

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE  
PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA BIOLÓGICA**

**MORFOLOGIA E BIOMETRIA DO  
DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO DA  
RAIA *Sympterygia acuta* Garman, 1877  
(ELASMOBRANCHII; RAJIDAE)**

**FERNANDA CALDEIRA BRANT**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Oceanografia Biológica da Fundação Universidade Federal do Rio Grande, como requisito parcial à obtenção do título de MESTRE.

Orientador: CAROLUS MARIA VOOREN

**RIO GRANDE**  
Abril de 2006

“Tu te tornas eternamente  
responsável por aquilo que  
cativas.”

**O Pequeno Príncipe**

*Antoine de Saint-Exupéry*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Maria José e Bernardo, por terem tornado este sonho possível, pelo amor incondicional e todo o apoio.

Aos meus irmãos, Juliana e Bruno, pelos momentos de alegria, pelas eternas brigas e por todo o incentivo. Aos meus avós, tios e primos queridos, que mesmo estando longe se fizeram presença constante em minha vida. A tia Virgínia por ser um exemplo de mulher a ser seguido, e que estará sempre no meu coração. A tia Margô, tio Teixeira, Guga e Léo pelo acolhimento, amizade e incentivo para que eu viesse atrás do meu sonho em terras gaúchas.

Aos irmãos de coração, Marquinhos, Paty, Dudu, Sés, Gui, Claudinha, Alex e Déia, por estarem ao meu lado nos momentos bons e ruins e, pelo apoio na caminhada rumo ao desconhecido. As Estrelinhas e ao Nilson pela amizade e companheirismo durante a primeira fase desta jornada, a faculdade. Aos Manés e demais Trilobitas por tornarem minha vida mais alegre e pelas idas, passadas e futuras, a São Gonçalo do Rio das Pedras. Ao Gabriel “mané” Magno por toda a diversão e entretenimento!

Aos amigos de laboratório Fernanda, Michel, Carmem, Caio, Santiago e Gabriel por tornarem a FURG um local agradável de se trabalhar, pela amizade e quitutes. Ao Votto por toda ajuda na secretaria do departamento.

Ao Cristiano, Prof. Zeca e todo o pessoal do Lab. de Ictioplâncton pelo empréstimo de equipamentos e pela paciência.

Aos amigos do Cassinão Jú, Loreta, Gabi, Katry, Katharina, Pedro, Marcos e Jorginho pela amizade, almoços, churrascos, salchipão, cinema... Enfim, por terem se tornado a minha família em Rio Grande. Aos meus mais novos “irmãos” Luciano e André

pela ótima convivência, noitadas, longas discussões científicas, pelas tardes com chimarrão assistindo futebol na TV, pelo companheirismo e amizade. A Claudinha e a Val por terem acolhido uma desconhecida. A Denise, Aina e Mércia pela amizade e companhia no frio inverno de 2004. A todas as “gurias” do time de futebol feminino da Pós pelos jogos de final de semana e pelas duas Oceaníadas conquistadas, que nos renderam muita cerveja. Aos professores Dr. Ulisses Leite Gomes; PhD. José Henrique Muelbert e Dr. João Carlos Brahm Cousin pelas contribuições para a melhoria deste trabalho.

A Fundação Universidade Federal do Rio Grande pela Infra-estrutura e oportunidade.

A CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa concedida.

Ao Vooren, meu orientador, que me abriu as portas para o mundo dos elasmobrânquios!!! Por ter me ensinado com tanta paixão a beleza desses seres.

## ÍNDICE

	Página
Resumo .....	1
Palavras-chave .....	1
Abstract .....	2
Key words .....	2
Introdução .....	3
Material e métodos .....	7
Coletas .....	7
Processamento do material coletado .....	8
Análise de dados .....	14
Resultados .....	15
Descrição dos estágios de desenvolvimento .....	16
Estágios de desenvolvimento embrionário e abertura da cápsula ovígera .....	25
Crescimento das estruturas corporais .....	26
Crescimento embrionário .....	27
Redução do comprimento total com a fixação/preservação .....	29
Incidência mensal de estágios .....	30
Incidência de estágios em um mesmo ninho .....	31
Discussão e Conclusão .....	32
Cápsulas .....	32
Descrição dos estágios de desenvolvimento .....	32
Abertura da cápsula ovígera e crescimento embrionário .....	35
Crescimento das estruturas corporais .....	38
Redução do comprimento total com a fixação/preservação .....	39
Incidência mensal de estágios .....	40
Embriologia e Filogenia .....	41
Referências Bibliográficas .....	43
Tabelas .....	48
Figuras .....	56

## RESUMO

O desenvolvimento da raia *Sympterygia acuta* foi descrito baseado em uma série completa de embriões do estágio 17, o primeiro estágio onde a forma do corpo e a primeira fenda branquial podem ser distinguidos, até a eclosão. Os embriões foram provenientes de cápsulas ovíferas coletadas na praia de Cassino, estado do Rio Grande do Sul, Brasil. As características externas destes espécimes foram usadas para estabelecer uma tabela de estágios de *S. acuta*. Cada estágio é definido por um conjunto de características morfológicas que inclui a abertura e a posição das sucessivas fendas branquiais, do tamanho e da forma das nadadeiras peitorais (disco) e pélvicas, da forma da boca e da posição dos espiráculos. A relação entre a massa de vitelo e o crescimento do embrião em massa está de acordo com o padrão conhecido para elasmobrânquios ovíparos e vivíparos lecitotróficos. O Estágio 30 é marcado por grandes mudanças, como a pré-eclosão, o início da entrada de vitelo no sistema digestivo do embrião, e início do real crescimento embrionário. O estudo fornece uma comparação com outros embriões de Chondrichthyes baseada nas características externas. O desenvolvimento das nadadeiras peitorais, que desde o começo ocupam toda a face lateral da região abdominal, é uma divergência importante entre esta raia e tubarões, exceto Squatinidae. Isto pode ser uma evidência de que filogeneticamente as Rajidae e Squatinidae são próximas, e que o desenvolvimento embrionário aporta informações relevantes para o estudo da filogenia.

Palavras-chave: *Sympterygia acuta*, embriologia, desenvolvimento, utilização de vitelo, pré-eclosão.

## ABSTRACT

The development of the skate *Sympterygia acuta* is describe based on a complete series of embryos from stage 17, the earliest stage in which the body forms and first visceral cleft can be distinguished, to hatching. The embryos were obtained from egg-cases caught at Cassino Beach, State of Rio Grande do Sul, Brasil. The external features of these specimens are used to establish a stage table of *S. acuta*. Each stage is defined by a suite of morphological characters including the opening and position of the successive visceral clefts, size and shape of pectoral (disc) and pelvic fins, shape of mouth and position of spiracles. The yolk-embryo weight relationship agrees with the pattern found in other elasmobranchs oviparous and viviparous lecithotrophic. The stage 30 is marked by great changes, as the pre-hatching, the beginning of the entrance of yolk in the digestive system of the embryo, and the beginning of the real embryonic growth. The study provides a comparison with other condrichthyan embryos based on external features. The development of the pectoral fins, which since the beginning occupies the whole side of the abdominal region, is the most important divergence between this skate and the sharks, except from Squatinidae. This might be an evidence that Rajidae and Squatinidae have a close phylogenetic relationship.

Key words: *Sympterygia acuta*, embryology, development, yolk utilization, pre-hatching.

## INTRODUÇÃO

*Sympterygia acuta* Garman, 1877 (Rajoidea, Rajidae) é uma raia endêmica do Atlântico Sul Ocidental, que ocorre entre 23° e 43° S e passa todo o seu ciclo de vida nas águas costeiras rasas, em profundidades que variam de 0 a 40 m, existindo registros de espécimes capturados em águas com temperatura variando de 13,9 a 22,5°C e salinidade variando entre 30,84 e 33,4 (Menni, 1973; Menni & Stehmann, 2000). É um elasmobrânquio demersal de presença constante nas águas sul brasileiras, sem variações sazonais de sua abundância (Vooren, 1998).

*S. acuta* é uma raia ovípara que, deposita suas cápsulas ovíferas no fundo do mar, aderidas por meio dos chifres posteriores, a aglomerados vegetais e materiais de origem antrópica, tais como plásticos, redes e cordas. As cápsulas recém depositadas são de cor verde oliva metálico, possuem delicada estriação longitudinal nas superfícies ventral e dorsal, e têm em torno de 48 mm de comprimento e 30 mm de largura. A borda lateral é uma flange com cerca de 2 mm de largura, orientada dorso-ventralmente (Oddone & Vooren, 2002). O comprimento e o peso do embrião ao eclodir são de aproximadamente 79 mm e 1,8 g, respectivamente (Oddone & Vooren, 2002).

De acordo com a posição das cápsulas no oviduto e na cloaca da fêmea as extremidades da cápsula são definidas como anterior e posterior. A extremidade anterior está voltada para o crânio da fêmea, e corresponde àquela que possui dois chifres curtos; enquanto a extremidade dos chifres longos é a posterior, que está voltada para a cloaca da fêmea, sendo a primeira a sair na ovoposição (Clark, 1922). Cada um dos quatro chifres possui uma fenda em sua base, que é aberta durante o desenvolvimento embrionário.



Yio (1931) descobriu o sistema de abertura das fendas da cápsula em *Scyliorhinus canicula*, o qual chamou de pré-eclosão e observou que a abertura das fendas estava associada a uma glândula frontal, a qual ele denominou de glândula de eclosão. Segundo Mellinger *et al.* (1986) e Lechenault *et al.* (1993) a glândula de eclosão secreta hidrolases que digerem os glicosaminoglicanos que fecham as fendas da cápsula, resultando na abertura parcial da cápsula.

Os estudos detalhados do desenvolvimento embrionário de elasmobrânquios tiveram início com as descrições feitas por Balfour (1878), dos estágios do desenvolvimento embrionário do tubarão *Scyliorhinus canicula* e de espécimes de *Galeus melastomus* e da raia *Torpedo marmorata*. Ele descreve desde a segmentação e gastrulação até o final do desenvolvimento embrionário, e define 16 estágios de desenvolvimento baseados em características da morfologia externa.

Estudos posteriores apresentam o desenvolvimento embrionário de elasmobrânquios mais detalhadamente, sempre utilizando *S. canicula*, como o de Wintrebert (1922), o de Mellinger *et al.* (1984) e o de Ballard *et al.* (1993), sendo este último o único a utilizar uma série completa de exemplares. Didier *et al.* (1998) descrevem 20 estágios do desenvolvimento embrionário da quimera *Callorhinchus milii*, que vão do início da formação do corpo do embrião até a eclosão. Esse trabalho mostra que o início do desenvolvimento embrionário das três linhagens de Chondrichthyes (tubarões, raias e quimeras) é correspondente.

Com relação ao desenvolvimento embrionário de raias, Balfour (1878) descreve um estágio inicial do desenvolvimento da raia *Torpedo marmorata*, Ziegler & Ziegler (1892

*apud* Wourms, 1997) descrevem a gastrulação e os estágios B a K de Balfour de *T. marmorata*, e Clark (1927) descreve o desenvolvimento da *Raja brachyura*, apresentando também a taxa de crescimento corporal do embrião de acordo com o período de incubação da cápsula.

Não se encontra na literatura descrições de todo o desenvolvimento embrionário de uma espécie de raia, e tampouco descrições da maneira como se desenvolvem feições morfológicas típicas dos Batoidea, a saber, o achatamento do corpo, a expansão lateral das nadadeiras peitorais e a fusão destas com a cabeça e o abdômen, e o posicionamento ventral das fendas branquiais.

O desenvolvimento embrionário também pode ser estudado em termos quantitativos, com medições da duração das fases de desenvolvimento e das taxas de consumo de água e dos nutrientes presentes na reserva vitelínica do ovo, na albumina do ovo e da água do mar que entra na cápsula. O crescimento do embrião, é o processo de transformação de vitelo em massa embrionária, medido pela taxa de aumento do tamanho e da massa do corpo em relação ao consumo da reserva vitelínica. Sobre esse processo, que já foi estudado em várias espécies vivíparas e em *S. canicula*, não existem informações para raias ovíparas (Ranzi, 1932, 1934; TeWinkel, 1943; Mellinger *et al.*, 1986; Capapé *et al.*, 1990; Lechenault *et al.*, 1993).

Compagno (1977) sugere que os Batoidea sejam tubarões derivados. Segundo Shirai (1992) morfologicamente os Batoidea são derivados de tubarões, pertencendo ao grupo hipno-esqualeano, que é um conjunto monofilético que inclui os tubarões Squatinidae e Pristiophoridae. Dunn & Morrissey (1995) utilizando todas as linhagens vivas de tubarões e raias, apontam os tubarões e raias como grupos separados, mas também separam os tubarões em duas linhagens. Douady *et al.* (2003) apresentam os Batoidea como um grupo

irmão do clado constituído por todas as ordens de tubarões, ou seja, duas linhagens monofiléticas. Segundo a Lei da Biogenética Fundamental de Haeckel, a ontogênese resume a filogênese, ou seja, o desenvolvimento de um indivíduo recapitula as fases evolutivas de sua linhagem (Houillon, 1977). Portanto, o estudo do desenvolvimento embrionário de raias é relevante para esclarecer a filogênia dos elasmobrânquios e até mesmo dos Chondrichthyes como um todo (Didier *et al.*, 1998).

O objetivo deste trabalho é descrever o desenvolvimento embrionário da raia *Sympterygia acuta* quanto às características da morfologia externa e ao crescimento embrionário, determinar se ocorre e quando ocorre o processo de pré-eclosão, apresentar características úteis aos estudos filogenéticos que utilizam a morfologia como ferramenta e avaliar a redução do tamanho do material com a fixação/preservação. Esta espécie de raia foi escolhida devido à grande incidência de suas cápsulas ovíferas nas areias da praia do Cassino, RS.

## MATERIAL E MÉTODOS

### COLETAS

Para a coleta de cápsulas ovíferas de *Sympterygia acuta*, foram realizadas saídas a campo com periodicidade de duas vezes por semana, nos meses de junho a dezembro de 2004 e de 2005, percorrendo-se com automóvel 20 km de praia ao sul do Molhe Oeste na Praia do Cassino/RS, com uma única saída de 69 km ao sul do Molhe Oeste.

A presença ou ausência de ninhos de *S. acuta* na praia nos dias de saída foi registrada, sendo as cápsulas de *S. acuta* identificadas de acordo com Oddone & Vooren (2002). É possível determinar o conteúdo da cápsula por transparência, colocando-a contra a luz. Este foi o método adotado para coletar somente cápsulas contendo embriões e ovos visíveis.

De cada ninho foi registrada a constituição do ninho, o número de cápsulas presentes e o número de cápsulas contendo embriões. Ninhos pequenos foram coletados integralmente. De ninhos grandes foram retiradas as cápsulas contendo embriões, identificadas em relação ao ninho do qual foram retiradas. O material coletado foi posto em baldes para o transporte ao laboratório. Cada ninho recebeu uma numeração em algarismos romanos.

Um total de 215 cápsulas, em 86 ninhos, foram coletadas na praia do Cassino. As cápsulas foram numeradas seguindo uma série de algarismos arábicos, precedidos pela letra E. Uma das cápsulas coletadas em junho de 2004 apresentava dois embriões com sacos vitelínicos distintos. As demais cápsulas continham um embrião cada. Os embriões de 180

cápsulas foram analisados no presente estudo. Os embriões das demais cápsulas estavam em decomposição.

No mês de fevereiro de 2005, cinco cápsulas ovíferas foram coletadas com rede de arrasto de fundo, na costa sul do Rio Grande do Sul, entre as latitudes de 32° 04'S e 32° 58' S, profundidade entre 10 e 16 m, e temperatura de fundo de 23,5 °C; durante um levantamento realizado pelo Navio Oceanográfico Atlântico Sul. Os embriões destas cápsulas foram numerados e identificados com a letra S.

Foi ainda examinada a amostra de 39 embriões de *S. acuta* da coleção do Laboratório de Elasmobrânquios e Aves Marinhas – FURG. Essa amostra foi coletada na praia do Cassino em agosto de 1993, e as cápsulas identificadas como sendo de *S. acuta*. Os embriões estavam preservados em álcool 70%, e identificados no vidro de número 170. Cada um destes embriões recebeu um número precedido pela letra C, que os identifica como pertencentes à coleção.

## PROCESSAMENTO DO MATERIAL COLETADO

Foi observado no material fresco, que embriões de comprimento total superior a 7,0 mm apresentam movimentos rítmicos da cauda e/ou movimentos em resposta a uma ação mecânica externa. As cápsulas coletadas na praia foram mantidas na geladeira, imersas em água doce, até constatada a imobilidade do embrião, que pode ser a anestesia ou mesmo a morte do embrião dentro da cápsula, em geral correspondendo a 24 horas.

Através da leve pressão sobre a cápsula, as cápsulas foram classificadas como fechadas ou abertas em relação à abertura das fendas na base dos quatro chifres da cápsula, o que

corresponde ao processo da pré-eclosão. Cápsulas fechadas não se deformam, sendo as fendas abertas identificáveis visualmente e pelo vazamento da albumina contida no interior da cápsula (Clark, 1922). Da cápsula aberta registrou-se quais fendas estavam abertas. Posteriormente, a cápsula foi medida e cortada para a retirada do embrião.

Das 180 cápsulas que tiveram seus embriões analisados, 88 foram medidas (Tab. 1). As medidas das 88 cápsulas servem para confirmar a identificação das mesmas, através da comparação com os valores encontrados por Oddone & Vooren (2002).

Cinco medidas, em milímetros, foram tomadas das cápsulas com auxílio de paquímetro, sendo elas (Fig. 1):

CTCP – Comprimento da cápsula: medida na linha média entre as extremidades anterior e posterior da cápsula, excluindo-se os chifres (Clark, 1922);

LC – Largura da cápsula: distância entre as bordas laterais da parte central da cápsula (Clark, 1922);

DL – Distância entre os chifres posteriores: medida entre a face interna da base dos chifres posteriores;

DLX - Distância externa entre os chifres posteriores: medida entre as margens externas das bases dos chifres posteriores, incluindo-se a largura dos chifres nesse ponto;

DCX – Distância externa entre os chifres anteriores: medida entre as margens externas das bases dos chifres anteriores, incluindo-se a largura dos chifres nesse ponto.

Os embriões coletados foram submetidos a procedimentos distintos, de acordo com a quantidade de embriões coletada em cada saída de campo e o estágio de desenvolvimento do embrião contido na cápsula. Quando apenas o ovo era visível dentro da cápsula, foi feita

uma incisão na cápsula, a qual então foi fixada em formalina 4%, sem a retirada de seu conteúdo devido à fragilidade do material.

Quando o número de embriões coletados foi superior a 20, uma parte da amostragem dos embriões foi selecionada para ser fixada em formalina 4% logo após a abertura da cápsula. Isto ocorreu para que não houvesse perda de material por apodrecimento, devido à demora do processamento. Essa seleção foi aleatória. Das demais cápsulas, 71 embriões foram retirados, pesados, medidos ainda frescos, e depois fixados em formalina 4%. A relação do peso é feita com o comprimento total do embrião medido a fresco.

Quatro diferentes pesos foram obtidos, em gramas, com balança de precisão com quatro casas decimais:

PT – Peso Total: peso do sistema embrionário completo, definido como o embrião mais o saco vitelínico externo com o vitelo;

PSVE – Peso sem vitelo externo: peso do embrião com o epitélio do saco vitelínico externo, sem vitelo;

PE – Peso do embrião: Peso do embrião sem o saco vitelínico externo e o conteúdo deste;

PESV – Peso do embrião sem vitelo: Peso do embrião sem saco vitelínico externo, sem vitelo externo e sem vitelo interno (quando presente).

Com os pesos obtidos foi possível calcular o peso do vitelo externo e interno, e o peso do saco vitelínico externo (membranas de revestimento).

Os pesos dos embriões foram utilizados para se avaliar o crescimento embrionário e o processo de transformação de vitelo em tecido embrionário, estimado pela

proporcionalidade entre o aumento de massa corporal e o consumo da massa vitelínica em um determinado intervalo do comprimento, segundo Sunyé, 1993:

$$TT = (PSV_2 - PSV_1) / (PV_1 - PV_2)$$

onde TT é a taxa de transformação, PSV é o peso do embrião com o epitélio do saco vitelínico externo, sem vitelo externo e interno (quando presente); PV é o peso do vitelo (externo e/ou interno), e os números 1 e 2 indicam as fases iniciais e finais respectivamente, do intervalo de estágios de desenvolvimento embrionário considerado.

