longo do intestino (Figura 1a). A partir de 4,0 mm CP, o finfold encontra-se apenas em volta da nadadeira caudal e surgem melanóforos abaixo da extremidade ventral da notocorda. A medida que o comprimento padrão aumenta a pigmentação ao longo do intestino vai se intensificando. Neste estágio, também surgem os primeiros pterigióforos da nadadeira dorsal em larvas com 5,2 mm CP.

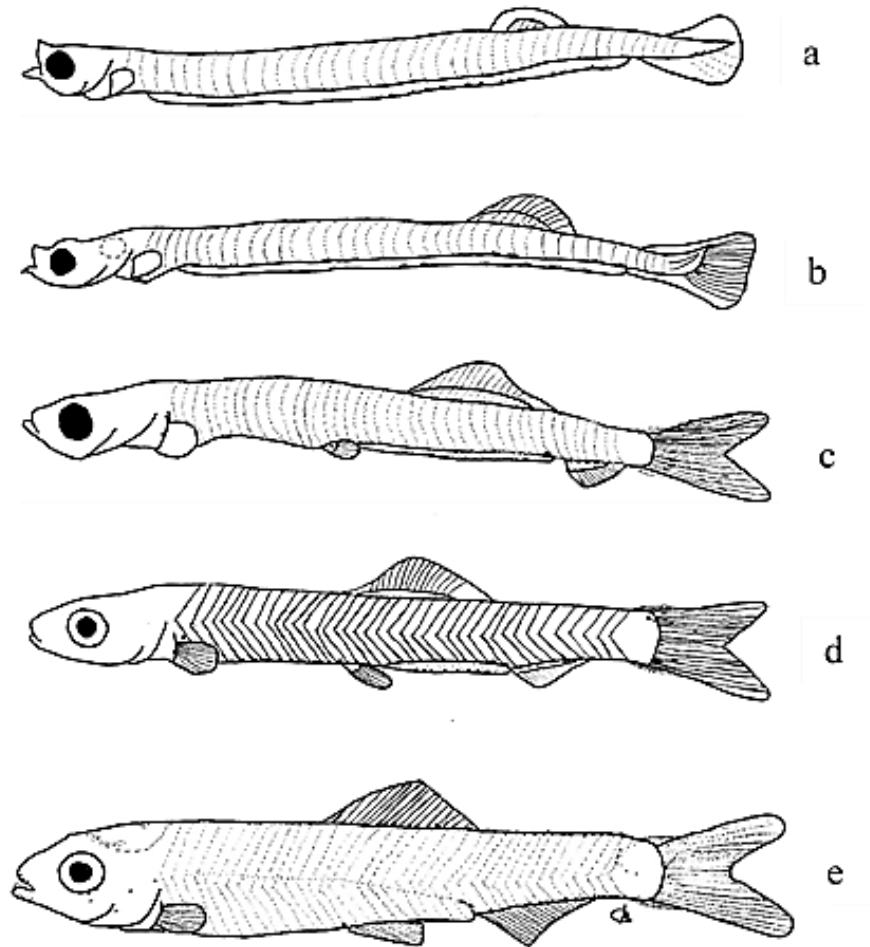


Figura 1: Larvas de *Lile piquitinga* em pré-flexão - 5,2 mm (a), flexão - 7,6 mm (b), pós-flexão - 10,2 mm (c); 14,0 mm (d) e juvenil - 16 mm (e).

Em flexão (Figura 1b), o comprimento padrão varia entre 5,0-7,8 mm CP, o corpo é muito longo (5,36-10,0% CP), a cabeça varia de pequena a moderada (15,15-21,88% CP) e o olho de pequeno a moderado (20,0-28,57% CC). O número total de miômeros é 39 a 40, sendo 35-37 pré-anais, 3 a 4 pós-anais e 24 a 25 pré-dorsais.

Este estágio é caracterizado pela flexão da notocorda e o aparecimento dos primeiros pterigióforos da nadadeira dorsal, tendo início a formação das estruturas de sustentação das nadadeiras. É possível visualizar melanóforos puntiformes espaçados ao longo de todo o intestino e no istmo. Aos 5,6 mm CP, surgem os primeiros pterigióforos da nadadeira dorsal, o parahipural e hipurais 2-4 da nadadeira caudal, ainda cartilagosos. Aos 6,0 mm CP, é aparente a presença de melanóforos na região do istmo e na região central da nadadeira caudal.