Medidas corporais foram obtidas dos embriões frescos e preservados, sendo que o número de medidas por embrião variou de acordo com o estágio de desenvolvimento e a formação das estruturas medidas. As medidas, em milímetros, foram realizadas com paquímetro, de acordo com Hubbs & Ishiyama (1968), Menni (1973) e Martin & Calliet (1988) (Fig. 2):

CT – Comprimento total: a partir do ponto mais anterior do corpo, sendo a extremidade do focinho ou o topo da cabeça, até a extremidade da cauda;

CF – Comprimento do focinho (comprimento pré-oral): da extremidade do focinho até a boca, sendo esta a margem da mandíbula superior;

CA – Comprimento da cabeça: a partir do ponto mais anterior do corpo, sendo esse ponto a extremidade do focinho ou o topo da cabeça, até a quinta fenda branquial;

CPC – Comprimento pré-caudal: a partir do ponto mais anterior do corpo, sendo esse ponto a extremidade do focinho ou o topo da cabeça, até a abertura cloacal;

CC – Comprimento da cauda: a partir da abertura cloacal até a extremidade posterior da cauda;



CL – Comprimento do cláspere: a partir da abertura cloacal até a extremidade do cláspere;

LD – Largura do disco: distância entre as extremidades laterais das nadadeiras peitorais;

LB – Largura da boca: distância entre as margens laterais da boca;

DE – Distância entre espiráculos: entre as bordas internas dos espiráculos.

A partir das medidas de comprimento pré-caudal e o comprimento da cabeça foi possível obter o comprimento do tronco, sendo  $CTR = CPC-CA$ ; comprimento do tronco, definido como a distância entre a quinta fenda branquial e a abertura cloacal.

Três medidas foram obtidas com auxílio de paquímetro, em milímetros, das nadadeiras peitorais em desenvolvimento, sendo elas (Fig. 3):

PCOM – Comprimento da nadadeira peitoral: distância entre as extremidades caudal e cranial da nadadeira peitoral, medido paralelo ao corpo do embrião;

PLARG – Largura da nadadeira peitoral: distância entre a base e a extremidade lateral da nadadeira;

PBAS – Comprimento da base da nadadeira peitoral: distância entre a origem e inserção da nadadeira (Compagno, 1984).

As medidas morfométricas foram padronizadas mediante a conversão em percentagem do comprimento total segundo Bass (1973). As medidas corporais foram utilizadas para se avaliar o crescimento das diversas estruturas e regiões corporais ao longo do desenvolvimento embrionário. Para os embriões entre os estágios 17 e 25 do desenvolvimento embrionário, apenas o comprimento total foi medido. As estruturas corporais foram medidas a partir do estágio no qual elas foram identificadas, ou seja, a partir do estágio no qual foi possível determinar os pontos de referência para cada medida.

A largura do disco foi medida a partir do estágio 26, pela medição da distância entre as extremidades laterais das nadadeiras peitorais.

Neste trabalho foram utilizadas as medidas dos embriões preservados, aproveitando-se além dos embriões coletados, ainda os 39 embriões preservados disponíveis na Coleção do Laboratório de Elasmobrânquios e Aves Marinhas da FURG. Faz-se exceção na análise da relação entre o peso e o comprimento total, onde as medidas foram realizadas a fresco.

Todos os embriões fixados foram preservados em álcool 70%. Os embriões preservados, incluindo os coletados no decorrer deste trabalho e aqueles já presentes na coleção, foram medidos e observados com o auxílio de microscópio estereoscópio. Os embriões que foram medidos a fresco e preservados foram usados para avaliar a redução corporal que, segundo Mellinger *et al.* (1984) e Ballard *et al.* (1993), ocorre devido à fixação e preservação do material.

O formato corporal e da cabeça, flexão craniana, desenvolvimento das nadadeiras, presença de filamentos branquiais externos, abertura das fendas branquiais, formação da boca e da cloaca e a presença de espinhos dorsais também foram registrados, segundo procedimentos adotados por Balfour (1878), Mellinger *et al.* (1984) e Ballard *et al.* (1993).

Baseado nas características externas dos embriões e em suas medidas, estágios de desenvolvimento foram determinados de forma a compor uma tabela que seja representativa do desenvolvimento embrionário de *Sympterygia acuta*. Esta tabela foi construída de modo comparativo com as tabelas já existentes para outras espécies de Chondrichthyes, a saber, a de Ballard *et al.* (1993) para *Scyliorhinus canicula* e a de Didier *et al.* (1998) para *Callorhinchus milii*.

Após a determinação dos estágios de acordo com as características da morfologia externa, indivíduos de cada estágio do desenvolvimento embrionário foram dissecados para a observação da transferência do vitelo do saco vitelínico externo para o sistema digestivo do embrião e para o saco vitelínico interno.

Um exemplar de cada estágio de desenvolvimento embrionário foi fotografado e desenhado. As fotografias foram realizadas com câmara digital com e sem o auxílio do microscópio estereoscópio. Os desenhos foram feitos em câmara clara WILD TYP 308700, acoplada a um microscópio estereoscópio da marca WILD HEERBRUGG modelo M8. Os desenhos foram realizados com o objetivo de se ilustrar da melhor forma possível as características externas visíveis por transparência.

## ANÁLISE DE DADOS

Utilizando-se o programa Statistica versão 5.0, foi realizada análise de covariância para testar diferenças nas proporções corporais entre os sexos de acordo com o comprimento total e o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis foi utilizado quando os pré-requisitos da análise de covariância não foram atendidos. Em todas as análises foi adotado o nível de significância de  $\alpha = 0,05$ .

## RESULTADOS

Em 2004 foram encontrados emaranhados contendo cápsulas de *Sympterygia acuta* (Fig. 4) nos meses de junho, agosto, setembro, outubro e novembro. Em 2005 apenas nos meses de setembro e novembro. Apesar da ausência de cápsulas de *S. acuta* nos demais meses de saídas de campo, que correspondeu ao período de junho a dezembro, os emaranhados aos quais elas se encontravam presas apareceram na praia durante todo o período.

Um total de 86 ninhos de *S. acuta* foi analisado (Fig. 5). Ninhos contendo apenas três cápsulas foram mais frequentes (25%). O número de cápsulas por ninhos variou de um até 50; com média de 7,7 cápsulas por ninho. A maioria das cápsulas estava vazia, o que pode estar relacionado a eclosão destas cápsulas antes delas serem trazidas a praia, ou a predação. O número de cápsulas com embriões em um mesmo ninho variou de um a 15, sendo que em 67% dos ninhos apenas um embrião foi encontrado. A constituição dos ninhos foi de itens antrópicos derivados ou não da pesca (plástico, nylon, alumínio, arame, pano e cordas), algas e talos de vegetação terrestre, e animais marinhos vivos ou parte deles (ovos, ossos e escamas de peixes; siris e conchas de bivalves e gastrópodes; tubos de poliquetas e briozoários), confirmando as descrições feitas por Oddone & Vooren (2002). Quatro ninhos apresentaram uma cápsula ovígera de *Sympterygia bonapartii*, sendo estas identificadas pela cor âmbar e maior tamanho, que segundo Mabragaña *et al.* (2002) tem comprimento médio de  $76,75 \pm 3,92$  mm e largura média de  $48,37 \pm 0,74$  mm.

## DESCRIÇÃO DOS ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO

Os primeiros estágios de clivagem até o início da neurulação dos embriões de *Sympterygia acuta* não foram encontrados, portanto não estão descritos neste trabalho. O primeiro estágio de desenvolvimento embrionário descrito neste trabalho recebeu a designação de Estágio 17, e corresponde ao início da formação do corpo do embrião, com distinção crânio-caudal e aparecimento da primeira fenda branquial. Com isso, o primeiro estágio do desenvolvimento embrionário de *S. acuta* aqui descrito, fica correspondente aos descritos por Ballard *et al.* (1993) para *Scyliorhinus canicula* e por Didier *et al.* (1998) para *Callorhynchus milii*.

Nos diferentes estágios de desenvolvimento embrionário observou-se o grau de desenvolvimento das fendas e filamentos branquiais, da boca, dos olhos, dos espiráculos, das fendas nasais, da fenda cloacal, das fossetas olfativas, das nadadeiras peitorais, pélvicas e dorsais, dos espinhos do dorso e da cauda, do saco vitelínico externo e interno, e da pigmentação do corpo. As principais características de cada estágio são apresentadas de forma resumida, na tabela 2.

### Estágio 17 (Figs. 6A e 19A) – 1 exemplar examinado

Comprimento total de 4,0 mm. O embrião está começando a se destacar sobre o frágil tecido que recobre o saco vitelínico externo, desenvolvendo-se no eixo crânio-caudal. Tem a forma de uma fita transparente, lateral ao saco vitelínico externo, que tem 22,0 mm de diâmetro. O corpo é curvo, com a cauda e a cabeça voltadas para o ventre. É visível a primeira fenda branquial, ainda fechada. A vesícula óptica é perceptível.

#### Estágio 18 (Figs. 6B e 19B) – 3 exemplares examinados

Comprimento total de 4,5 a 5,0 mm. O embrião tem corpo em fita e transparente, e é contínuo ao saco vitelínico externo, no qual encontra-se lateralmente deitado. Por transparência são identificáveis as vesículas encefálicas (prosencefalo, mesencefalo e rombencefalo). As duas primeiras fendas branquiais, são visíveis mas estão fechadas. A vesícula óptica não se alterou e o placódio auditivo já é detectável. O cordão vitelínico que posteriormente será formado não é visível, estando o embrião ligado ao saco vitelínico externo na parte central de seu corpo.

#### Estágio 19 (Figs. 6C e 19C) – 3 exemplares examinados

Comprimento total de 7,0 mm. A cabeça e a cauda continuam curvas em direção ao ventre. Três fendas branquiais são visíveis, mas nenhuma delas está aberta para o exterior. A fenda bucal é visível no lado ventral, entre as fendas branquiais. O coração torna-se visível por transparência. O embrião está se distanciando do saco vitelínico externo, mas o cordão vitelínico ainda não tem sua estrutura formada. Ao invés dele há uma ligação ventral contínua na extensão do embrião, indo da cabeça até a metade do corpo. O saco vitelínico externo ainda não é vascularizado e seu revestimento é muito frágil, sendo facilmente rompido. O embrião começa a fazer movimentos serpenteados.

#### Estágio 20 (Figs. 7A e 19D) – 1 exemplar examinado

Comprimento total de 7,5 mm. O embrião continua transparente. A segunda fenda branquial se abre, sendo visíveis a primeira, terceira e quarta fendas. Onde eram visíveis os

placódios ópticos podem-se identificar os cálices ópticos com as vesículas das lentes. Uma saliência é observada onde se formará a fenda cloacal.

Estágio 21 (Figs. 7B e 19E) – 2 exemplares examinados

Comprimento total de 7,7 mm. O corpo está flexionado no eixo crânio-caudal, formando uma curvatura. O embrião ainda é transparente. Estão abertas as primeiras (que se diferenciarão em espiráculos) e as segundas fendas branquiais, e da terceira até quinta se tornam visíveis. A fenda bucal tem a forma de uma abertura ventral losangular entre as fendas branquiais. É visível o placódio olfativo. O cordão vitelínico já começa a se estreitar.

Estágio 22 (Figs. 7C e 19F) – 1 exemplar examinado

Comprimento total de 8,9 mm. O embrião é transparente. Não há muitas modificações em relação ao estágio anterior. Estão abertas três fendas branquiais, da primeira a terceira, e as outras três já são visíveis. As fossetas olfativas estão formadas como invaginações onde se encontravam os placódios olfativos. O cordão vitelínico é formado, com ducto vitelínico e vasos sangüíneos.

Estágio 23 (Figs. 8A e 19G) – 4 exemplares examinados

Comprimento total de 7,0 a 12,7 mm. Cinco fendas branquiais estão abertas, sendo visíveis brotos de filamentos branquiais da segunda a quarta fendas. A primeira fenda branquial, que se diferenciará em espiráculo, não apresenta filamentos branquiais. As lentes oculares são visíveis. As fossetas olfativas estão mais fundas. As nadadeiras peitorais

começam a ser formadas e, neste estágio apresentam-se como cristas dérmicas. O embrião movimenta-se ativamente. O saco vitelínico externo começa a ser revestido e a apresentar vasos sanguíneos.

#### Estágio 24 (Figs. 8B e 20A) – 4 exemplares examinados

Comprimento total de 9,5 a 15,7 mm. Neste estágio as seis fendas branquiais estão abertas, sendo que da segunda a quinta já são visíveis brotos de filamentos branquiais. A primeira fenda, que originará o espiráculo, começa a se estreitar. As lentes são salientes nos cálices ópticos. Agora, além das nadadeiras peitorais, as nadadeiras pélvicas estão se formando como cristas dérmicas. No local onde posteriormente se abrirá a cloaca é visível uma membrana cloacal.

#### Estágio 25 (Figs. 8C e 20B) – 3 exemplares examinados

Comprimento total de 12,4 a 18,0 mm. Agora brotos de filamentos branquiais são visíveis da segunda a sexta fendas. A fenda bucal começa a se estreitar. As nadadeiras peitorais e pélvicas estão maiores, sendo que as nadadeiras peitorais já ocupam toda a lateral da região abdominal do embrião. O saco vitelínico externo está parcialmente revestido.

#### Estágio 26 (Figs. 9 e 20C) – 8 exemplares examinados

Comprimento total de 14,1 a 21,0 mm e a distância entre as extremidades das nadadeiras peitorais que darão origem ao disco é de 2,1 a 3,6 mm. A primeira fenda branquial começa a se diferenciar em espiráculo. Pequenos filamentos branquiais estão



presentes da segunda a sexta fendas e têm comprimento decrescente a partir da segunda fenda branquial. Os olhos e as lentes estão formados, mas ainda não são pigmentados. A cabeça apresenta um focinho saliente. A fenda bucal está estreita, mas ainda é losangular. As fossetas olfativas estão em migração para a região ventral, estando neste estágio na dobra do rostro. As nadadeiras peitorais apresentam formato arredondado e os raios são visíveis. A dobra sagital, que posteriormente dará origem as nadadeiras dorsais, começa a se formar. O saco vitelínico externo está completamente revestido e vascularizado, e não é tão frágil como anteriormente.

#### Estágio 27 (Figs. 10 e 20D) – 11 exemplares examinados

Comprimento total de 19,0 a 23,8 mm e a distância entre as extremidades das nadadeiras peitorais é de 3,3 a 4,5 mm. O embrião continua transparente. As vesículas encefálicas e o cordão nervoso permanecem visíveis por transparência. Os filamentos branquiais presentes nas cinco fendas ainda são curtos. Os arcos mandibulares que até então formavam uma abertura ventral losangular, mudam seu formato e formam a boca que agora é losangular ovalada. Os espiráculos estão migrando para próximo aos olhos. Os olhos ainda não estão pigmentados. O corpo do embrião começa a apresentar o característico formato corporal das raias. As nadadeiras peitorais começam a se prolongar em direção a região cranial, mas não se sobrepõem às nadadeiras pélvicas. Já é possível distinguir as duas nadadeiras dorsais, salientes na dobra sagital presente na cauda.

Estágio 28 (Figs. 11 e 21A) – 12 exemplares examinados

Comprimento total de 21,4 a 28,0 mm e a distância entre as extremidades das peitorais de 4,2 a 6,6 mm. As cinco fendas branquiais estão em posição ventral, característica dos Batoidea. A boca tem formato oval. As fendas nasais estão na dobra do focinho, que começa a se desenvolver. Tem-se início a pigmentação ao redor do globo ocular. Os espiráculos têm formato oval e estão próximos aos olhos. As extremidades anteriores das nadadeiras peitorais são curvadas em direção ao tronco e alcançam a primeira fenda branquial, mas não estão fundidas.

Estágio 29 (Figs. 12 e 21B) – 16 exemplares examinados

Comprimento total de 25,2 a 33,6 mm e distância entre as extremidades das nadadeiras peitorais de 4,0 a 8,3 mm. O embrião ainda é transparente, sendo as vesículas encefálicas e o canal nervoso visíveis. Os filamentos branquiais estão mais longos que no estágio anterior. A pigmentação preta ao redor do globo ocular agora está completa, mas ainda é fraca. A boca está em forma de fenda. As nadadeiras peitorais curvas continuam se prolongando e começam a se fundir lateralmente à cabeça atingindo a altura dos olhos, e sobrepõem-se às nadadeiras pélvicas. As duas nadadeiras dorsais já estão bem marcadas na dobra sagital, que continua presente.

### Estágio 30 (Figs. 13 e 21C) – 33 exemplares examinados

Comprimento total de 29,0 a 40,8 mm e a distância entre as extremidades das nadadeiras peitorais é de 6,2 a 11,7 mm. No embrião transparente, além das vesículas encefálicas e do cordão nervoso, os vasos sanguíneos também são visíveis. O cérebro é proeminente, se destacando acima do disco. As fendas nasais estão ligadas a boca. Os filamentos branquiais atingem o máximo de seu desenvolvimento. As nadadeiras peitorais atingem os olhos e já estão lateralmente fundidas à cabeça, e o disco então começa a se formar. As nadadeiras pélvicas têm formato triangular, mas as extremidades ainda são arredondadas. O clássper começa a se desenvolver nos machos, sendo arredondado. As duas nadadeiras dorsais já estão distintas na ponta da cauda, mas a dobra sagital ainda persiste. A cauda apresenta membrana lateral em sua porção distal e, a fileira mediana de espinhos no dorso e na cauda se torna visível sob a epiderme. O vitelo presente no saco vitelínico externo começa a ser transferido para o interior do embrião, sendo encontrado na parte interna do cordão vitelínico e no intestino.

É neste estágio também que se inicia a abertura da cápsula ovígera, pela abertura das fendas presentes em cada uma das quatro extremidades da cápsula (Tabela 3). Esta abertura é gradativa, abrindo uma fenda e em seguida as demais, podendo demorar até o estágio 34 para estarem as quatro fendas abertas.

#### Estágio 31 (Figs. 14 e 21D) – 30 exemplares examinados

Comprimento total de 36,2 a 53,2 mm e largura do disco de 10,3 a 17,8 mm. Neste estágio os embriões têm o disco quase completo, com somente a extremidade do focinho ainda livre. Na boca em fenda pequenos dentes são visíveis. Os filamentos branquiais são abundantes e longos. Os espiráculos já se encontram muito próximos aos olhos e apresentam a borda interna franjada. A pigmentação ao redor do globo ocular torna-se mais forte. No centro do disco também são visíveis pequenos pontos de pigmentação marrom. As extremidades anteriores das nadadeiras pélvicas tornam-se pontiagudas. A dobra sagital regride, estando presente agora somente após a segunda nadadeira dorsal.

#### Estágio 32 (Figs. 15 e 22A) – 34 exemplares examinados

Comprimento total de 43,0 a 58,4 mm e largura do disco de 14,4 a 19,3 mm. O disco está completamente formado e tem perfil circular. Os filamentos branquiais começam a regredir, mas ainda são longos. A pigmentação ao redor do olho está mais forte que no estágio anterior. A pigmentação dorsal fraca é visível no topo da cabeça, centro do disco e na extremidade da cauda, que também apresenta pigmentação ventral fraca. As nadadeiras pélvicas têm a margem posterior serrilhada na proximidade do ângulo lateral da nadadeira. A abertura cloacal está completamente formada. A dobra sagital a partir de agora é vestigial atrás da segunda nadadeira dorsal. Internamente no embrião, a região distal do cordão vitelínico começa a acumular vitelo e a dilatar, dando origem ao saco vitelínico interno. No intestino, repleto de vitelo, é possível observar as válvulas espirais na porção distal.

Estágio 33 (Figs. 16 e 22B) – 21 exemplares examinados

Comprimento total de 46,6 a 61,3 mm e largura do disco de 16,6 a 22,2 mm. Os espiráculos, que estão próximos aos olhos, são estreitos. Os olhos apresentam pigmentação escura. A boca e as fendas nasais, que estão completamente formadas, têm o formato característico do neonato. Os filamentos branquiais estão curtos. O disco agora apresenta a extremidade anterior afilada, e as nadadeiras pélvicas apresentam a extremidade cranial serrilhada. A pigmentação dorsal fraca é semelhante aquela do neonato, com manchas de agrupamentos de pontos marrons intercalados com áreas sem coloração. As manchas são mais densas na borda e no centro do disco. Os cláspers têm formato afilado. As nadadeiras dorsais grandes já têm o formato encontrado no neonato. O saco vitelínico interno está formado e contém pouco vitelo.

Estágio 34 (Figs. 17 e 22C) – 11 exemplares examinados

Comprimento total de 56,4 a 70,5 mm e largura do disco de 22,5 a 28,6 mm. Os filamentos branquiais agora são vestigiais nas fendas branquiais, e começam a desaparecer a partir da quinta fenda branquial. Os espiráculos têm formato arredondado. A pigmentação dorsal característica do neonato ainda é fraca. A fileira média de espinhos do dorso e da cauda é bem visível e está marcada sob a epiderme. As nadadeiras pélvicas têm a extremidade posterior serrilhada. O saco vitelínico externo está reduzido, tem cerca de 10,0 mm de diâmetro (aproximadamente 45% do tamanho inicial).

Estágio 35 (Figs. 18 e 22D) – 15 exemplares examinados

Comprimento total de 68,9 a 83,2 mm e largura do disco de 29,8 a 42,9 mm. Embrião no termo. Filamentos branquiais não estão externamente visíveis. A boca apresenta-se como uma fenda arqueada. A coloração dorsal está mais forte, sendo a borda do disco mais escura. Os espinhos da fileira média do dorso e da cauda emergiram e estão expostos. O saco vitelínico externo está quase completamente vazio e tem tamanho reduzido, cerca de 4,0 mm de diâmetro. O saco vitelínico interno ocupa muito espaço na cavidade abdominal, pressionando os órgãos para o lado dorsal da cavidade.

#### ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO E ABERTURA DA CÁPSULA OVÍGERA

Das 180 cápsulas que tiveram seus embriões analisados, 121 tiveram a abertura de suas fendas caracterizadas. Destas, 65% apresentaram as quatro fendas fechadas e 27% tinham as quatro fendas abertas. O número de cápsulas parcialmente abertas foi pequeno, apenas 10 em 121 cápsulas, ou seja, 8%. A abertura parcial da cápsula foi evidência de que nestas, a pré-eclosão estava ocorrendo. Não houve relação entre o lado da cápsula e o começo da abertura das fendas (Tab. 4).

O embrião de menor comprimento total (fresco) que apresentou uma das fendas da cápsula aberta foi de 30,4 mm, já o menor embrião a apresentar as quatro fendas abertas foi de 50,3 mm. O maior comprimento de embrião com todas as fendas da cápsula fechadas foi de 52,6 mm.

A maior parte das cápsulas, 79 das 121 analisadas, ainda estava com as quatro fendas fechadas. Observou-se que até o estágio 29 do desenvolvimento embrionário as cápsulas mantinham as quatro fendas fechadas e, a partir do estágio 33 do desenvolvimento embrionário 100% das cápsulas estavam com as quatro fendas abertas. O início da abertura da cápsula corresponde ao estágio 30, onde para 20 cápsulas analisadas, 10% apresentou uma fenda aberta e 5% duas fendas abertas (Tab. 3).

O início da entrada de vitelo no trato digestivo do embrião, corresponde ao estágio 30 do desenvolvimento embrionário, coincidindo com o início da abertura da cápsula ovígera.

#### CRESCIMENTO DAS ESTRUTURAS CORPORAIS

Através da análise de covariância não foi encontrada diferença significativa entre os sexos, no comprimento total ( $p=0,8845$  e  $F=0,2121$ ) e nas proporções corporais (Tab. 5). O teste de Kruskal-Wallis foi realizado para o comprimento pré-caudal ( $p=0,3467$  e  $H=0,885384$ ) e a largura da boca ( $p=0,8947$  e  $H=0,175190$ ), não sendo encontrada diferença significativa. Os indivíduos dos dois sexos foram agrupados nas análises de crescimento e redução do tamanho com a fixação/preservação.

Com o crescimento do embrião a largura do disco aumenta mais rapidamente que o comprimento total, tanto em termos absolutos como relativos, desde 15% até cerca de 50% do comprimento total (Fig. 23). Esse crescimento reflete a expansão lateral das nadadeiras peitorais. Essa expansão é contínua desde o estágio 26, quando as nadadeiras peitorais

começam a se desenvolver, mas é mais acentuada a partir do estágio 30, quando essas nadadeiras estão fusionadas à face lateral da cabeça.

No decorrer do desenvolvimento embrionário a velocidade do crescimento da cauda diminui em relação ao crescimento do corpo como um todo. A partir do comprimento total de 40 mm, e a partir do estágio 31, a proporção da cauda diminui de cerca de 70%, para cerca de 60% do comprimento total, no embrião no termo (Fig. 24).

O padrão do comprimento pré-caudal foi inverso daquele do comprimento da cauda (Fig. 25). Em termos absolutos, o comprimento pré-caudal aumenta mais rápido que o comprimento total, no decorrer do desenvolvimento embrionário, a partir do comprimento total de 40 mm e do estágio 30. A partir desse ponto, o aumento em termos relativos foi de cerca de 6% para 46% do comprimento total no embrião no termo. A forma do padrão foi o mesmo para o comprimento da cabeça (Fig. 26), o comprimento do tronco (Fig. 27), e o comprimento do focinho (Fig. 28). As figuras 25 a 30 em conjunto são evidência de que a partir do estágio 30, e comprimento total de 40 mm, toda a região pré-caudal (Fig. 23, 25 a 28) aumenta sua taxa absoluta de crescimento, enquanto a cauda (Fig. 24) diminui. Essa observação é corroborada pelo padrão de crescimento apresentado pela largura da boca (Fig. 29), e pelas medidas das nadadeiras peitorais (comprimento, largura e comprimento da base) (Fig. 30 a 32). As três medidas referentes à nadadeira peitoral, foram obtidas nos estágio 26 a 31, pois a partir deste estágio a nadadeira peitoral já se encontrava unida ao focinho. O crescimento acentuado do comprimento da nadadeira e da base da nadadeira, corresponde ao prolongamento das nadadeiras peitorais e à ligação das nadadeiras a cabeça do embrião, que precedem à formação do disco.



A distância entre espiráculos, medida a partir do estágio 28, reduziu a medida que o comprimento total do embrião aumentou, mas de forma pouco acentuada (Fig. 33). Essa redução reflete a migração dos espiráculos da região lateral para o topo da cabeça do embrião.

O comprimento do cláster foi medido a partir do estágio 30, e apresentou um aumento relativo até o comprimento total de 50 mm e estágio 32, de 4% para 8% do comprimento total (Fig. 34).

## CRESCIMENTO EMBRIONÁRIO

Para a determinação do crescimento embrionário e do processo de transformação de vitelo em tecido embrionário de acordo com o peso, 71 embriões foram pesados. O menor peso total do sistema embrionário foi de 1,6921 g para um embrião de comprimento total de 35,0 mm e o maior peso foi de 3,3241 g para um embrião de comprimento total de 84,5 mm. O menor embrião que teve seu peso total determinado apresentou 1,8847 g para um comprimento total de 18,7 mm; enquanto o maior embrião apresentou peso total de 3,1753 g para o comprimento total de 87,8 mm. Esses dados demonstram a grande variação no peso do sistema embrionário, com o peso praticamente dobrando ao longo do desenvolvimento (Fig. 35).

Para a determinação do processo de transformação de vitelo em tecido embrionário 17 embriões foram utilizados, e o desenvolvimento embrionário foi dividido em duas etapas. A primeira etapa, onde ainda não há entrada de vitelo, se inicia no estágio 28 e termina no estágio 30 do desenvolvimento embrionário. A segunda etapa que corresponde aos estágios onde o vitelo já se encontra no interior do embrião, se inicia no estágio 30 e termina no estágio

35. A primeira fase se inicia no estágio 28 pois é a partir deste estágio que se tem dados de pesagem. O estágio 30 é utilizado nas duas fases pois é quando se inicia a entrada de vitelo no cordão vitelínico. Para a realização dos cálculos foi obtida a média dos valores encontrados em cada estágio de desenvolvimento.

Para a primeira fase, a média do peso do embrião com saco vitelínico externo sem vitelo (PSV) para o estágio 28 foi de 0,4647 g e de 0,5030 g para o estágio 30. A média do peso do vitelo foi de 1,9394 g para o estágio 28 e de 1,6646 g para o estágio 30, sendo a taxa de transferência encontrada para essa fase de 0,14.

Para a segunda fase, a média do peso do embrião com saco vitelínico externo sem vitelo (PSV) para o estágio 30 foi de 0,5030 g e de 2,3559 g para o peso do embrião com saco vitelínico externo sem vitelo externo e sem vitelo interno, no estágio 35. A média do peso do vitelo foi de 1,6646 g para o estágio 30 e de 0,5696 g para o estágio 35, sendo a taxa de transferência encontrada para essa fase de 1,68. Isto significa que cada 1,0 g de vitelo foi transformado em 1,68 g de tecido embrionário.

Considerando-se todo o desenvolvimento embrionário analisado (estágio 28 a 35) a taxa de transferência foi de 1,38, ou seja, cada 1,0 g de vitelo foi transformado em 1,38 g de tecido embrionário.

A figura 36 apresenta o aumento do peso do embrião sem o saco vitelínico externo, com o saco vitelínico externo sem vitelo, o peso do vitelo externo e o peso das membranas de revestimento do saco vitelínico externo em relação ao comprimento total. Pode-se observar que no início do desenvolvimento embrionário, o tecido embrionário é mais representativo no revestimento do saco vitelínico do que no corpo do embrião. A equação  $PE=6 \times 10^{-6} CT^{2,9293}$ , com  $R^2=0,9725$  descreveu a relação entre o peso do embrião e o comprimento total, enquanto

a equação  $PSVE=0,0011CT^{1,7199}$ , com  $R^2=0,9158$  descreveu a relação entre o peso do embrião com o saco vitelínico externo sem vitelo e o comprimento total, com peso em g e comprimento em mm.

### REDUÇÃO DO COMPRIMENTO TOTAL COM A FIXAÇÃO/PRESERVAÇÃO

Todos os indivíduos foram medidos depois de fixados e como 78 embriões foram medidos a fresco, foi possível calcular a redução do comprimento total do embrião após a fixação/preservação. Foi encontrada uma redução média de 6,28% no comprimento total dos indivíduos, sendo válida a equação  $CT_{preservado}=0,9937CT_{fresco}-2,5882$ , com  $R^2=0,9961$  (Fig. 37). Foi observado que o tamanho dos embriões influenciou mais na redução do comprimento total do que o tempo de preservação do material, que variou de 15 dias a cinco meses para esta análise.

Essa equação pode ser utilizada para converter as medidas de comprimento total que são apresentadas neste trabalho, na forma de medidas fixadas, em medidas frescas. Assim, pode se obter os tamanhos reais dos embriões em cada estágio de desenvolvimento.

### INCIDÊNCIA MENSAL DE ESTÁGIOS

Todos as cápsulas contendo embriões encontradas na praia do Cassino, nas saídas a campo no ano de 2004 foram coletadas. A partir dos dados das coletas realizadas no ano de 2004 (meses de junho e agosto a novembro) foi analisada a incidência dos diferentes estágios de desenvolvimento embrionário de *Sympterygia acuta* nas areias da praia do Cassino, RS. O estágio 32 do desenvolvimento embrionário foi o mais coletado (n=19) e os

estágios 17, 20, 22 e 27 não foram coletados neste período. No mês de setembro foi coletado o maior número de cápsulas contendo embriões (n=43), seguido pelo mês de novembro (n=36). No mês de outubro apenas uma cápsula contendo embrião foi coletada. Nos meses de junho, setembro e novembro observa-se uma maior incidência dos estágios finais do desenvolvimento embrionário, a partir do estágio 30 (Fig. 38).

As coletas do ano de 2005 foram mais seletivas, buscando-se coletar embriões de estágios ainda não coletados ou pouco frequentes. Entretanto, quando cápsulas ovíferas eram encontradas nas areias da praia, um número mínimo de dez cápsulas foi coletado sempre que possível, mesmo que sendo de estágios de desenvolvimento já frequentes nas amostragens. Juntando-se os dados referentes aos dois anos de coleta, é possível identificar os meses de setembro e novembro como os de maior incidência de cápsulas na praia, independente do estágio de desenvolvimento (Tab. 6).

#### INCIDÊNCIA DE ESTÁGIOS EM UM MESMO NINHO

Para ninhos com mais de três embriões foi analisada a frequência de ocorrência dos diferentes estágios de desenvolvimento embrionário (Tab. 7). Dos cinco ninhos avaliados nenhum apresentou apenas um estágio de desenvolvimento embrionário, variando de três a seis estágios diferentes por ninho. Um ninho contendo cinco embriões foi o que apresentou a maior amplitude de estágios, do estágio 20 ao estágio 35 do desenvolvimento embrionário. Sendo a menor amplitude atingida por um ninho contendo 10 embriões nos estágios 29 a 31 do desenvolvimento embrionário.

## DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

*Sympterygia acuta*, assim como as demais Rajidae, deposita seus ovos no fundo do mar, onde eles permanecem durante o desenvolvimento embrionário até a eclosão (Hitz, 1964). A grande incidência de cápsulas sem embriões nos ninhos coletados, indica que esses ninhos ficam no fundo do mar tempo suficiente para que os embriões eclodam, sendo os ninhos eventualmente trazidos para a praia. As cápsulas sem embriões e a presença de diferentes estágios de desenvolvimento em um mesmo ninho sugere que os ovos são presos aos ninhos no fundo do mar por um longo período de desova de uma fêmea ou que várias raias utilizam o mesmo ninho.

## CÁPSULAS

A distância entre os chifres posteriores (longos) que foi de 11,0 a 28,6 mm, com valor médio de 18,6 mm, indica o espaço que o embrião tem para sair da cápsula, pois é neste local que se dá a abertura da cápsula no momento da eclosão, como observado neste trabalho e por Clark (1922) para outras Rajidae do gênero *Raja*. Foi observado neste trabalho que o embrião formado fica com disco dobrado em direção ao dorso, pois a largura do disco é maior que o espaço interno da cápsula. A saída do embrião da cápsula está associada a movimentos da cauda (Clark, 1922).

## DESCRIÇÃO DOS ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO

Séries de estágios de desenvolvimento embrionário são a forma mais utilizada em embriologia experimental para descrever o desenvolvimento embrionário de espécies animais (Ballard *et al.*, 1993).

Em geral, características distintivas e marcantes são usadas para identificar cada um dos diferentes estágios. Entretanto, as alterações morfológicas ocorrem de forma progressiva, sendo que cada mudança ocorre ao seu tempo e existem variações individuais (Ballard *et al.*, 1993). Portanto, o conjunto das características que deve determinar o estágio de desenvolvimento. Os estágios de desenvolvimento embrionário aqui apresentados para *Sympterygia acuta* podem ser utilizados para as demais Rajidae.

Os estágios iniciais de desenvolvimento embrionário geralmente são mais difíceis de estudar, não só pela baixa ocorrência, mas devido à fragilidade do material, pelo tamanho reduzido, pela transparência e pela difícil remoção da cápsula sem que haja rompimento do saco vitelínico externo e também, por ser difícil separar o embrião do saco vitelínico externo (Didier *et al.*, 1998). Além disso, segundo Ballard *et al.* (1993) a clivagem ocorre no oviduto, sendo necessária a coleta da cápsula diretamente da fêmea para se acompanhar todo o desenvolvimento.

A baixa frequência de embriões nos estágios iniciais pode ser explicada pela coleta realizada nas areias da praia, sendo a ocorrência dos estágios ao acaso. Em geral, os trabalhos de desenvolvimento embrionário de elasmobrânquios são realizados com cápsulas obtidas através da captura de fêmeas ovadas, sendo as cápsulas mantidas em laboratório em condições controladas, possibilitando a obtenção de todos os estágios, de acordo com a duração do desenvolvimento. Entretanto, a disponibilidade dos ovos nas areias da praia do Cassino e o fato de *S. acuta* não ser uma espécie economicamente explorada nas águas de Rio Grande, dificulta a obtenção dos estágios iniciais do desenvolvimento.

Pode ser observada equivalência entre os estágios de desenvolvimento de *S. acuta* aqui descritos, com os de *Scyliorhinus canicula* (Ballard *et al.*, 1993) e *Callorhinchus milii*

(Didier *et al.*, 1998) em relação às características gerais dos Chondrichthyes; não esquecendo das características distintivas de famílias, gêneros e até mesmo espécies.

Em *S. acuta* o aparecimento das nadadeiras peitorais ocorre no estágio 23 do desenvolvimento embrionário, antes do apresentado por Ballard *et al.* (1993) para *S. canicula* (estágio 24), e por Didier *et al.* (1998) para *C. milii* (estágio 25). A velocidade de formação e diferenciação de outras estruturas também difere apesar das mudanças ocorrerem de forma semelhante. O desenvolvimento das nadadeiras peitorais ainda no início do desenvolvimento mostra a distinção entre raias e tubarões. Pois já no estágio 24 do desenvolvimento embrionário as nadadeiras peitorais ocupam toda a face lateral do abdômen do embrião, o que não ocorre nos tubarões e nas quimeras (Mellinger *et al.*, 1984; Ballard *et al.*, 1993; Didier *et al.*, 1998).

As principais distinções entre os embriões de *S. acuta* e os embriões estudados por Ballard *et al.* (1993) e por Didier *et al.* (1998) são a formação do disco que se inicia com o prolongamento das nadadeiras peitorais no estágio 27 e todas as modificações características das raias e oriundas desta formação, como a migração das fendas branquiais para a região ventral e a migração dos olhos e espiráculos para a região dorsal; além da ausência da nadadeira anal. O posicionamento das narinas superficialmente conectadas a boca característico da família Rajidae (Menni, 1973) e o aparecimento dos espinhos do dorso e da cauda característicos do gênero *Sympterygia* (McEachran, 1982) também são observados nos embriões de *S. acuta*.

Neste trabalho não foram descritas as fases iniciais do desenvolvimento embrionário de *S. acuta*. Pela equivalência dos primeiros estágios aqui descritos com os estágios de *Scyliorhinus canicula* descritos por Ballard *et al.* (1993), acredita-se que o desenvolvimento

inicial de *S. canicula* seja válido para *S. acuta*. Segundo os autores, a série de estágios de desenvolvimento por eles apresentado é provavelmente aplicável ao desenvolvimento dos demais elasmobrânquios, com pequenas alterações (Ballard *et al.*, 1993).

#### ABERTURA DA CÁPSULA OVÍGERA E CRESCIMENTO EMBRIONÁRIO

Em seu trabalho, Yio (1931) demonstra a existência da chamada glândula de eclosão em espécies ovíparas de tubarões e raias do gênero *Raja*. Esta glândula secreta hidrolases que atuam na digestão de glicosaminoglicanos que preenchem a cápsula e vedam as fendas existentes nos chifres, fazendo assim com que as fendas sejam abertas aproximadamente no meio do desenvolvimento embrionário (Mellinger *et al.*, 1986; Mellinger, 1989; Lechenault *et al.*, 1993). Como foi observada a abertura gradativa das fendas da cápsula de *S. acuta* durante o desenvolvimento embrionário, supõem-se que isto também ocorra para esta espécie, sendo a abertura das fendas caracterizada como a pré-eclosão.

Estando as hidrolases presentes em todo o interior da cápsula, espera-se que não haja uma regra na seqüência de abertura das fendas, uma vez que a abertura é auxiliada pela ação mecânica da cauda do embrião (Yio, 1931). Com a abertura das fendas a água do mar entra na cápsula devido aos movimentos rítmicos do embrião (Mellinger *et al.*, 1986) e têm início os movimentos respiratórios (Yio, 1931). A pré-eclosão, além de permitir a entrada de água na cápsula e liberar todo o espaço interno para o crescimento embrionário, coincide com a entrada de vitelo no interior no sistema digestivo do embrião (Lechenault *et al.*, 1993).



De acordo com Yio (1931) é nos estágios M e N de Balfour (1878) que a glândula de eclosão tem maior atividade excretora nas Rajidae estudadas. Esses estágios se aproximam dos estágios 26 e 27 de *S. acuta* apresentados neste trabalho. Entretanto, a abertura das fendas da cápsula de *S. acuta* só tem início no estágio 30 do desenvolvimento embrionário, iniciando também neste estágio a entrada de vitelo para o sistema digestivo. A pequena proporção de cápsulas parcialmente abertas (8%) é evidência de que a pré-eclosão é um processo de curta duração, estágio 30 a 32. Ou seja, indica um rápido crescimento embrionário nessa fase (comprimento total de 30,4 a cerca de 52,0 mm).

É também após o estágio 30 do desenvolvimento que se observa um maior crescimento do embrião. Neste estágio os embriões têm de 29,0 a 40,8 mm de comprimento e crescerão até aproximadamente 79 mm antes de eclodir.

Esse maior crescimento após a pré-eclosão pode ser devido à entrada de vitelo no intestino, onde a digestão e a absorção ocorrem (TeWinkel, 1943) e há a absorção da água proveniente do meio (Mellinger *et al.*, 1986) necessária para o desenvolvimento embrionário. Este crescimento também está relacionado ao peso do embrião e a redução do peso do vitelo externo. Observa-se que até pouco depois da pré-eclosão o peso do vitelo externo não sofre grandes variações e só após o início da digestão intestinal o peso do vitelo começa a reduzir. Isto também foi observado por Lechenault *et al.* (1993) em *S. canicula* e o autor relaciona o fato a digestão intestinal que é dominante.

O vitelo fica armazenado no saco vitelínico externo durante a maior parte do desenvolvimento embrionário e quando o crescimento embrionário “virtualmente” terminou, ele é transferido para o saco vitelínico interno (Capapé *et al.*, 1990). O saco vitelínico interno é uma dilatação do cordão vitelínico na entrada do duodeno e que

aumenta de tamanho de acordo com a transferência do vitelo do saco vitelínico externo que encolhe e é reabsorvido (Te Winkel, 1943).

Em relação ao peso do sistema embrionário (embrião mais saco vitelínico externo com vitelo) pôde-se observar que ele é muito variável devido à variação da quantidade de água contida no ovo (Lechenault *et al.*, 1993) e pelo fato dos ovos serem provenientes de diferentes fêmeas.

Pelos dados apresentados, também se observa que o peso do embrião no último estágio de desenvolvimento embrionário é superior ao peso do sistema embrionário no início do desenvolvimento (quase 100%) o que está relacionado ao grande volume de água externa que o embrião absorve (Mellinger *et al.*, 1986), principalmente após a pré-eclosão. Ranzi (1932) diz que o peso do sistema embrionário de *S. canicula* dobra ao longo do desenvolvimento, sendo 80% do peso do embrião no termo relativo a água. Em *S. acuta* também foi observado que o peso do embrião no termo é quase o dobro do peso do sistema embrionário no início do desenvolvimento, mas não foi avaliado o quanto deste aumento de peso está relacionado a água absorvida.

A taxa de transformação da massa vitelínica em tecido embrionário foi outro parâmetro utilizado para se avaliar o crescimento do embrião. Para a primeira fase, que corresponde ao período anterior a pré-eclosão, o valor encontrado de 0,14 indica o pequeno crescimento do embrião. Nesta fase o embrião está em processo de diferenciação e formação dos tecidos e órgãos, o que provavelmente exige muita energia e um alto gasto metabólico, sobrando pouco para o crescimento do embrião. Na segunda fase, após a pré-eclosão, o valor encontrado para a taxa de transformação foi de 1,68, bem maior que na primeira fase. Este valor indica que o embrião está efetivamente crescendo neste período.

Como se sabe, os órgãos já estão desenvolvidos e são até funcionais, como é o caso do intestino, ficando o gasto energético do embrião praticamente todo voltado para o crescimento. O fato do vitelo ser digerido e absorvido no intestino pode representar um melhor aproveitamento da reserva vitelínica que, associada a água disponível na cápsula proporcionam um maior crescimento embrionário.

### CRESCIMENTO DAS ESTRUTURAS CORPORAIS

As medidas são apresentadas em forma de dimensões absolutas e proporcionais ao comprimento total (CT), sendo este usado como medida padrão neste estudo, como ocorre em estudos taxonômicos de tubarões (Bass, 1973) e de raias (Menni, 1973). A expressão das dimensões de forma proporcional a uma dimensão base, como o comprimento total, expressa melhor que dimensões absolutas as mudanças e variações na forma do animal (Bass, 1973).

Bass (1973) observa que para os indivíduos neonatos, juvenis e adultos três fatores são importantes quando se avalia as dimensões corporais: dimorfismo sexual, variação individual e mudanças de crescimento. Para os embriões de *Sympterygia acuta* não foi encontrado dimorfismo sexual para nenhuma das medidas obtidas. Entretanto, a amplitude de valores dentro de um mesmo estágio ilustra bem a variação individual.

Nem todas as dimensões têm variações complexas. Algumas permanecem constantes durante toda a amplitude de comprimento total, outras podem crescer ou decrescer (Bass, 1973). Entretanto, para o desenvolvimento embrionário não há constância, pois as estruturas ainda estão em formação.

O crescimento das nadadeiras peitorais representa bem a formação inicial do disco, sendo que o aumento do comprimento da nadadeira peitoral indica o prolongamento da mesma em direção ao focinho, e o aumento do comprimento da base da nadadeira mostra a união gradativa da nadadeira peitoral com o corpo do embrião.

No diagnóstico de *Sympterygia acuta* Menni (1973) utiliza várias proporções corporais dos indivíduos adultos, baseando-se em três fêmeas e dois machos. As proporções corporais dos embriões e dos indivíduos adultos não são passíveis de comparações. Seis medidas realizadas neste trabalho foram as mesmas utilizadas por Menni (1973).

Apenas a largura da boca do embrião no termo fica dentro do resultado encontrado pelo autor para indivíduos adultos, 5,6 a 7,0 % do comprimento total, com média de 6,1 %. Entretanto, se o padrão da curva de crescimento encontrado para as estruturas dos embriões de *S. acuta* fosse mantido até o indivíduo adulto, o comprimento da cauda, o comprimento pré-caudal, o comprimento do focinho e a distância entre espiráculos tenderiam a atingir os valores descritos por Menni (1973) para a espécie.

#### REDUÇÃO DO COMPRIMENTO TOTAL COM A FIXAÇÃO/PRESERVAÇÃO

A redução do comprimento total dos embriões se deve aos procedimentos de fixação e preservação do material, como observado por Andriquetto Jr. & Haimivici (1988) para exemplares de lulas (Cephalopoda) e por Ballard *et al.* (1993) para *S. canicula*. O formol usado como fixador age na conservação morfológica dos tecidos, imobilizando as células, fixando proteínas e inativando enzimas, enquanto que o etanol usado na preservação do material age desidratando o tecido (Beçak & Paulete, 1976; Behmer *et al.*, 1976).

De acordo com Theilacker (1980) larvas da anchoita *Engraulis mordax* apresentam reduções morfométricas causadas pela manipulação do material e pela fixação. Este mesmo autor cita que a redução das medidas diminui com o aumento do comprimento total da larva, ou seja, larvas maiores sofrem menos redução de tamanho, o que pode ser devido ao diferente grau de ossificação do material (Theilacker, 1980). Isto parece ser verdadeiro também para os embriões de *S. acuta* uma vez que embriões maiores apresentaram menor redução de tamanho com a fixação e preservação. As estruturas rígidas que vão sendo formadas ao longo do desenvolvimento embrionário devem apresentar maior resistência à redução do tamanho causada pela fixação e desidratação (preservação) do material.

#### INCIDÊNCIA MENSAL DE ESTÁGIOS

Como observado, no início do desenvolvimento existem muitas alterações morfológicas, o que corresponde a vários estágios de desenvolvimento, em uma pequena amplitude de comprimento (Estágios 17 a 24 – CT= 4,0 a 15,7). Já no final do desenvolvimento embrionário, poucos estágios estão contidos numa grande amplitude de comprimento (Estágios 29 a 35 – CT=25,2 a 83,2). A rápida seqüência de estágios no início do desenvolvimento leva a acreditar que os estágios iniciais têm uma curta duração. A menor freqüência de estágios do início do desenvolvimento embrionário nas coletas realizadas na praia pode ser um indício de que os estágios iniciais realmente têm curta duração.

A incidência de cápsulas contendo embriões de *S. acuta* dos meses de junho a novembro e a captura de 5 ovos no mês de fevereiro, sugere que a desova da espécie ocorra durante um longo período do ano.

Nos meses de setembro e novembro o aparecimento de cápsulas na areia da praia foi mais frequente, sendo encontrados embriões de praticamente todos os estágios de desenvolvimento, apesar de os estágios finais (estágios 30 a 35) serem mais representativos. Esse fato pode indicar picos de desova ou que os fatores que trazem esses ninhos para praia sejam mais presentes nesses períodos do ano.

## EMBRIOLOGIA E FILOGENIA

A Classe Chondrichthyes é um clado monofilético que inclui os elasmobrânquios e as quimeras sendo que parece haver uniformidade morfológica nos estágios de desenvolvimento, o que os torna comparáveis (Didier *et al.*, 1998). Entretanto, ainda hoje, não se tem estudos conclusivos em relação à filogênia dos elasmobrânquios.

Vários estudos vêm tentando explicar ao longo dos anos a posição dos Batoidea em relação aos tubarões, seja através de análises morfológicas (Compagno, 1977; Shirai, 1992) ou moleculares (Dunn & Morrissey, 1995; Douday et al., 2003).

Estudos embriológicos são complemento importante aos dados morfológicos, moleculares e fósseis, no contínuo problema das relações filogenéticas dos Chondrichthyes, considerando que as alterações evolutivas podem ocorrer em qualquer estágio ontogenético (Didier *et al.*, 1998). Compagno (1977) sugere que mais estudos morfológicos são necessários para resolver a questão.

As fases do desenvolvimento embrionário de *S. acuta*, similares às fases de *Scyliorhinus canicula* e *Callorhinchus milii* podem servir de ferramenta em estudos morfológicos mais complexos, que buscam elucidar as questões filogenéticas dos elasmobrânquios e Chondrichthyes como um todo. A posição da nadadeira peitoral que

ocupa toda a face lateral da região abdominal do embrião no início do desenvolvimento, que difere de *S. canicula* e *C. milii*, pode ser observada em embriões de *Squatina guggenheim* e *Squatina occulta* (Sunyé, 1993) podendo evidenciar uma proximidade filogenética entre Rajidae e Squatinidae. Portanto, as características aqui apresentadas podem ser úteis em trabalhos filogenéticos que utilizam o desenvolvimento embrionário como ferramenta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRIGUETTO JR & JM, M HAIMOVICI. 1988. Effects of fixation and preservation methods on the morphology of a loliginid squid (Cephalopoda: Myopsida). *American Malacological Bulletin*, 6(2): 213 – 217.
- BALFOUR, FM. 1878. A Monograph on the Development of Elasmobranch Fishes. Macmillan and Co., London.
- BALLARD, WW, J MELLINGER, & H LECHENAULT. 1993. A Series of Normal Stages for development of *Scyliorhinus canicula*, the Lesser Spotted Dogfish (Chondrichthyes: Scyliorhinidae). *The Journal of Experimental Zoology*, 267: 318-336.
- BASS, AJ. 1973. Analysis and Description of Variation in the Proportional Dimensions of the Scyliorhinid, Carcharhinid and Sphyrnid Sharks. The Oceanographic Research Institute. Investigational Report n° 32.
- BEHMER, OA, EMC TOLOSA & AGF NETO. 1976. Manual de técnicas para histologia normal e patológica. São Paulo, EDART, Ed. da Universidade de São Paulo. 239 p.
- BEÇAK, W & J PAULETE. 1976. Técnicas de hitologia e histologia. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos. Vol. 1, 305p.
- CAPAPÉ, C, JP QUIGNARD & J MELLINGER. 1990. Reproduction and development of two angel sharks, *Squatina squatina* and *S. oculata* (Pisces:Squatinidae), off Tunisian coasts: semi-delayed vitellogenesis, lack of egg capsules, and lecitrotrophy. *Journal of Fish Biology*, 37: 347 – 356.



- CLARK, RS. 1922. Rays and Skates. N°1 – Egg-capsule and Young. *Journal of Marine Biological Association of United Kingdom*, 12(4): 577-643.
- CLARK, RS. 1927. Rays and Skates. N°2 – description of Embryos. *Journal of Marine Biological Association of United Kingdom*, 14(3): 661 – 682.
- COMPAGNO, LJV. 1977. Phyletic Relationships of Living Sharks and Rays. *American Zoologist*, 17: 303 – 322.
- COMPAGNO, LJV. 1984. FAO species catalogue, Vol. 4. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. Part 2. Carcharhiniformes. *FAO Fisheries Synopsis*, v. 125, p. 250-655.
- DIDIER, DA, EE LECLAIR & DR VANBUSKIRK. 1998. Embryonic Staging and External Features of Development of Chimaeroid Fish, *Callorhinchus milii*. *Journal of Morphology*, 236: 25-47.
- DOUADY, CJ, M DOSAY, MS SHIVJI & MJ STANHOPE. 2003. Molecular phylogenetic evidence refuting the hypothesis of Batoidea (rays and skates) as derived sharks. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 26: 215-221.
- DUNN, KA & JF MORRISSEY. 1995. Molecular Phylogeny of Elasmobranchs. *Copeia*, 3: 526 – 531.
- HITZ, CR. 1964. Observations on Egg Cases of the Big Skate (*Raja biniculata* Girard) Found in Oregon Coastal Waters. *Journal Fisheries Research Board of Canada*, 21(4) : 851 – 854.
- HOUILLON, C. 1977. Embriologia. São Paulo, Edgard Blücher. 160p.
- HUBBS, CL & R ISHIYAMA. 1968. Methods for the Taxonomic Study and Description of skates (Rajidae). *Copeia*, 3: 483-491.

- LECHENAULT, H, F WRISEZ & J MELLINGER. 1993. Yolk utilization in *Scyliorhinus canicula*, an oviparous dogfish. *Environmental Biology of Fishes*, 38: 241 – 252.
- MABRAGAÑA, E, LO LUCIFORA & AM MASSA. 2002. The reproductive ecology and abundance of *Sympterygia bonapartii* endemic to the south-west Atlantic. *Journal of Fish Biology*, 60: 951-967.
- MARTIN, LK & GM CAILLIET. 1988. Aspects of the Reproduction of the Bat Ray, *Myliobatis californica*, in Central America. *Copeia*, 3: 754-762.
- McEACHRAN, JD. 1982. Revision of the South American Skate Genus *Sympterygia* (Elasmobranchii: Rajiformes). *Copeia*, 4: 867-890.
- MELLINGER, J, F WRISEZ & MJ ALLUCHON-GÉRARD. 1984. Recherches en vue de l'établissement d'une table du développement de la petite roussette, *Scyliorhinus canicula* (L.), poisson sélacien. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 109: 3-18.
- MELLINGER, J, F WRISEZ & MJ ALLUCHON-GERARD. 1986. Developmental Biology of an Oviparous Shark, *Scyliorhinus canicula*. In: *Indo-Pacific Fish Biology* (T. Uyeno *et al.*, eds.), Tokyo: Ichthyological Society of Japan :425 – 436.
- MELLINGER, J. 1989. Reproduction et developpement des chondrichthyens. *Océanis*, 15 (3): 283 – 308.
- MENNI, CR. 1973. Rajidae del Litoral Boraerense. I. Especies de los Generos *Raja*, *Bathyraja* e *Sympterygia* (Chondrichthyes). *Physis*, 32 (85): 413-439.
- MENNI, RC & MFW STEHMANN. 2000. Distribution, environment and biology of batoid fishes off Argentina, Uruguay and Brazil. A review. *Revista Museo Argentino de Ciencias Naturales n. s.* 2(1): 69-109.

- ODDONE, MC & CM VOOREN. 2002. Egg-cases and size at hatching of *Sympterygia acuta* in the south-western Atlantic. *Journal of Fish Biology*, 61: 858-861.
- RANZI, S. 1932. Le basi fisio-morfologiche dello sviluppo embrionale dei Selaci. – parte I. *Pubblicazioni della Stazione zoologica di Napoli*, 12: 209 – 290.
- RANZI, S. 1934. Le basi fisio-morfologiche dello sviluppo embrionale dei Selaci. – parte II e III. *Pubblicazioni della Stazione zoologica di Napoli*, 13: 331 - 437.
- SHIRAI, S. 1992. Phylogenetic Relationships of the Angel Sharks, with Comments on Elasmobranch Phylogeny (Chondrichthyes, Squatinidae). *Copeia*, 2: 505 – 518.
- SUNYÉ, PS. 1993. Gestação e Desenvolvimento Embrionário dos Caçõs-Anjo *Squatina Guggenheim* Marini, 1936 e *Squatina occulta* Vooren e Silva, 1991 (Pisces – Squatinidae). Tese de Mestrado, Universidade do Rio Grande. 119p.
- TEWINKEL, LE. 1943. Observations on later phases of Embryonic nutrition in *Squalus acanthias*. *Journal of Morphology*, 73 (1): 177 – 205.
- THEILACKER, GH. 1980. Changes in body measurements of larval northern anchovy, *Engraulis mordax*, and other fishes due to handling and preservation. *Fishery Bulletin*, 78 (3): 685 – 692.
- VOOREN, CM. 1998. Elasmobrânquios Demersais. In: SEELINGER, U, C ODEBRECHT, JP CASTELO (Eds.). Os Ecossistemas Costeiro e marinho do Extremo Sul do Brasil. Editora Ecoscientia. Rio Grande. Cap. 6.16: 157-162.
- WINTERBERT P. 1922. Le stade K de Balfour chez les embryons de Sélaciens (*Scylliorhinus canicula* L. Giill.); sa division nécessaire aux points de vue anatomique et physiologique. *C. R. Société de Biologie*, 87: 351-356.

WOURMS, JP. 1997. The Rise of Fish Embryology in the Nineteenth Century. *American Zoologist*, 37: 269-310.

YIO, OT. 1931. La glande de l'éclosion chez les Plagiostomes. *Annales de l'Institut Océanographique de Monaco*, 10: 281 – 370.

ZIEGLER, HE & F ZIEGLER. 1892. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte von *Torpedo*. *Arch. Mikr. Anat.*, 39: 56 – 102, pls. 3, 4. *apud* WOURMS, JP. 1997. The Rise of Fish Embryology in the Nineteenth Century. *American Zoologist*, 37: 269-310.

# TABELAS

Tabela 1 - Valores máximos (MAX), mínimos (MIN), média (MED) e desvio padrão (DP) para as medidas das cápsulas ovígeras de *Sympterygia acuta*, em milímetros. CTCP – Comprimento da cápsula; LC – Largura da cápsula; DL – Distância entre chifres caudais/posteriores; DLX - Distância externa dos chifres caudais/posteriores; DCX – Distância externa dos chifres craniais/anteriores.

	MIN-MAX	MED	DP
CTCP	41.1 – 55.2	47.8	2.8
LC	26.8 – 38.7	31.9	1.9
DL	11.0 – 23.8	18.6	2.2
DLX	19.1 – 28.6	24.6	1.6
DCX	14.3 – 28.4	24.4	1.9

Tabela 2 – Características dos estágios de desenvolvimento embrionário

Estágio	CT (mm)	Arcos branquiais	Feições da cabeça	Nadadeiras peitorais	Nadadeiras pélvicas	Feições da cauda	Pigmentação	Vitelo	Outras feições
17	4,0	1 fenda branquial visível	Vesícula óptica perceptível				Transparente	SVE não vascularizado, com 22,0 mm de diâmetro	
18	4,5-5,0	2 fendas branquiais visíveis	Vesícula óptica perceptível; plácido auditivo				Transparente	SVE não vascularizado	
19	7,0	3 fendas branquiais visíveis	Vesícula óptica				Transparente	SVE não vascularizado	coração perceptível; movimentos espontâneos
20	7,5	3 fendas branquiais visíveis e a 2ª aberta	Cálice óptico com vesículas das lentes			Saliência cloacal	Transparente	SVE não vascularizado	
21	7,7	3 fendas branquiais visíveis e 2 abertas	Cálice óptico com vesículas das lentes; boca em fenda losangular; placódio olfativo			Saliência cloacal	Transparente	SVE não vascularizado	
22	8,9	3 fendas branquiais visíveis e 3 abertas	Cálice óptico com vesículas das lentes; boca em fenda losangular; fossetas olfativas			Saliência cloacal	Transparente	SVE não vascularizado	
23	7,0-12,7	5 fendas branquiais visíveis e 1 aberta; brotos de filamentos da 2ª a 4ª	Lentes dos olhos formadas; boca em fenda losangular; fossetas olfativas	Cristas dérmicas		Saliência cloacal	Transparente	Início da vascularização do SVE	
24	9,5-15,7	6 fendas branquiais abertas; 1ª fenda se estreita; brotos de filamentos da 2ª a 5ª	Lentes dos olhos salientes; boca em fenda losangular; fossetas olfativas	Cristas dérmicas	Cristas dérmicas	Membrana cloacal	Transparente	SVE parcialmente vascularizado	
25	12,4-18,0	6 fendas branquiais abertas; 1ª fenda estreita; brotos de filamentos da 2ª a 6ª	Lentes dos olhos salientes; boca em fenda estreita	Arredondadas, ocupa toda a lateral abdominal do embrião	Arredondadas	Membrana cloacal	Transparente	SVE parcialmente vascularizado	
26	14,4-21,0	5 fendas branquiais laterais com pequenos filamentos; 1ª fenda modifica-se em espiráculos	Olhos formados; boca em fenda estreita; fossetas olfativas migrando	LD= 2,1-3,6 mm; raios visíveis	Arredondadas	Membrana cloacal; dobra sagital em formação	Transparente	SVE vascularizado	
27	19,0-23,8	5 fendas branquiais laterais; filamentos curtos; 1ª fenda modifica-se em espiráculos	Olhos formados; boca losangular ovalada; fossetas olfativas migrando	LD= 3,3-4,5 mm; prolongando na direção cranial	Arredondadas	Membrana cloacal; dobra sagital com nadadeiras dorsais salientes	Transparente	SVE vascularizado	

Tabela 2 – Características dos estágios de desenvolvimento embrionário (continuação)