Entre 6,2 – 6,8 mm CP, são visíveis cinco hipurais, um parahipural e um espinho hemal modificado, aumenta o número de melanóforos dendríticos espaçados pela nadadeira caudal, e é possível observar dois melanóforos dendríticos no final do intestino, onde localiza-se a abertura anal, permanecendo a pigmentação ao longo do intestino e no istmo (Figura 1b e 2a). Nesta faixa de comprimento, as estruturas de sustentação da nadadeira caudal continuam em formação, enquanto que a nadadeira dorsal já apresenta nove raios visíveis. Aos 7,6 mm CP, a caudal apresenta seis hipurais, número definitivo dessas estruturas para a ordem Clupeiformes, contando inclusive com a presença de sete raios no lóbulo superior e seis raios no lóbulo inferior.

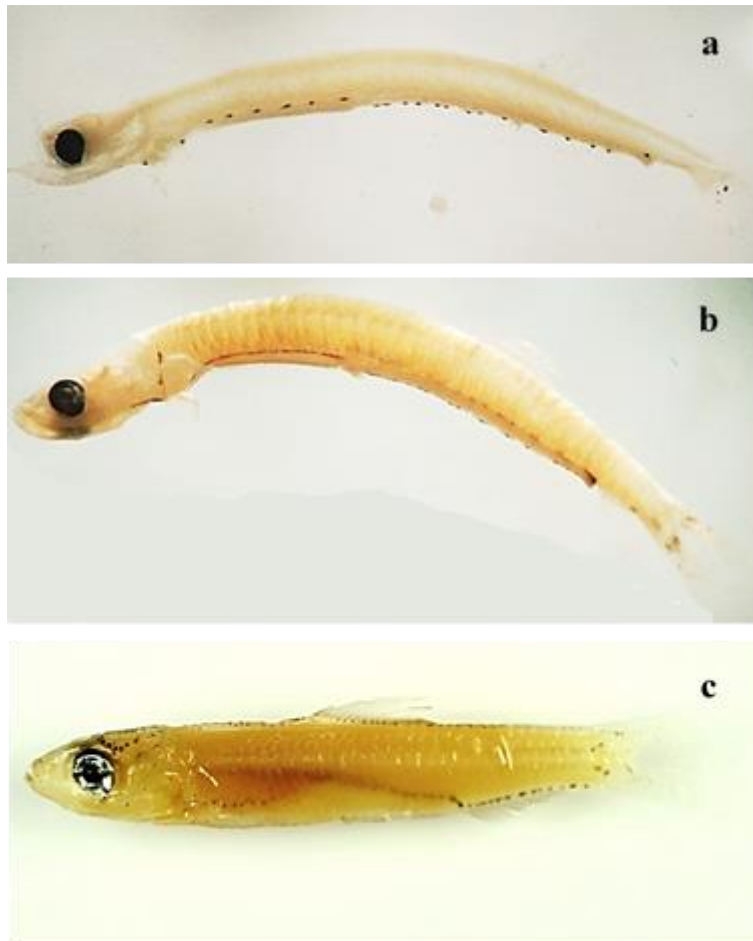


Figura 2: Pigmentação em larvas de *Lile piquitinga* em flexão – 6,0 mm (a); pós-flexão - 8,2 mm (b) e juvenil - 16 mm (c).

No estágio de pós-flexão, as larvas apresentam 8,2-14,0 mm CP, o corpo varia de muito longo a longo (8,7-16,91% CP), a cabeça de pequena a moderada (18,87-30,88% CP) e o olho de pequeno a moderado (20,0-30,95% CC). O número total de miômeros varia entre 38-40, sendo 28-35 pré-anais, 4-10 pós-anais e 14-21 pré-dorsais. Este estágio se caracteriza pelo surgimento da nadadeira pélvica e é delimitado pelo aparecimento das escamas.

A pigmentação ventral ao longo do intestino torna-se bem evidente, visualizada desde o estágio anterior, além da maior evidência do pigmento que surgiu no ânus. Com 8,2 mm CP, melanóforos dendríticos surgem na base da nadadeira peitoral e anal, que vão se intensificando à medida que o indivíduo cresce (figura 2b). Com 9,2 mm CP, os hipurais, parahipurais e raios da caudal começam a ossificar e estão visíveis 11 raios na anal, 15 na dorsal, 19 na caudal, 39 vértebras e dois epurais na estrutura caudal.

Aos 10 mm CP, os hipurais e os pterigióforos da nadadeira anal começam a ossificar e aos 10,2 mm CP é possível visualizar a presença de raios na nadadeira pélvica, embora não seja possível contá-los (Figura 1c). Com 10,4 mm CP, surgem melanóforos internos na base da caudal e aumenta a pigmentação espaçada na mesma nadadeira. Permanece aparente a pigmentação próxima à abertura anal, já citada anteriormente. Após os 13 mm CP, nota-se o primeiro melanóforo na base da nadadeira dorsal e na região superior do pedúnculo caudal, acima da notocorda, iniciando assim a pigmentação dorsal das larvas que intensifica-se na fase seguinte (Figura 1d)

No final do estágio de pós flexão, intensifica-se a pigmentação na base da nadadeira dorsal, que se estende posteriormente na região dorsal, próximo à boca e na região central da cabeça acima do olho. Ao final deste estágio, os epurais começam a ossificar, sendo registradas 38-40 vértebras e a projeção dos raios medianos da nadadeira caudal torna-se mais visível.

Os indivíduos analisados no estágio juvenil possuem comprimento padrão de 15,0-16,4 mm, o corpo varia de longo a moderado (14,29-24,05% CP), a cabeça de moderada a grande (29,22-35,26% CP) e o olho de pequeno a moderado (23,64-33,33% CC). O número total de miômeros varia entre 38-40, sendo 25 ou 26 pré-anais, 12-15 pós-anais e 11 pré-dorsais. Esta fase se caracteriza pela completa formação dos raios das nadadeiras e a escamação dos indivíduos. Intensifica-se a pigmentação dorsal, na região da cabeça, na boca e na região ventral a pigmentação permanece apenas na base da nadadeira anal, a caudal também apresenta pigmentação dispersa. Abaixo da órbita inferior do olho também surge pigmento aos 16 mm CP (Figura 1e e 2c).

As relações corporais e as respectivas proporções em diferentes estágios de desenvolvimento estão detalhados na Tabela 1. As proporções de comprimento pré-nadadeiras em relação ao comprimento padrão variaram de 73,08-96,15% para nadadeira anal, 45,45-89,29% para dorsal e 45,45-57,50% para pélvica. O diâmetro do olho varia de 20,0-33,33% do comprimento da cabeça, a qual varia de 14,0-35,26% do comprimento padrão e a altura do corpo de 5,36-24,05% do comprimento padrão.

O comprimento pré-dorsal varia de 72,73-82,69% CP em larvas em pré-flexão a 45,45-51,95% em juvenis. Na transição do estágio de pós-flexão para a fase juvenil o corpo dos indivíduos passa de muito alongado a longo ou moderado, perdendo o aspecto anguiliforme que as larvas de Clupeiformes apresentam em seus estágios iniciais de desenvolvimento, com a redução do comprimentos pré-dorsal e aumento da altura do corpo. O mesmo acontece com o comprimento pré-anal, cuja proporção em pré-flexão (90,0-96,15%) diminui nos juvenis (73,08-78,95%) (Figura 3).

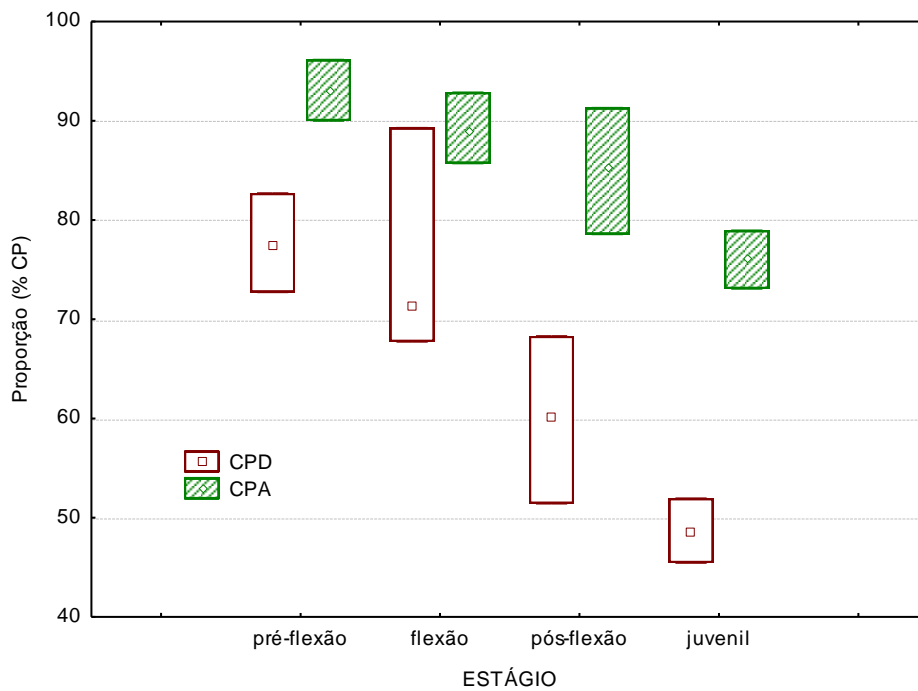


Figura 3: Variação na proporção do comprimento pré-dorsal (CPD) e pré-anal (CPA) em relação ao comprimento padrão de larvas e juvenis de *Lile piquitinga*.