Estágio	CT (mm)	Arcos branquiais	Feições da cabeça	Nadadeiras peitorais	Nadadeiras pélvicas	Feições da cauda	Pigmentação	Vitelo	Outras feições
28	21,4-28,0	5 fendas branquiais ventrais; filamentos médios; espiráculos ovais	Pigmentação inicial dos olhos; boca oval; fendas nasais na dobra do focinho	LD= 4,2-6,6 mm; prolongando na direção cranial	Arredondadas	Membrana cloacal; dobra sagital com nadadeiras dorsais salientes	Transparente	SVE vascularizado	
29	25,2-33,6	5 fendas branquiais ventrais; filamentos longos; espiráculos ovais	Pigmentação fraca no globo ocular; boca oval; fendas nasais na dobra do focinho	LD= 4,0-8,3 mm; prolongando na direção cranial, começando a fundir lateralmente ao corpo	Arredondadas	Membrana cloacal; dobra sagital com nadadeiras dorsais distintas	Transparente	SVE vascularizado	
30	29,0-40,8	5 fendas branquiais ventrais; filamentos em tamanho máximo; espiráculos ovais	Pigmentação fraca no globo ocular; boca oval; fendas nasais ovais	LD= 6,2-11,7 mm; prolongando na direção cranial, começando a formar o disco	Triangulares	Fenda cloacal em formação; cláspers; dobra sagital com nadadeiras dorsais distintas	Transparente	SVE vascularizado; vitelo migrando para o intestino	Início da pré-eclosão com a abertura das fendas da cápsula ovígera
31	36,2-53,2	5 fendas branquiais ventrais; filamentos em tamanho máximo; espiráculos ovais próximos aos olhos	Pigmentação forte no globo ocular e fraca ao redor do olho; boca oval; fendas nasais ovais	LD= 10,3-17,8 mm; disco quase completo	Extremidades pontiagudas	Fenda cloacal em formação; cláspers; nadadeiras dorsais grandes; dobra sagital regredindo	Pequenos pontos no dorso, na região central	SVE vascularizado; vitelo migrando para o intestino	
32	43,0-58,4	5 fendas branquiais ventrais; filamentos longos; espiráculos ovais próximos aos olhos	Pigmentação forte no globo ocular e ao redor do olho; boca em fenda; fendas nasais estreitas	LD= 14,4-19,3 mm; disco completo em formato circular	Extremidades craniais levemente serrilhadas	Fenda cloacal formada; cláspers; nadadeiras dorsais grandes; dobra sagital vestigial	Dorso: fraca no topo da cabeça, região das fendas branquiais e ponta da cauda	SVE vascularizado; vitelo migrando para o intestino, com dilatação da porção interna do corção vitelínico	
33	46,6-61,3	5 fendas branquiais ventrais; filamentos curtos; espiráculos estreitos próximos aos olhos	Pigmentação escura no olho; boca e fendas nasais iguais ao neonato	LD= 16,6-22,2 mm; disco completo com extremidade anterior afilada	Extremidades craniais serrilhadas	Fenda cloacal; cláspers; nadadeiras dorsais grandes; dobra sagital vestigial	Completa, igual ao neonato; porém fraca	SVE vascularizado; SVI formado e com pouco vitelo	
34	56,4-70,5	5 fendas branquiais ventrais; filamentos vestigiais; espiráculos ovais próximos aos olhos	Pigmentação escura no olho; boca e fendas nasais iguais ao neonato	LD= 22,5-28,6 mm; disco completo com extremidade anterior afilada	Extremidades serrilhadas	Fenda cloacal; cláspers; nadadeiras dorsais grandes; dobra sagital vestigial	Completa, igual ao neonato; porém fraca	SVE reduzido; SVI formado e com muito vitelo	
35	68,9-83,2	5 fendas branquiais ventrais; filamentos ausentes; espiráculos ovais próximos aos olhos	Pigmentação escura no olho; boca e fendas nasais iguais ao neonato	LD= 29,8-42,9 mm; disco completo com extremidade anterior afilada	Extremidades serrilhadas	Fenda cloacal; cláspers; nadadeiras dorsais grandes; dobra sagital vestigial	Completa	SVE reduzido; SVI formado e com muito vitelo	



Tabela 3 - Percentagem de fendas abertas nas cápsulas ovígeras de *Sympterygia acuta*, de acordo com o estágio de desenvolvimento embrionário. Valores de n entre parênteses indicam o número de cápsulas amostradas em cada estágio. 4F: as quatro fendas estão fechadas; A: fenda aberta.

Estágio	Fendas abertas (%)				
	4F	1A	2A	3A	4A
18 (n=1)	100				
19 (n=2)	100				
21 (n=2)	100				
23 (n=2)	100				
24 (n=1)	100				
25 (n=2)	100				
26 (n=4)	100				
27 (n=3)	100				
28 (n=7)	100				
29 (n=10)	100				
30 (n=20)	85	10	5		
31 (n=15)	66.7	13.3	13.3		6.7
32 (n=18)	38.9		5.55	5.55	50
33 (n=8)					100
34 (n=4)					100
35 (n=9)					100

Tabela 4 – Número e posição das fendas abertas nas cápsulas amostradas, com um total de 121 cápsulas. Fendas anteriores = presentes na base dos chifres craniais (curtos); Fendas posteriores = presentes na base dos chifres caudais (longos); A = aberta.

	Fendas anteriores			
		0	1A	2A
Fendas	0	79	2	2
posteriores	1A	3	1	1
	2A	1	0	32

Tabela 5 – Análise de covariância. Valores de p e F encontrados no teste de diferenças nas proporções corporais entre os sexos de acordo com o comprimento total nos embriões de *Sympterygia acuta*. CF – Comprimento do focinho; CC – Comprimento da cauda; CA – Comprimento da cabeça; LD – Largura do disco; DE – Distância entre espiráculos; PCOM – Comprimento da nadadeira peitoral; PLARG – Largura da nadadeira peitoral; PBAS – Largura da base da nadadeira peitoral. Medidas em percentagem do comprimento total (CT). Asterisco (\*) indica os dados que foram transformados em LOG na base 10 para as análises.

	p	F
CF (%)	0,238276	1,120938
CC (%)	0,462023	0,545868
CA (%)	0,791079	0,071325
LD (%)*	0,516745	0,423648
DE (%)*	0,279127	1,191788
PCOM (%)	0,454050	0,574430
PLARG (%)	0,441229	0,609133
PBAS (%)	0,671944	0,183627

Tabela 6 – Ocorrência dos estágios de desenvolvimento de *Sympterygia acuta* nas coletas realizadas 04 de junho a 24 de novembro de 2004, e de 06 de setembro a 01 de novembro de 2005 na Praia do Cassino; e de fevereiro com arrasto de fundo na costa Sul do Rio Grande do Sul.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<17 (n=5)								1	4			
17 (n=1)									1			
18 (n=3)									2		1	
19 (n=3)									2	1		
20 (n=1)									1			
21 (n=2)									1		1	
22 (n=1)		1										
23 (n=4)								1	2		1	
24 (n=4)									3		1	
25 (n=3)									3			
26 (n=5)		1						1	2		1	
27 (n=4)									2		2	
28 (n=8)						2			5		1	
29 (n=14)						1			6		7	
30 (n=27)						2		1	16		8	
31 (n=22)						1			10		11	
32 (n=30)						3		1	8		18	
33 (n=21)		1							10		10	
34 (n=10)		1				4			1		4	
35 (n=12)		1				1			5		5	

Tabela 7 – Composição dos ninhos de *Sympterygia acuta* de acordo com os estágios de desenvolvimento. Apenas ninhos contendo mais de três embriões estão representados. Algarismos romanos representam o número do ninho referente à coleta. (V= 6 cápsulas, XLVI = 13 cápsulas, LXXI = 5 cápsulas, LXXV = 7 cápsulas, LXXXVI = 10 cápsulas).

	V	XLVI	LXXI	LXXV	LXXXVI
17					
18					
19					
20			1		
21					
22					
23				1	
24					
25				1	
26					
27					
28					
29		1	1		4
30	2	3		2	4
31	1	4	1	1	2
32	1	3		1	
33		2	1	1	
34	2				
35			1		

# FIGURAS

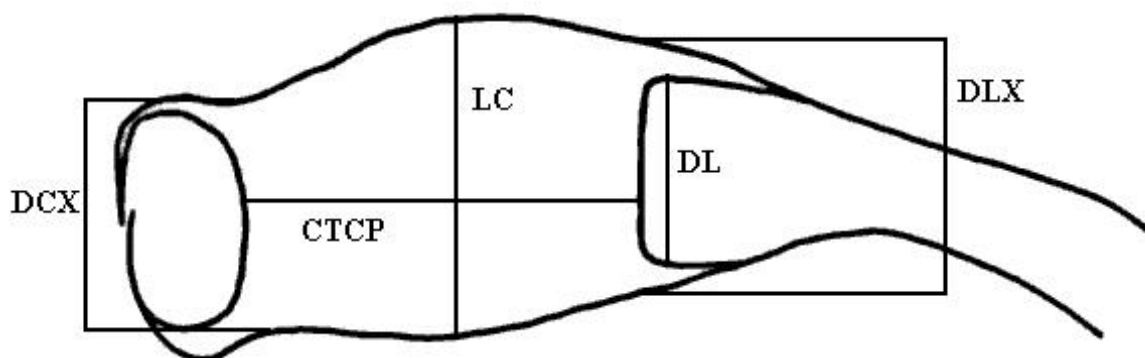
**FIGURAS**

Figura 1 – Medidas obtidas da cápsula ovígera de *Sympterygia acuta*. (CTCP – Comprimento da cápsula; LC – Largura da cápsula; DL – Distância entre chifres caudais/posteriores; DLX - Distância externa dos chifres caudais/posteriores; DCX – Distância externa dos chifres craniais/anteriores).

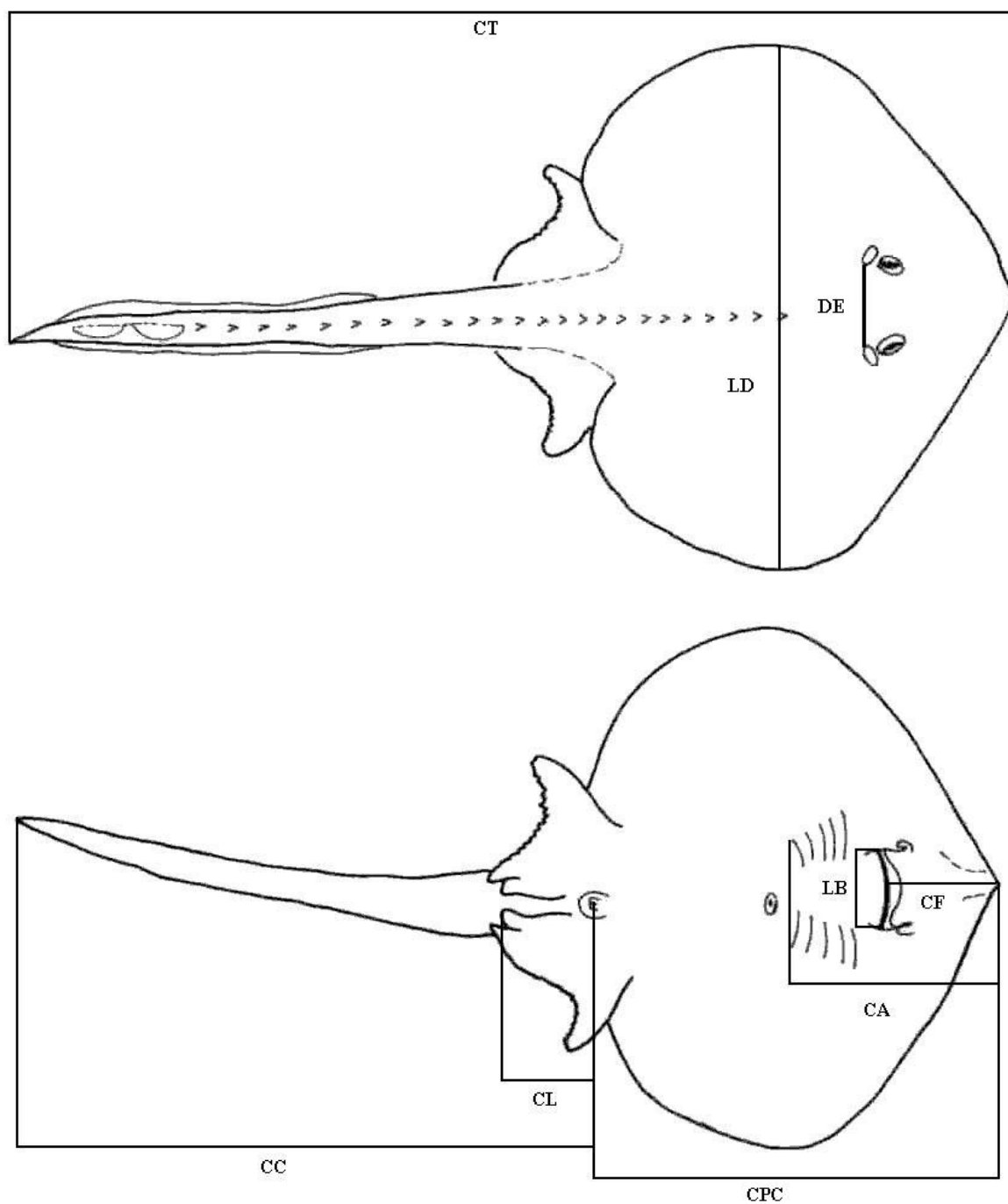


Figura 2 - Medidas obtidas dos embriões de *Sympterygia acuta*. (CT – Comprimento total; CF – Comprimento do focinho (pré-oral); CA – Comprimento da cabeça; CPC – Comprimento pré-caudal; CC – Comprimento da cauda; CL – Comprimento do cláster; LD – Largura do disco; LB – Largura da boca; DE – Distância entre espiráculos).

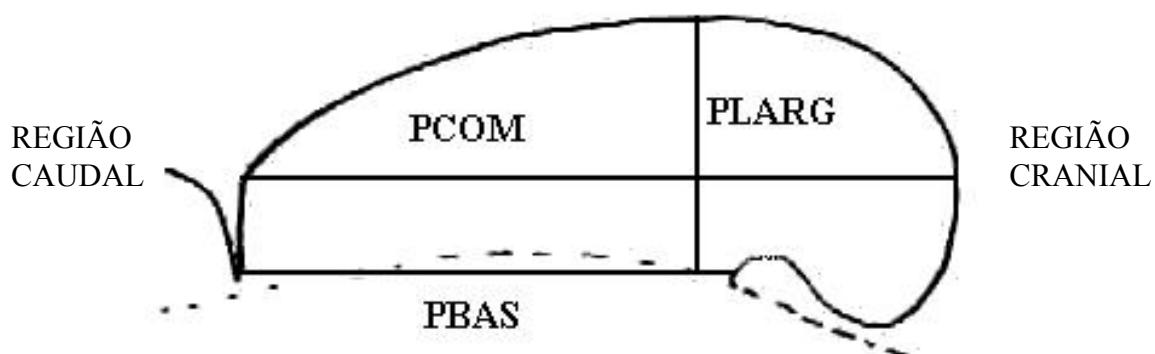


Figura 3 – Medidas obtidas das nadadeiras peitorais em desenvolvimento de *Sympterygia acuta*. (PCOM – Comprimento da nadadeira peitoral; PLARG – Largura da nadadeira peitoral; PBAS – Largura da base da nadadeira peitoral).



Figura 4 – Ninhos de *Sympterygia acuta* na praia do Cassino, RS. A – ninhos na areia da praia; B – ninhos, lixo e briozoários.





Figura 5 – Ninhos de *Sympterygia acuta* coletados na praia do Cassino, RS.

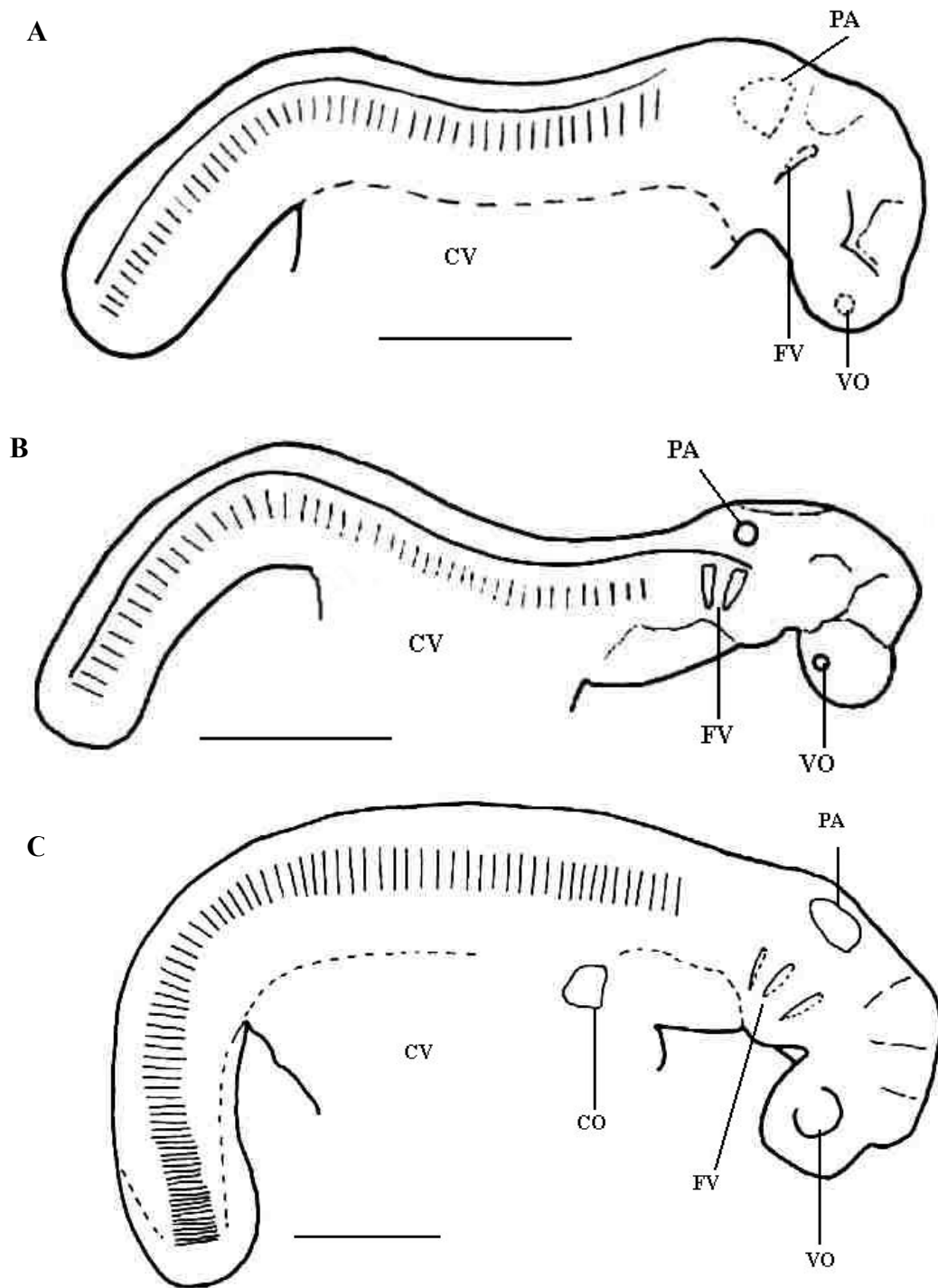


Figura 6 – Vista lateral dos embriões de *Sympterygia acuta*. (A) Estágio 17 (E142), (B) Estágio 18 (E158) e (C) Estágio 19 (E156) do desenvolvimento embrionário. FV – fenda branquial visível; CO – coração; PA – placódio auditivo; VO – vesícula óptica; CV – inserção do cordão vitelínico. Escala = 1mm.

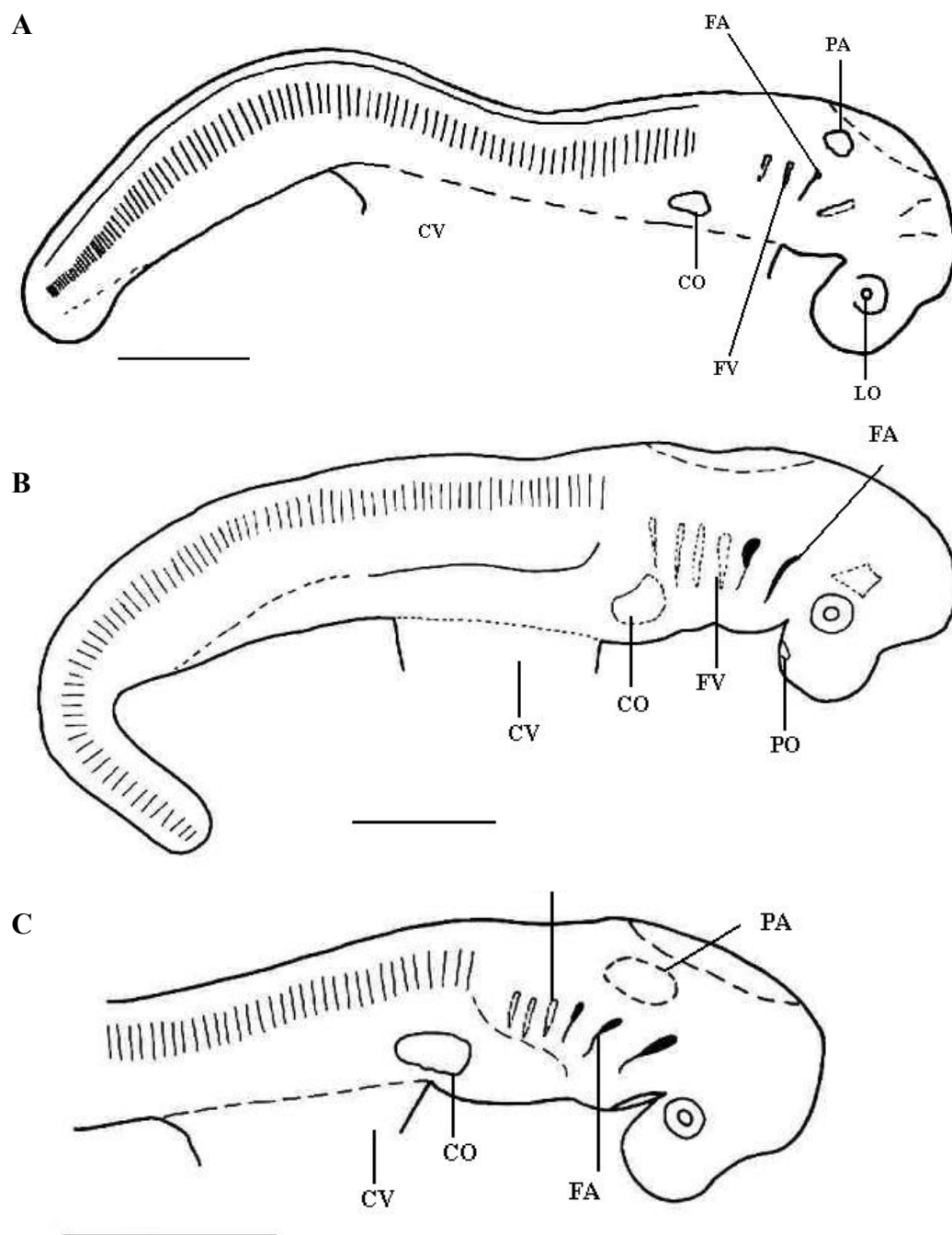


Figura 7 – Vista lateral dos embriões de *Sympterygia acuta*. (A) Estágio 20 (E126), (B) Estágio 21 (E49) e (C) Estágio 22 (S05) do desenvolvimento embrionário. FV – fenda branquial visível; FA – fenda branquial aberta; CO – coração; PA – placódio auditivo; LO – lentes dos olhos; PO – placódio olfativo; CV – inserção do cordão vitelínico. Escala = 1mm.