Os raios da nadadeira dorsal são os primeiros a surgir, aos 7,6 mm CP ainda na fase de flexão e está completamente formada com 16-17 raios aos 15 mm CP (juvenil). Os raios da pélvica surgem em número de 4 aos 10 mm CP (fase de pós-flexão) e

atingem o número definitivo de 8 raios ainda neste estágio em alguns indivíduos, embora apenas na fase juvenil todos indivíduos apresentam esta nadadeira completamente formada e com seu número definitivo de raios. Ainda em pós-flexão (9,2 mm CP), a nadadeira caudal já apresenta seu número definitivo de raios (19) e surgem os primeiros raios da peitoral, cujo número definitivo (13-16) é registrado nos juvenis (a partir dos 15 mm CP). O mesmo padrão de desenvolvimento ocorre com os raios da nadadeira anal, que surgem em pós-flexão com formação definitiva (16-18 raios) nos juvenis, a partir de 15 mm CP (Tabela 2).

No período de transição larval (pós-flexão) para juvenil a nadadeira dorsal migrou no sentido anterior 3-10 miômeros e a anal 2-9 miômeros, Apesar de ambas migrarem anteriormente, as mesmas se distanciaram ao longo das fases de desenvolvimento (Figura 4). Quando alcançam a fase juvenil, foi observado que as nadadeiras dorsal e anal estão totalmente formadas e assumem sua posição definitiva no corpo, com a inserção da dorsal no 11° miômero e da anal no 25°-26°. O número total de vértebras observado para os indivíduos diafanizados variou entre 38-40.

Tabela 2- Dados merísticos de *L. piquitinga* em pré-flexão (PF), flexão (FL), pós-flexão (PO) e juvenil (JV). Nadadeiras: peitoral (P), pélvica (PV), dorsal (D), anal (A), C (caudal). nv – não visível.

Fase	Estágio	Raios nadadeiras						Miômeros		
		CP (mm)	P	PV	D	A	C	pré-anal	pós-anal	total
Larval	PF	3,6	nv	nv	nv	nv	nv	34	-	-
		4,4	nv	nv	nv	nv	nv	35	-	-
		5,2	nv	nv	nv	nv	nv	35	4	39
	FL	7,0	nv	nv	9	nv	nv	36	3	39
		7,6	nv	nv	10	nv	7+6	36	4	40
		7,8	nv	nv	11	nv	8+7	36	4	40
	PO	8,2	nv	nv	15	nv	8+8	34	6	40
		9,2	nv	nv	15	10	10+9	34	6	40
		10,0	nv	4	14	12	10+9	32	7	39
Juvenil	JV	13,6	13	7	16	15	10+9	29	9	38
		15,0	13	8	17	17	10+9	26	12	38
		15,8	14	8	16	18	10+9	26	14	40
		16,0	16	8	16	17	10+9	26	13	39

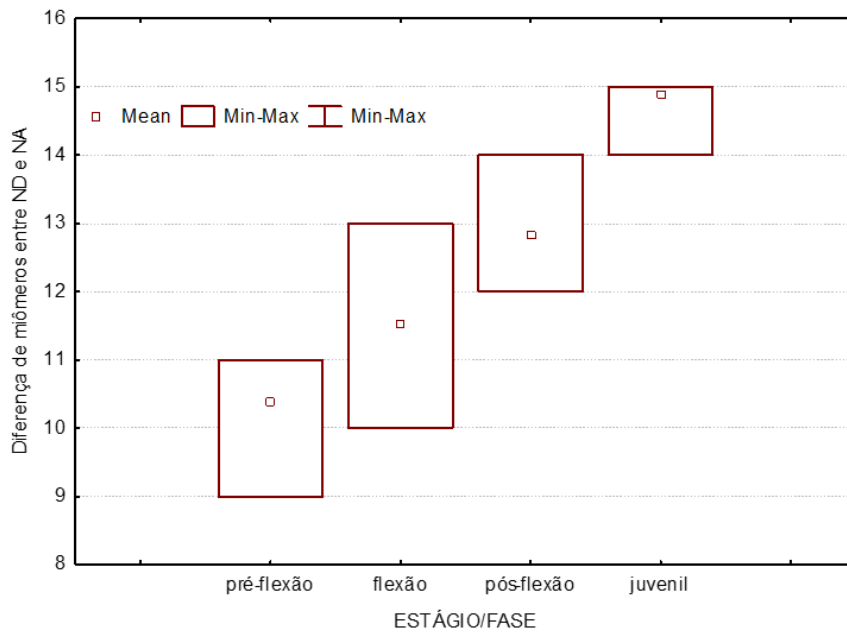


Figura 4: Diferença do número de miômeros entre a inserção das nadadeiras dorsal (ND) e anal (NA) de larvas e juvenis de *Lile piquitinga*.

Discussão

Semelhante a outros Clupeidae, *L. piquitinga* possui larvas delgadas, alongadas e pouco pigmentadas, com comprimento pré-anal maior que 80% (DITTY et al., 2005). São caracterizadas por possuir corpo muito alongado, número de miômeros moderado a alto, intestino longo e estriado com pigmentação relativamente esparsada e não possuem espinhos nas nadadeiras ou cabeça, base da nadadeira dorsal curta e migração anterior desta ao longo de seu desenvolvimento (MCGOWAN e BERRY, 1984; LEIS e TRNSKI, 1989).

A sequência de formação completa dos raios das nadadeiras (C, D, A, PV, P) é semelhante a outros clupeídeos (HOUDE et al., 1974; RICHARDS et al., 1974; MATSUURA, 1975; DITTY et al., 1994). É importante ressaltar que embora os raios da nadadeira dorsal surjam anteriormente aos da caudal, esta última atinge inicialmente a completa formação de seus raios, característica destacada para os Clupeiformes por McGowan e Berry (1984). Além disso, a nadadeira dorsal inicia seu desenvolvimento antes da nadadeira anal, com o surgimento dos primeiros pterigióforos ainda em pré-flexão e os raios em flexão, evento também descrito por Leis e Trnski (1989) para larvas de Clupeidae.

O número total de miômeros ainda tem sido o principal caractere utilizado para identificação de larvas, separando espécies do mesmo gênero (SNYDER, 1979; FUIMAN, 1982; MCGOWAN e BERRY, 1984; DITTY et al., 2005). Embora, não tenha sido possível determinar o número total de miômeros para alguns indivíduos, devido à dificuldade de visualização, a variação foi de 38-40, coincidindo com o número total de vértebras registrado por Silva e Severi (dados não publicados) e Whitehead (1963, 1973) [38-41] para *L. piquitinga*. Dunn (1983) afirma que é comum a dificuldade na contagem de miômeros, principalmente próximo à região da cabeça e do pedúnculo caudal de larvas.

O número total de miômeros e vértebras não muda ao longo do crescimento do peixe (FOWLER, 1970; FAHAY, 1976; SNYDER, 2016), pois este é determinado no período de desenvolvimento embrionário. Por sua vez, o número total de vértebras equivale ao número de miômeros (SNYDER, 1979, 2016; AHLSTROM, 1986; MILLER e KENDALL, 2009), embora o número de vértebras presentes em juvenis e adultos não seja exatamente correspondente ao de miômeros em larvas (DUNN, 1983; ARAÚJO-LIMA e DONALD, 1988; BORGES et al., 2000).

A variação no número de miômeros pré-dorsal e pré-anal que ocorre em *L. piquitinga* é explicada pela migração anterior da nadadeira dorsal e do ânus ao longo do seu desenvolvimento, ao passo que em outras espécies essa distância é estável (MCGOWAN e BERRY, 1984; LEIS e TRNSKI, 1989). Miller e Kendall (2009) afirmam que essa mudança ocorre durante o estágio de transformação e transição de larva em juvenil, citando como uma das alterações a migração de nadadeiras em sardinhas e anchovas, característica comum dentre os Clupeiformes.

Larvas de Clupeidae podem ser facilmente diferenciadas de outras famílias de Clupeiformes pela posição relativa de suas nadadeiras dorsal e anal, que nunca se sobrepõem (MCGOWAN e BERRY, 1984). No entanto, larvas de *L. piquitinga* se assemelham morfológicamente a de outros Clupeidae e podem coexistir, a exemplo daquelas registradas no Atlântico Sul cujas ontogenia é conhecida.