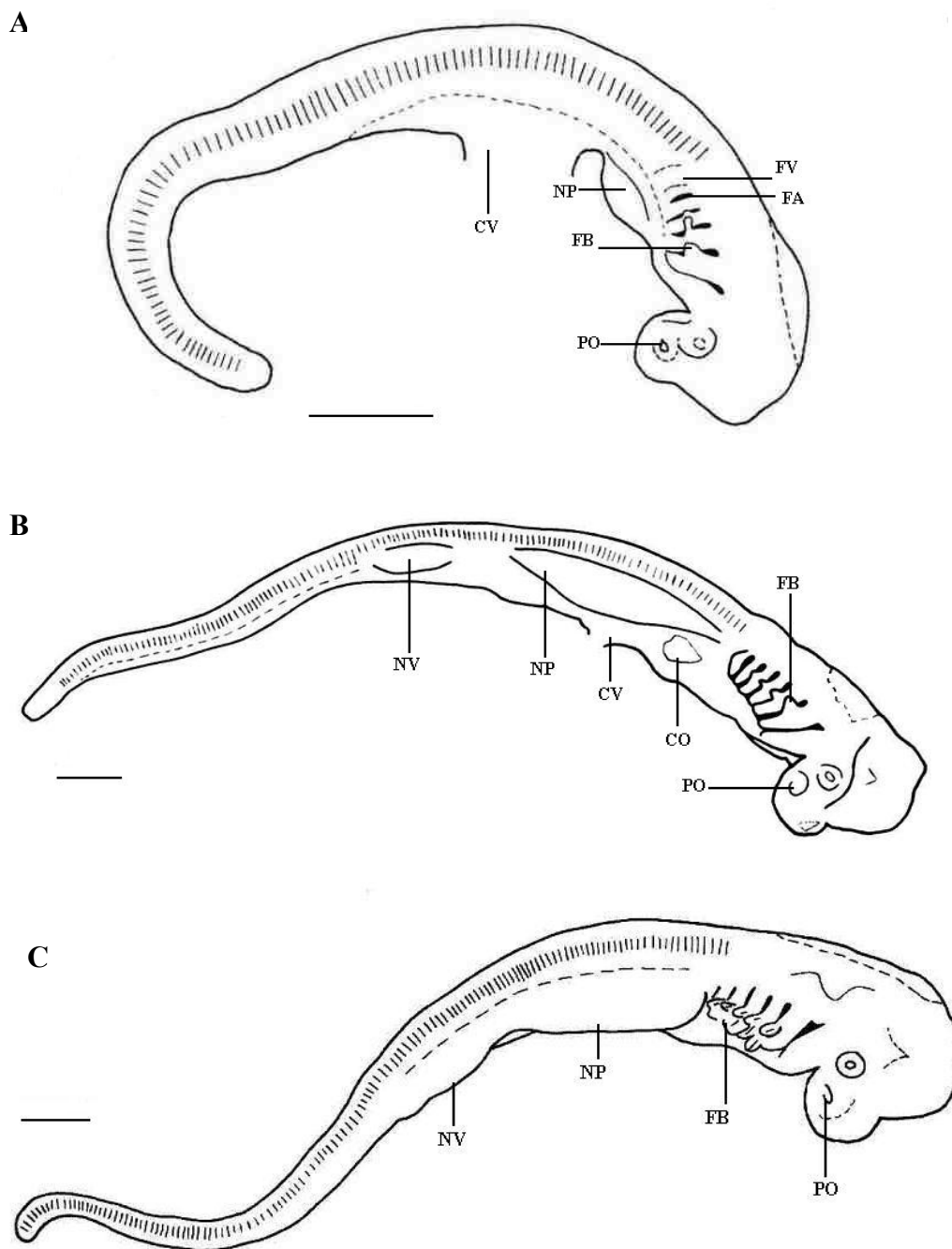


Figura 8 – Vista lateral dos embriões de *Sympterygia acuta*. (A) Estágio 23 (E203), (B) Estágio 24 (E167) e (C) Estágio 25 (E131) do desenvolvimento embrionário. FV – fenda branquial visível, FB – filamentos branquiais; PO – placódio olfativo; CO – coração; NP – nadadeira peitoral; NV – nadadeira pélvica; CV – inserção do cordão vitelínico. Escala = 1 mm.

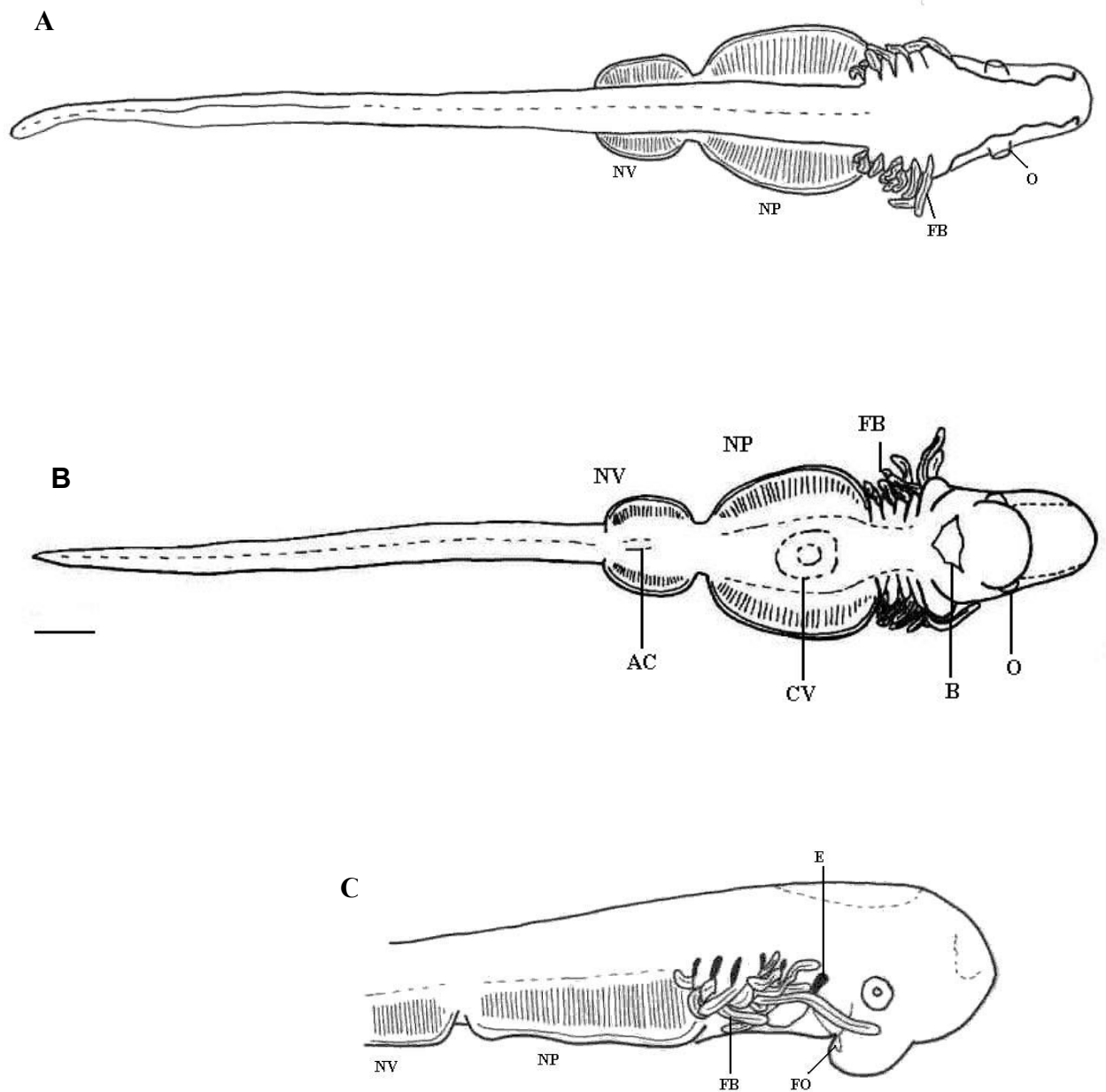


Figura 9– Embrião de *Sympterygia acuta* no Estágio 26 (S01) do desenvolvimento embrionário, em vista dorsal (A), ventral (B) e lateral (C). B – boca; O – olho; FO – fossas olfativas; E – espiráculo; FB – filamentos branquiais; NP – nadadeira peitoral; NV – nadadeira pélvica; AC – abertura cloacal; CV – inserção do cordão vitelínico. Escala = 1mm.

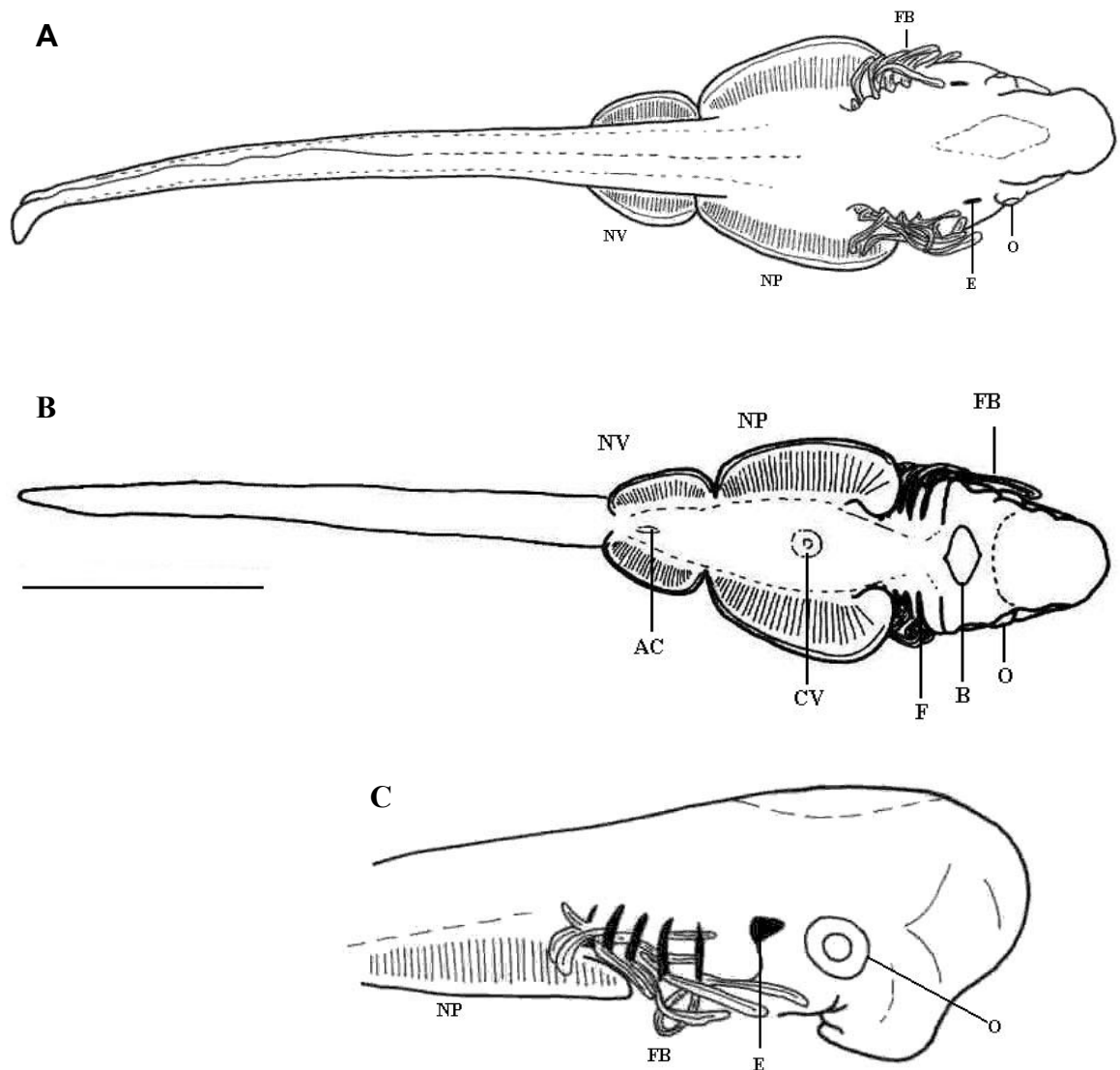


Figura 10 – Embrião de *Sympterygia acuta* no Estágio 27 (C23) do desenvolvimento embrionário, em vista dorsal (A), ventral (B) e lateral (C). B – boca; O – olho; E – espiráculo; F – fendas branquiais; FB – filamentos branquiais; NP – nadadeira peitoral; NV – nadadeira pélvica; AC – abertura cloacal; CV – inserção do cordão vitelínico. Escala = 5 mm.

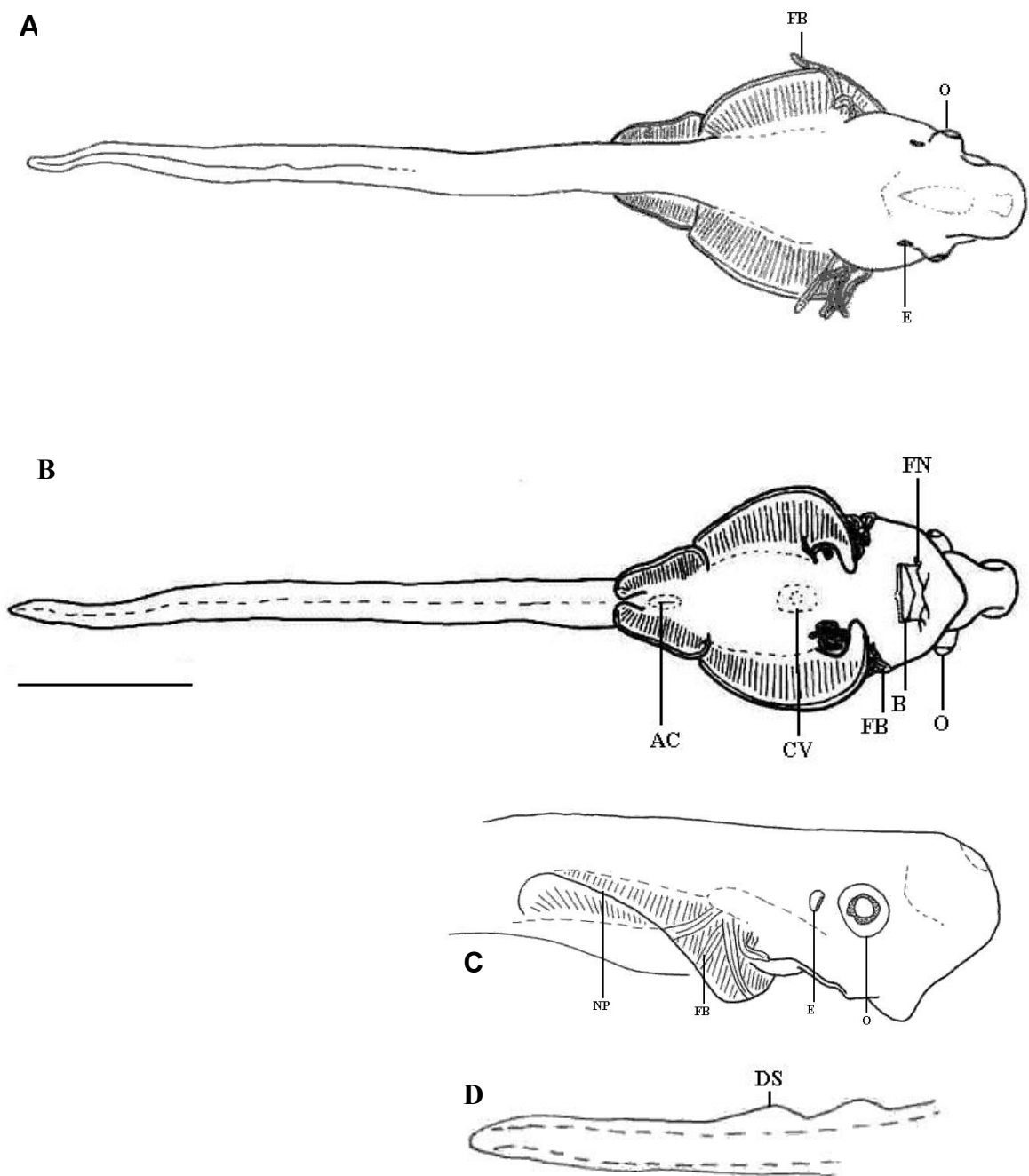


Figura 11 – Embrião de *Sympterygia acuta* no Estágio 28 (C10) do desenvolvimento embrionário, em vista dorsal (A), ventral (B), lateral (C) e cauda (D). B – boca; O – olho; FN – fendas nasais; E – espiráculo; FB – filamentos branquiais; NP – nadadeira peitoral; AC – abertura cloacal; DS – dobra sagital; CV – inserção do cordão vitelínico. Escala = 5 mm.

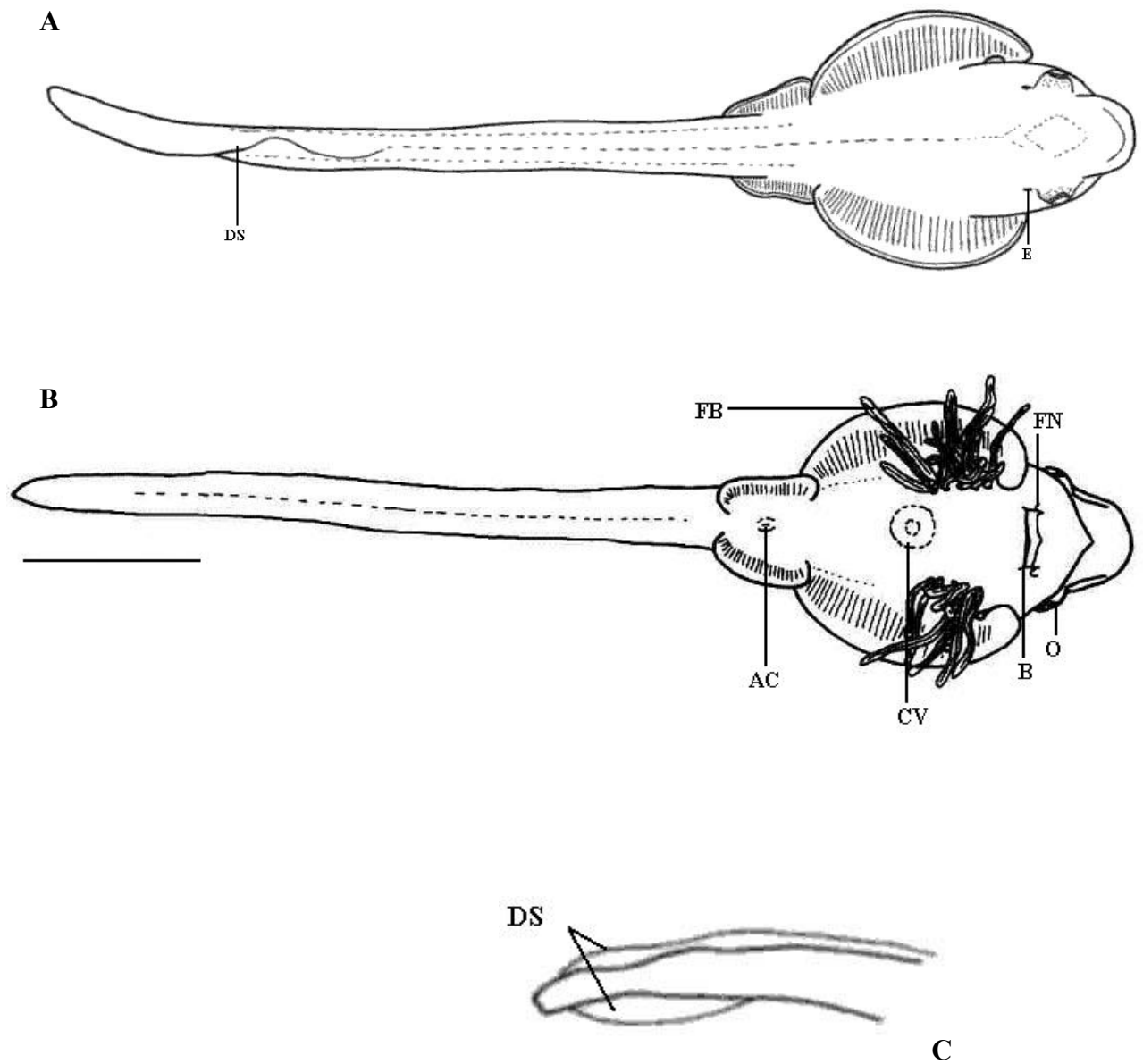


Figura 12 – Embrião de *Sympterygia acuta* no Estágio 29 (C16) do desenvolvimento embrionário, em vista dorsal (A), ventral (B) e cauda (C). B – boca; O – olho; FN – fendas nasais; E – espiráculo; FB – filamentos branquiais; AC – abertura cloacal; DS – dobra sagital; CV – inserção do cordão vitelínico. Escala = 5 mm.



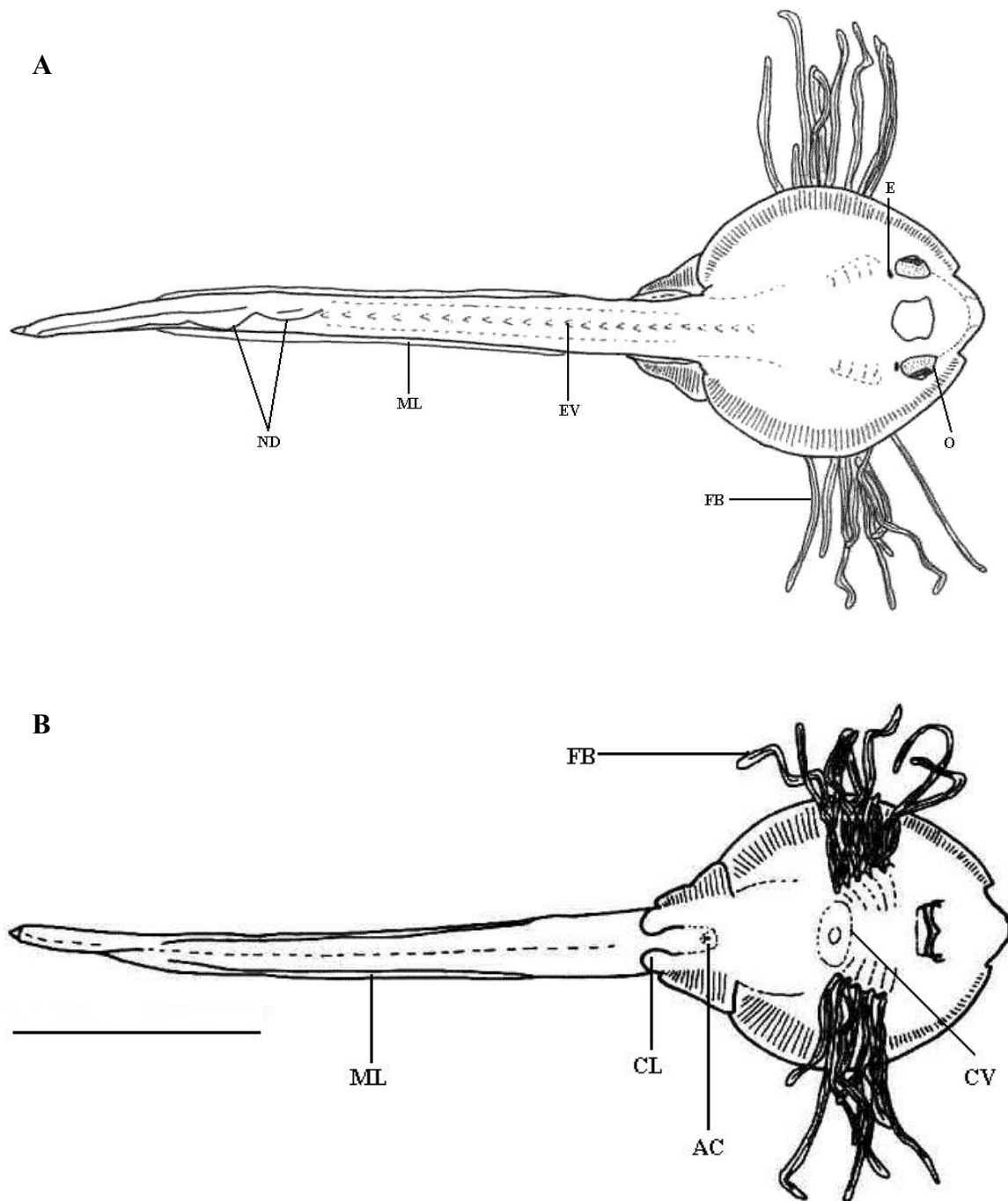


Figura 13 – Embrião de *Sympterygia acuta* no Estágio 30 (E91) do desenvolvimento embrionário, em vista dorsal (A) e ventral (B). O – olho; E – espiráculo; FB – filamentos branquiais; EV – espinhos visíveis; ML – membrana lateral; ND – nadadeiras dorsais; AC – abertura cloacal; CL – clásser; ML – membrana lateral; CV – inserção do cordão vitelínico. Escala = 10 mm.

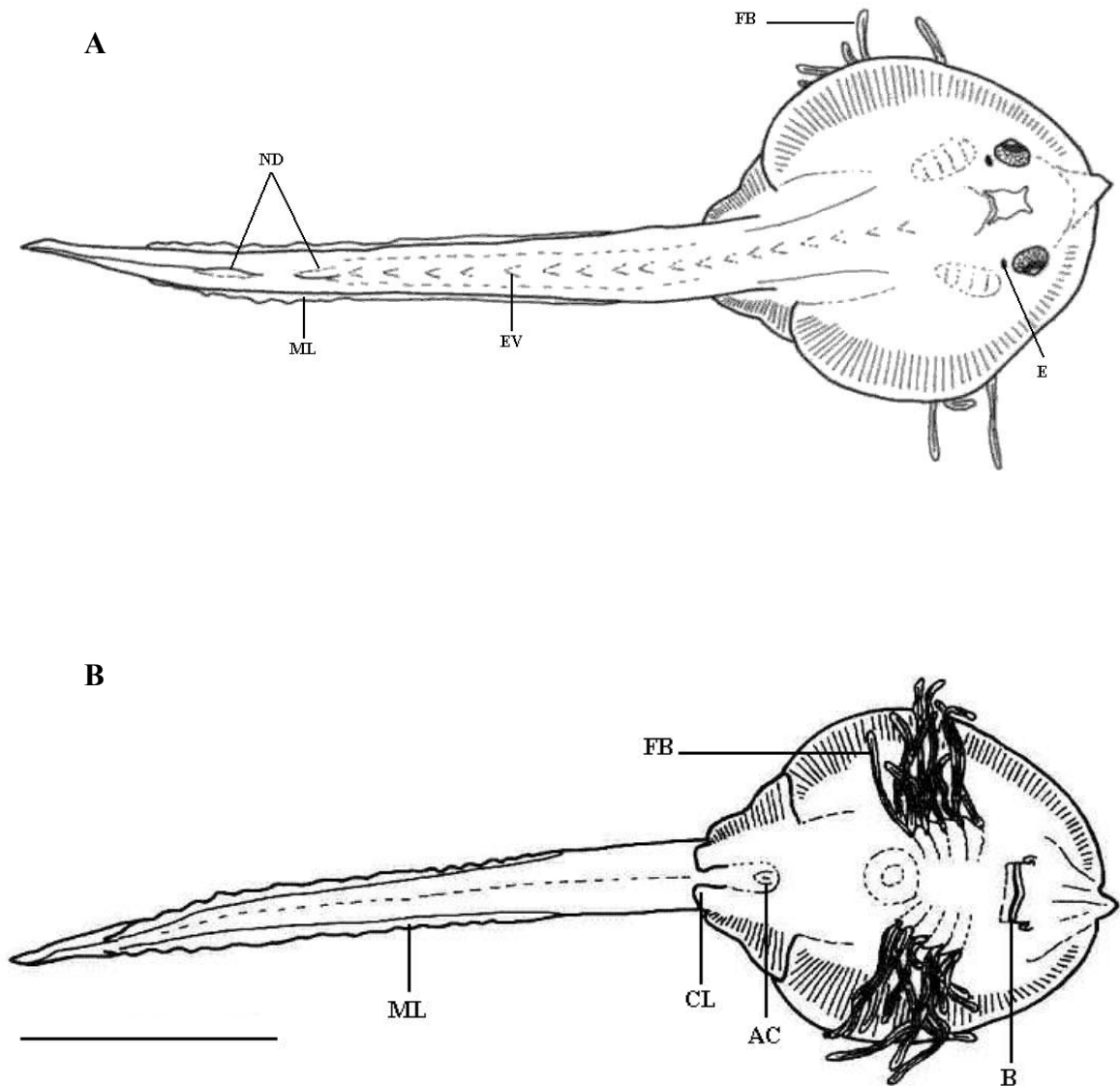


Figura 14 – Embrião de *Sympterygia acuta* no Estágio 31 (C36) do desenvolvimento embrionário, em vista dorsal (A) e ventral (B). B – boca; E – espiráculo; FB – filamentos branquiais; EV – espinhos visíveis; ND – nadadeira dorsal; AC – abertura cloacal; CL – cláspes; ML – membrana lateral. Escala = 10 mm.

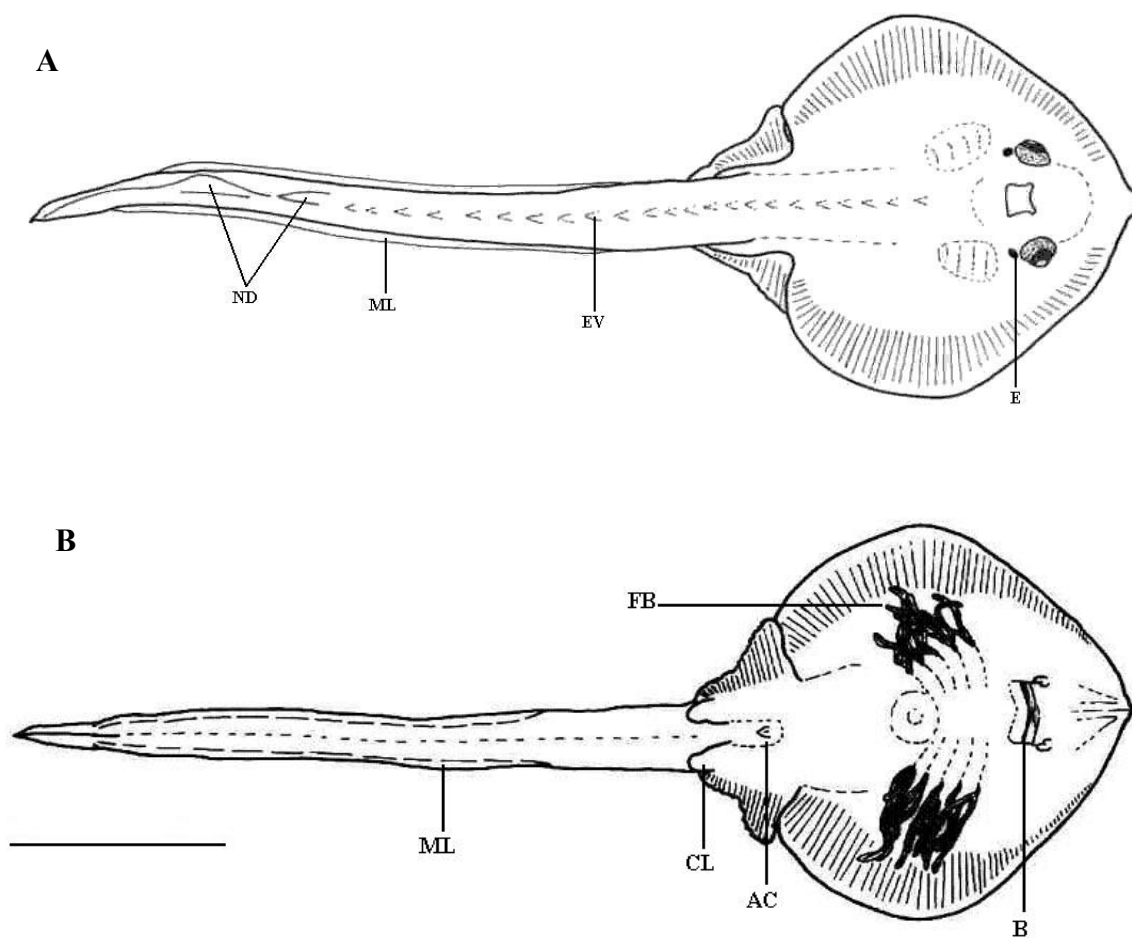


Figura 15 – Embrião de *Sympterygia acuta* no Estágio 32 (E115) do desenvolvimento embrionário, em vista dorsal (A) e ventral (B). B – boca; E – espiráculo; EV – espinhos visíveis; ML – membrana lateral; ND – nadadeira dorsal; FB – filamentos branquiais; AC – abertura cloacal; CL – cláspes; CV – inserção do cordão vitelínico. Escala = 10 mm.

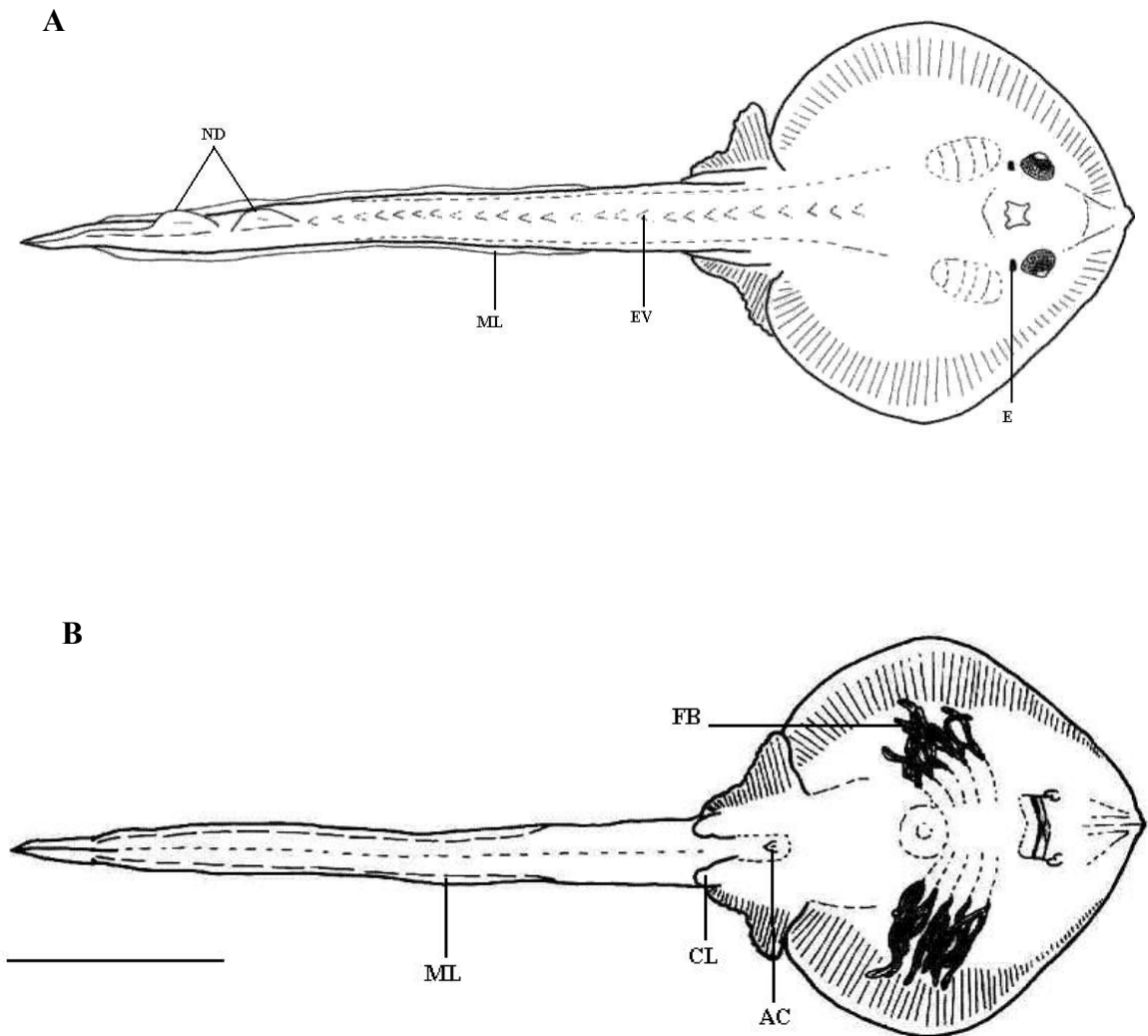


Figura 16 – Embrião de *Sympterygia acuta* no Estágio 33 (E113) do desenvolvimento embrionário, em vista dorsal (A) e ventral (B). E – espiráculo; EV – espinhos visíveis; ML – membrana lateral; ND – nadadeira dorsal; FB – filamentos branquiais; AC – abertura cloacal; CL – cláspes; CV – inserção do cordão vitelínico. Escala = 10 mm.

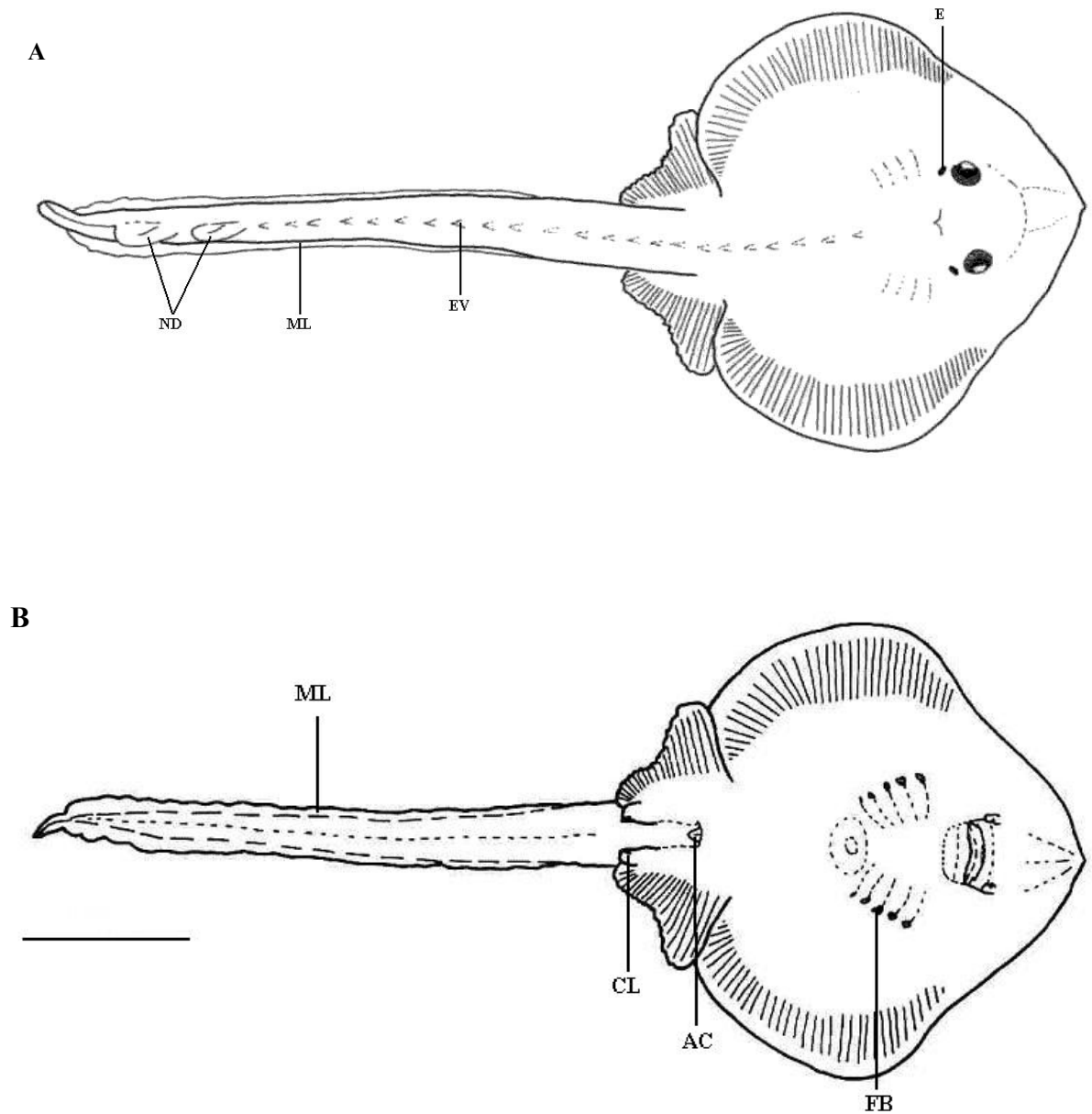


Figura 17 – Embrião de *Sympterygia acuta* no Estágio 34 (C27) do desenvolvimento embrionário, em vista dorsal (A) e ventral (B). E – espiráculo; EV – espinhos visíveis; ML – membrana lateral; FB – filamentos branquiais; ND – nadadeira dorsal; AC – abertura cloacal; CL – clássper; CV – inserção do cordão vitelínico. Escala = 10 mm.