Larvas de *L. piquitinga* apresentam corpo mais alto e menor número de vértebras quando comparado ao observado em *O. oglinum*, com 0,20 – 1,9 mm AC e 44-47 vértebras totais (RICHARDS et al., 1974). Juvenis de *O. oglinum* com 20 mm apresentam maior número de miômeros pré-dorsal (21), de raios na anal (21-25), dorsal (21-22) e pélvica (9). A proporção de CPA registrada para *L. piquitinga* é superior àquelas observadas em *O. oglinum* em pré-flexão, flexão e na fase de transformação

larval em juvenil (86%, 91%, 60-43% respectivamente). Durante a migração da nadadeira dorsal em *L. piquitinga* ocorre um avanço maior do número de miômeros se comparado a *O. oglinum*, com registro de 8 miômeros para dorsal e 4-5 miômeros para a anal desta última. Larvas de *L. piquitinga* ainda se diferenciam de *O. oglinum* pelo número total de miômeros desta ser inferior, 43-45 miômeros totais e 37-41 pré-anal (DITTY et al., 1994).

Lile piquitinga apresenta menor número de miômeros e maior variação do CC se comparando a *Harengula jaguana*, que possui 40-41 miômeros e 12-26% de variação do CC. Os melanóforos presentes na base da peitoral e na cabeça em larvas em pré-flexão surgem mais tardiamente em *L. piquitinga*. A pigmentação incluindo a região lateral anterior ao opérculo (14 mm CP) e na lateral do corpo (juvenis) não se observa em *L. piquitinga*. Uma característica presente em *H. jaguana* e não observada em outros Clupeidae, inclusive *L. piquitinga*, é a presença de melanóforos na extremidade dorsal da notocorda (HOUDE et al., 1974). Com relação aos caracteres merísticos, *H. jaguana* possui um número superior de vértebras (39-42) e de raios da dorsal (17-19).

Em pré-flexão larvas de *L. piquitinga* são escassamente pigmentadas, assim como as larvas de *Sardinella brasiliensis*, embora esta última apresente melanóforos na base da nadadeira peitoral, ausente neste estágio em *L. piquitinga*. Entretanto, neste estágio ambas apresentam pigmento na extremidade ventral da notocorda. Aos 15 mm CP, larvas de *S. brasiliensis* são pigmentadas na região lateral da cabeça e opérculo, o que não é observado em *L. piquitinga*. O avanço no número de miômeros é inferior, a nadadeira anal avança 5 miômeros e a dorsal 6 em *S. brasiliensis* e apresenta um maior número de vértebras (45-48) e de raios nas nadadeiras dorsal (18-19) e pélvica (9) (MATSUURA, 1975).

Em seus estágios iniciais de desenvolvimento, larvas de *S. aurita* apresentam melanóforos na região superior e lateral da cabeça, não observado em *L. piquitinga*. O CPA para *L. piquitinga* (85-92% CP em flexão e 73-78% CP em pós-flexão) é superior ao registrado para *S. aurita* (88-90% CP em flexão e pós-flexão e acima de 15 mm 73% CP). Ao passo que o número total (43-46) e pré-anal (35-40) de miômeros, foi superior para *S. aurita* (DITTY et al., 1994).

O início do estágio juvenil em *L. piquitinga* ocorre com 15 mm CP, com a completa formação de suas nadadeiras antes dos 20 mm CP. A transformação considerada final do estágio larval em *L. piquitinga* iniciou em 15 mm CP, tamanho aproximado ao de desenvolvimento de outros Clupeidae, a exemplo, *S. aurita* (16 mm),

H. jaguana (14-15 mm) e *O. oglinum* (15 mm), sendo inferiores ao de *S. brasiliensis* (19 mm) (HOUDE et al., 1974; MATSUURA, 1974; RICHARDS et al., 1974 e DITTY et al., 2005).

A caracterização do desenvolvimento ontogênico inicial de espécies de Clupeidae registradas em ambientes costeiros do Brasil é consideravelmente reduzido. Deste modo, a caracterização das fases iniciais do desenvolvimento de *L. piquitinga* minimiza a lacuna existente sobre informações específicas para identificação de larvas de Clupeiformes com ocorrência no Atlântico Ocidental, a despeito da necessidade de ampliação deste conhecimento para uma adequada avaliação da ecologia reprodutiva e potencial pesqueiro de suas espécies.

Referências

- AHLSTROM, E. H. 1968. Review of "Development of fishes of the Chesapeake Bay region, an atlas of egg, larval and juvenile stages, Part I". *Copeia*, 1968: 648-651.
- ARAUJO-LIMA, C. A. R. M. E DONALD, E. 1988. Número de vértebras de Characiformes do rio Amazonas e seu uso na identificação de larvas do grupo. *Acta Amazônica*, 18(1-2): 351 - 358.
- BORGES, M. E. E.; NAKATANI, K.; BIALETZKI, A. FELIS, M. E. G. Diferenciação do número de vértebras de algumas espécies de Characiformes (Osteichthyes) da bacia do Rio Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum*, v.22, n.2, p.539-544, 2000.
- CASTRO-AGUIRRE, J.L.; RUIZ-CAMPOS, GORGONIO; BALART, EDUARDO. A New species of the genus *Lile* (Clupeiformes: Clupeidae) of the eastern tropical Pacific. *Bulletin Southern California Academy of Sciences*, v.101, n. 1, p. 1-12, 2002.
- DINGERKUS G AND UHLER LD. 1977. Enzyme clearing of alcian blue stained whole small vertebrates for demonstration of cartilage. *Stain Technol* 52: 229-232.
- DITTY, J. G.; HOUDE, E. D.; SHAW, R. F. Egg and larval development of Spanish sardine, *Sardinella auritta* (Family Clupeidae), with a synopsis of characters to identify clupeid larvae from the northern Gulf of Mexico. *Bulletin of Marine Science*, v.54, n.2, p. 367-380, 1994.
- DUNN JR. 1983. The Utility of Developmental Osteology in Taxonomic and Systematic Studies of Teleost Larvae: A Review. NOAA tech rep NMFS 450: 1-19.
- Fahy, W. E. 1976. The morphological time of fixation of the total number of vertebrae in *Fundulus majalis* (Walbaum). *J. Cons. Int. Explor. Mer* 36(3) :243-250.
- FAVERO, F. L. T.; ARAÚJO, I. M. S.; SEVERI, W. Structure of the fish assemblage and functional guilds in the estuary of Maracáipe, northeast coast of Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 45, n. 1, 2019.
- FOWLER, J. A. Control of vertebral number in teleosts - an embryological problem. *The Quarterly Review of Biology* 1970 45:2, 148-167.
- FUIMAN, L. A 1982. Correspondence of Myomeres and Vertebrae and Their Natural Variability during the First Year of Life in Yellow Perch Fifth Annual Larval Fish Conference La. Coop. Fish. Res. Unit, pp. 56-59.
- HOUDE, E. D.; RICHARDS, W. J. & SAKSENA, V. P. Description of eggs and larvae of scaled sardine, *Harengula jaguana*. *Fishery Bulletin*, v. 72, n.4, 1974.
- KENDALL, A. W. JR. et al. Early life history stages of fishes and their characters. In: Miller, Bruce S., and Arthur W. Kendall. *Early Life History of Marine Fishes*. University of California Press, 2009. 376p.
- MOSER, H.G. et al. Ontogeny and systematics of fishes. Lawrence: American Society of Ichthyologists and Herpetologists, p.11-22.1984.
- LEIS, J. M. & T. TRNSKI. 1989. The larvae of Indo-Pacific Shorefishes. Honolulu, University of Hawaii, 371p.
- MATSUURA, Y. Morphological Studies of Two *Pristigasterinae* Larvae from Southern Brazil. In: BLAXTER, J. H. S. *The Early Life History of Fish*. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1974. p.685-701.
- MATSUURA, Y. A study of the life history of Brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis*. III. Development of sardine larvae. *Boletim do Instituto de oceanografia da USP*, v. 24, p. 17-29, 1975.
- MCGOWAN, M. F. & F. H. BERRY. 1984. Clupeiformes: development and relationships. Pp. 108-126. In: Moser, H. G., W. J. Richards, D. M. Cohen, M. P. Fahay, A. W. Kendall Jr., D. S. L. Richardson (Eds.). *Ontogeny and systematics of fishes*. Lawrence, Allen Press, American Society of Ichthyologists and Herpetologists Spec.

Publ. 1, 760p.

MENEZES NA, BUCKUP PA, FIGUEIREDO JL AND MOURA RL. 2003. Catálogo das Espécies de Peixes Marinhos do Brasil. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 160p.

NAKATANI K, AGOSTINHO AA, BAUMGARTNER G, BIALETZKI A, SANCHES PV, MAKRAKIS MC AND PAVANELLI CS. 2001. Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação. Maringá: Eduem, 378p.

NELSON, JS, GRANDE TC AND WILSON, MVH 2016. Fishes of the world. New Jersey: John Wiley & Sons, 752p.

POWLES, H. & MARKLE, D. F. - 1984. Identification of larvae. In: Moser, H. G. - (ed.). Ontogeny and systematics of fishes. Special publication no 1, American Society of Ichthyologists and Herpetologists. p. 31 - 32.

RICHARDS, W. J; MILLER, R. V.; HOUDE, E. D. Egg and larval development of the Atlantic thread herring, *Opisthonema oglinum*. Fishery Bulletin, v.72, n.4, p. 1123-1136, 1974.

SILVA, A. C. G.; SEVERI, W.; CASTRO, M. F.; Morphological development of *Anchoviella vaillanti* (Steindachner, 1908) (Clupeiformes: Engraulidae) larvae and early juveniles. Neotropical Ichthyology, v.8, n.4, p.805-812, 2010.

SNYDER, D. E, S. C. SEAL, J. A. CHARLES, AND C. L. BJORK. 2016. Cyprinid fish larvae and early juveniles of the Upper Colorado River Basin: morphological descriptions, comparisons, and computer-interactive key. Colorado Parks and Wildlife Technical Publication 47. 226p.

SNYDER, D. E. - 1979. Myomere and vertebrae counts of the North America cyprinids and catostomids. In: Hoyt, R. D. (ed.). Proceedings of the third Symposium on larval fish. Bowling Green, Western Kentucky University, p. 53 - 69.

WHITEHEAD, P. J. P. The clupeoid fishes of the Guianas. Bulletin of the British Museum (Natural History) Zoology supplement 5, London: 1973. 227 p.

6- Considerações Finais

O presente estudo detalhou as estruturas osteológicas de espécies de Clupeiformes que ocorrem na costa Nordeste do Brasil, trazendo informações que visam preencher a lacuna de conhecimento acerca do esqueleto axial dos peixes que compõem esta ordem.

Ao avaliar a estrutura caudal de doze espécies de Clupeiformes que ocorrem na costa de Pernambuco, observou-se que o complexo caudal é formado por 6 hipurais, 1 parahipural, 2-3 epurais, 2 espinhos hemais modificados, 3 centros preurais, 2 espinhos neurais, 2 centros urais, um processo neural especializado, 3 uroneurais e 19 raios principais, além de raios acessórios. Estes caracteres diferenciam este grupo de outras ordens de teleósteos marinhos.

As estruturas: número de epurais, tamanho da placa neural, formato dos raios intermediários e terceiro hipural e fusão de estruturas ósseas permitiram diferenciar as famílias Clupeidae, Engraulidae e Pristigasteridae.

Larvas de Clupeiformes são muito semelhantes entre si, o que aliado à falta de literatura específica, dificulta sua identificação. A caracterização osteológica das espécies estudadas se mostrou um caráter eficiente que possibilitou a identificação e ontogenia de *L. piquitinga*, uma espécie estuarino residente e ecologicamente importante na cadeia trófica nos ambientes em que ocorre. Permitindo que a relação número de vértebras e de miômeros possibilitassem a identificação de suas larvas.

Com relação ao esqueleto axial, o número total de vértebras, vértebras pré-anal e pré-dorsal e supraneurais distinguem espécies dentre suas respectivas famílias. Estes caracteres associados ao número de miômeros permitiram auxiliar na identificação e descrição das fases iniciais de *Lile piquitinga*.

Os caracteres merísticos, morfológicos e osteológicos constituem uma importante ferramenta para a identificação de larvas cuja morfologia externa é extremamente semelhante. No entanto, se faz necessário conhecer a ontogenia de outras espécies, afim de ampliar o conhecimento sobre a história de vida da ictiofauna da região nordeste, ainda tão incipiente.

É imprescindível que outros estudos de ontogenia sejam realizados, envolvendo as fases iniciais de desenvolvimento, sobretudo da família Engraulidae, grupo diversificado e economicamente importantes para a pesca artesanal do litoral brasileiro, cuja maioria das espécies não tem sua ontogênica descrita.

APÊNDICE

Espécies de peixes Clupeiformes resgistrados no litoral de Pernambuco.

Família Pristigasteridae



Chirocentrodon bleekerianus



Pellona harroweri

Família Engraulidae



Anchoa filifera



Anchoa januaria



Anchoa lyolepis



Anchoa tricolor



Anchovia clupeioides



Anchoviella lepidentostole



Lycengraulis grossidens

Família Clupeidae



Harengula clupeola



Lile piquitinga



Opisthonema oglinum