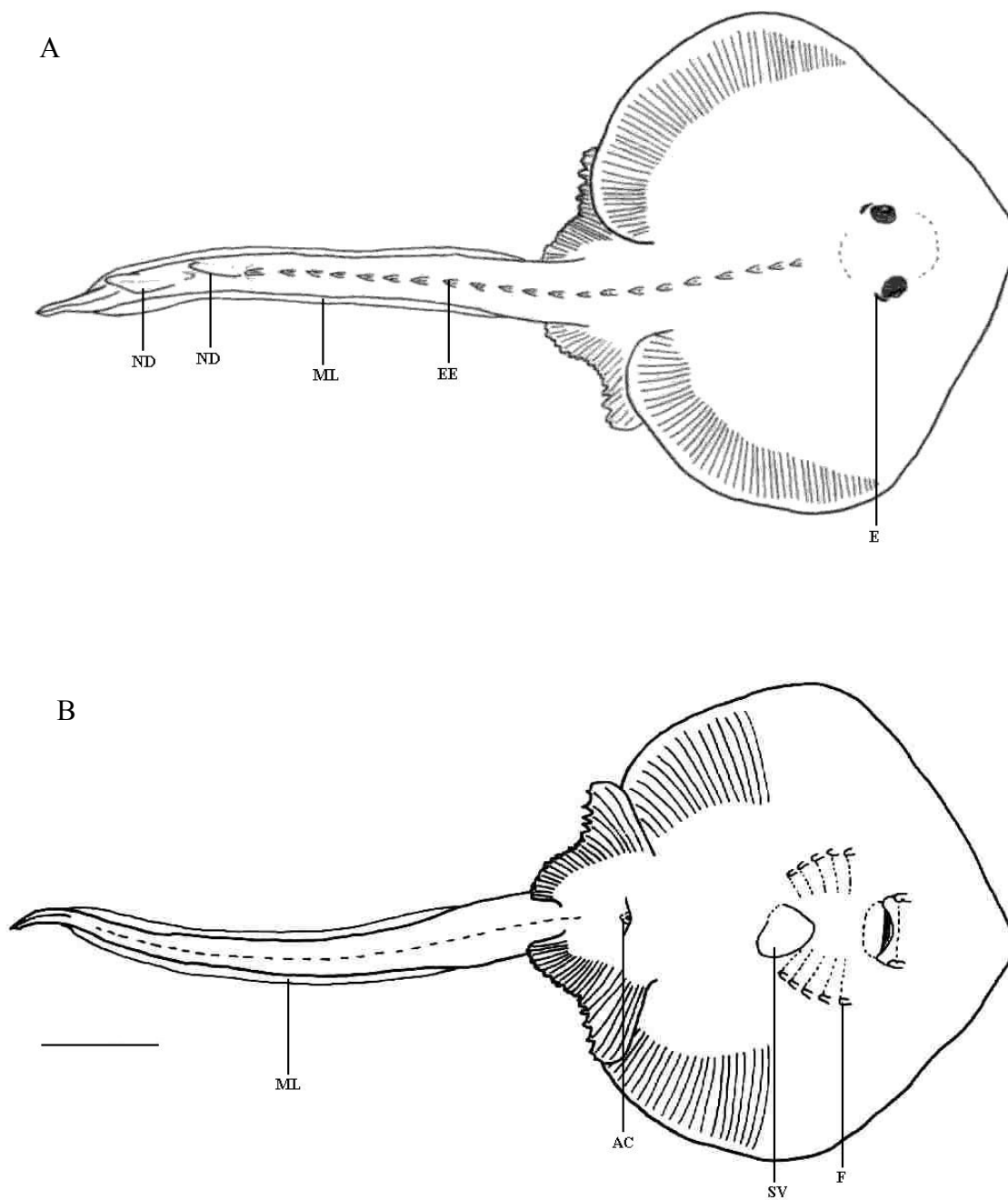


Figura 18 – Embrião de *Sympterygia acuta* no Estágio 35 do desenvolvimento embrionário (E185), em vista dorsal (A) e ventral (B). E – espiráculo; F – fendas branquiais; ND – nadadeira dorsal; AC – abertura cloacal; EE – espinhos externos; ML – membrana lateral; SV – saco vitelínico externo. Escala =10 mm.

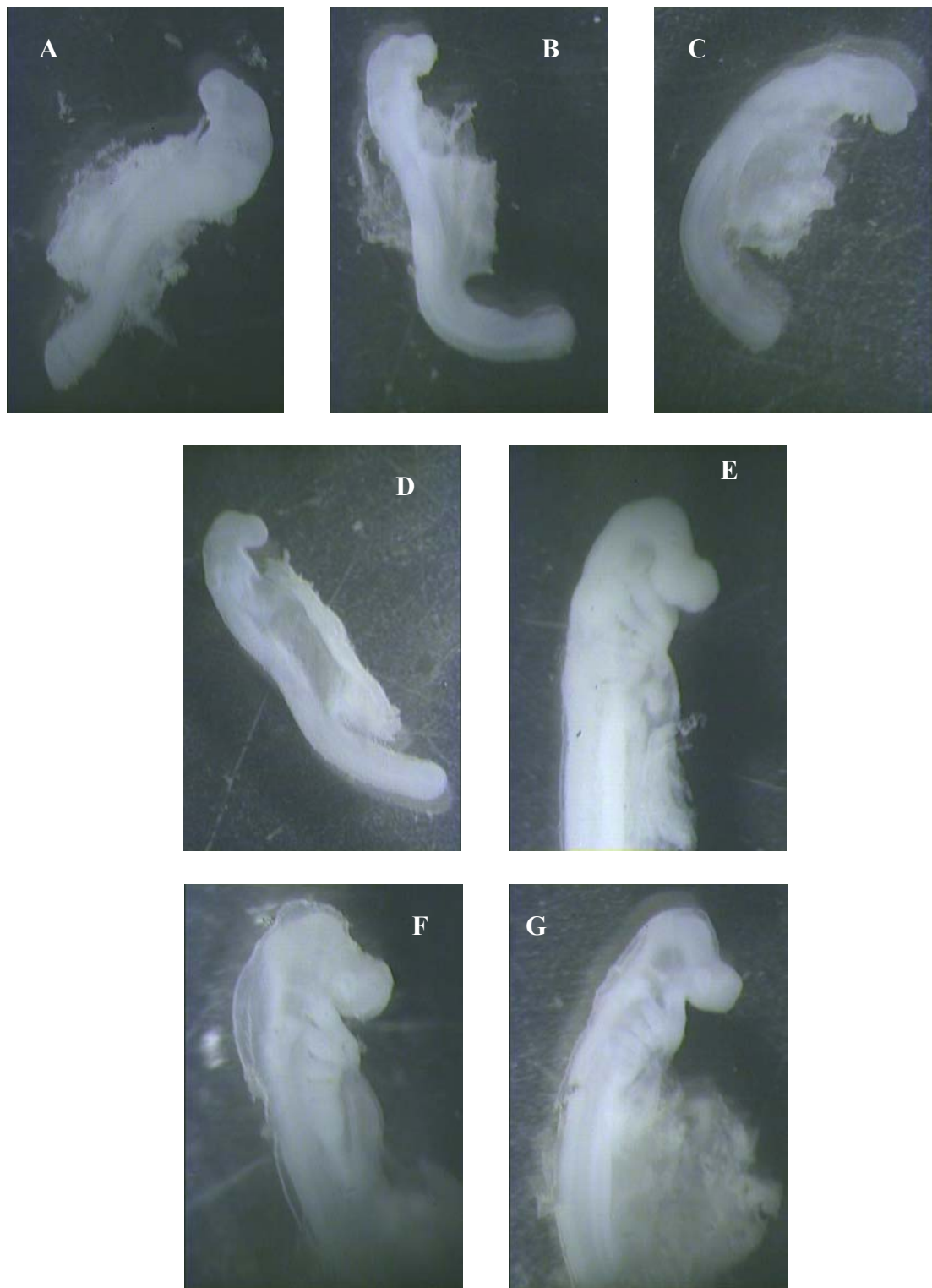


Figura 19 – Fotos de embriões de *Sympterygia acuta*, na lupa. A – estágio 17; B – estágio 18; C – estágio 19; D – estágio 20; E – estágio 21; F – estágio 22; G – estágio 23.

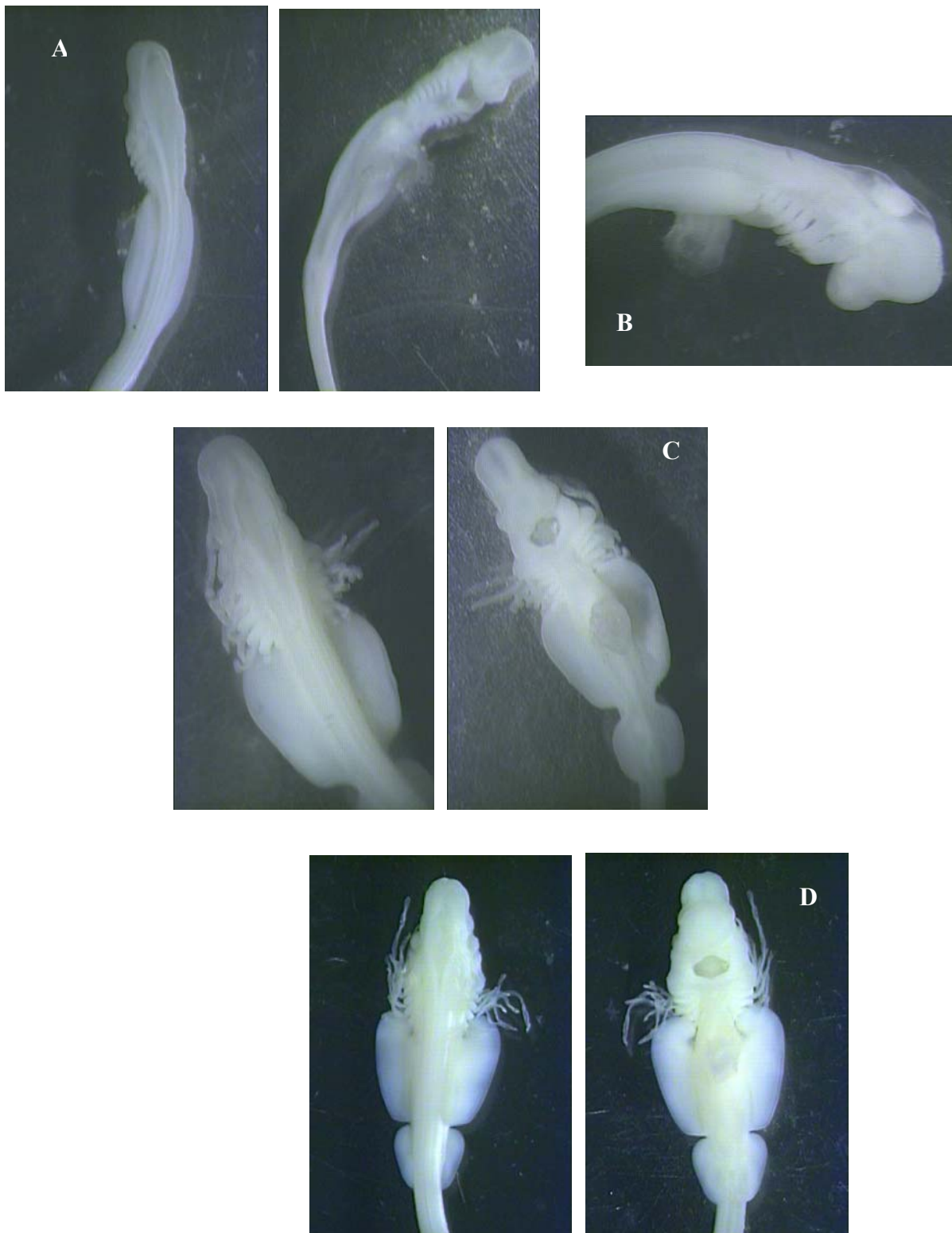


Figura 20 – Fotos de embriões de *Sympterygia acuta*, na lupa. A – estágio 24; B – estágio 25; C – estágio 26; D – estágio 27.



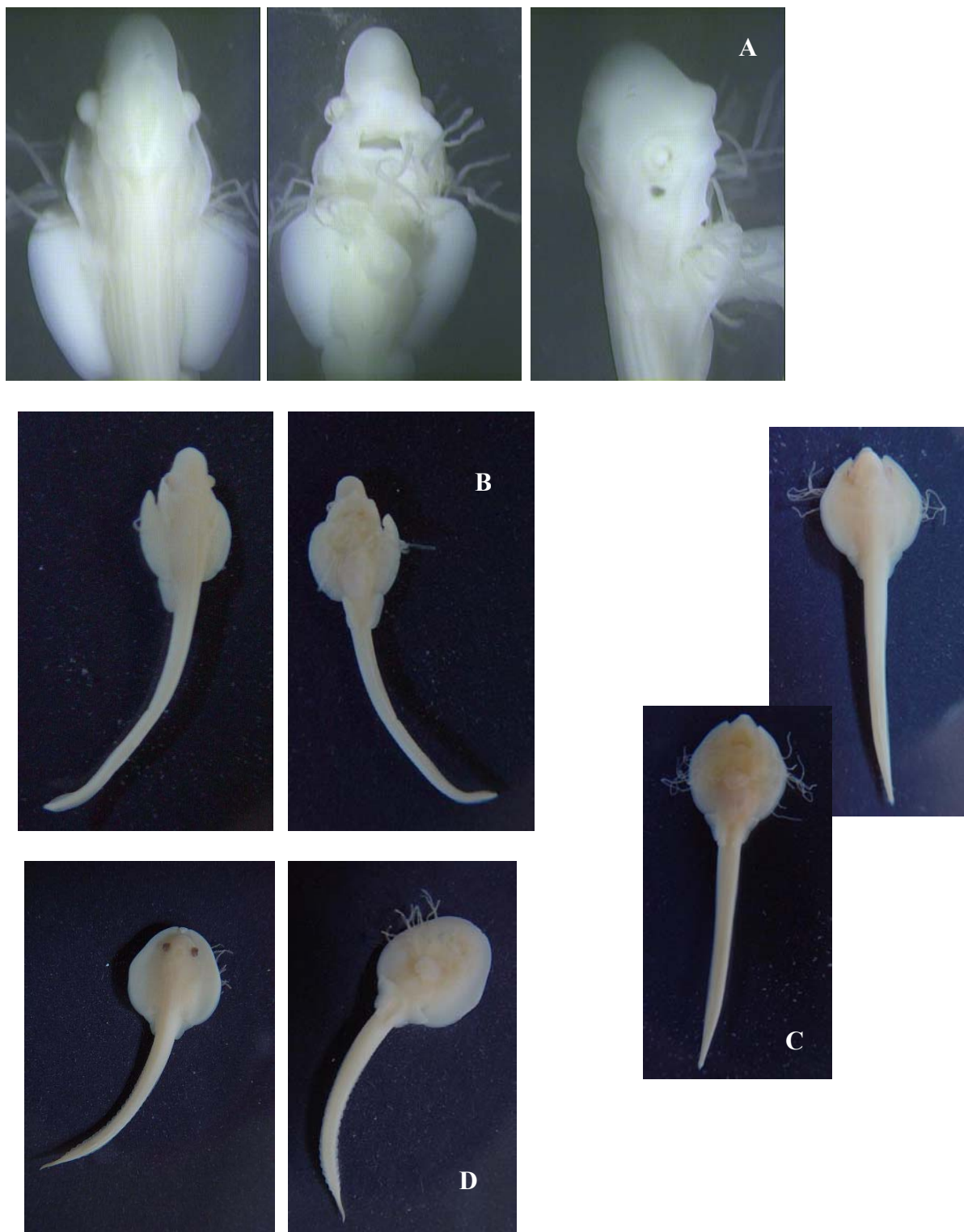


Figura 21 – Fotos de embriões de *Sympterygia acuta*. A (lupa)– estágio 28; B – estágio 29; C – estágio 30; D – estágio 31.

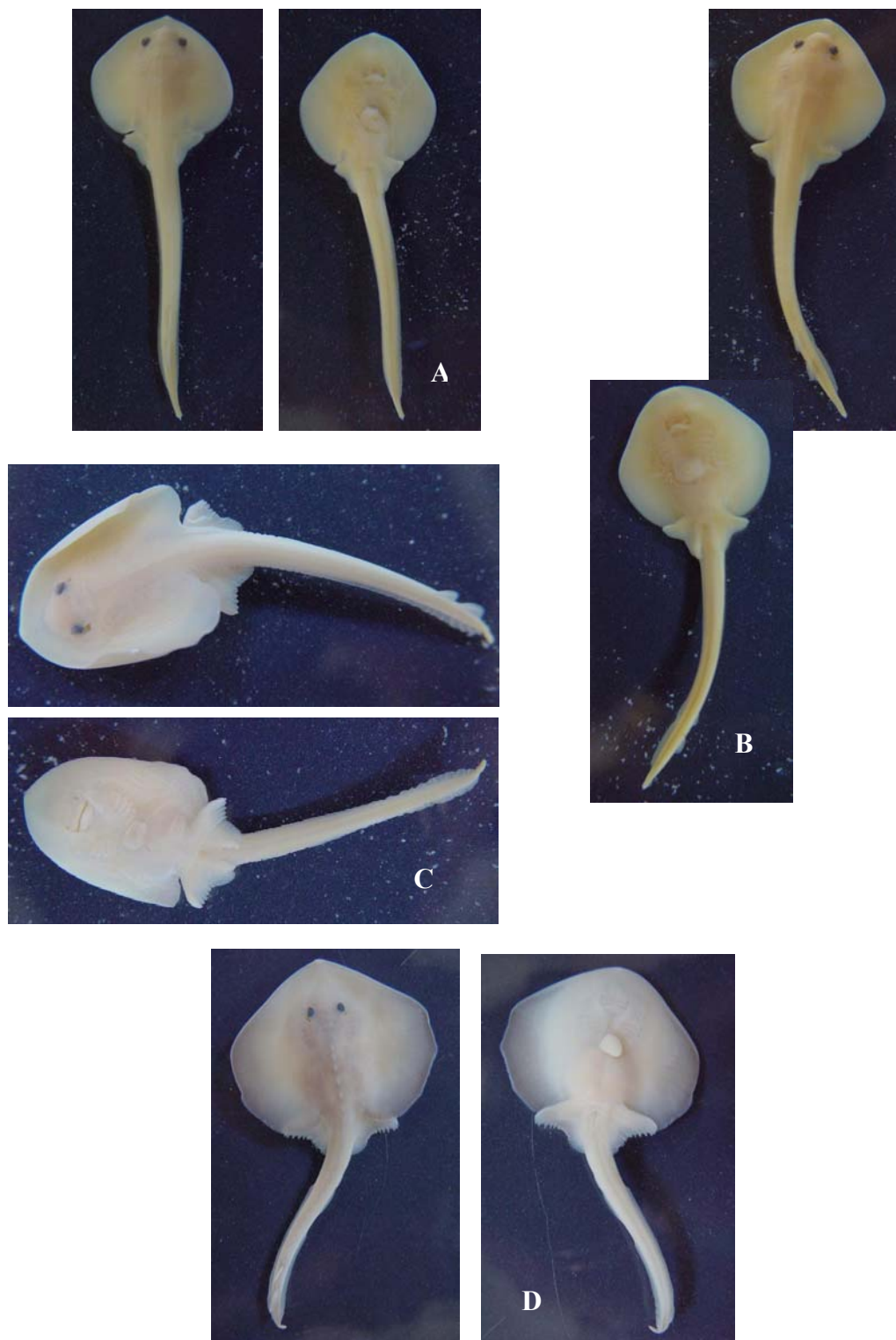


Figura 22 – Fotos de embriões de *Sympterygia acuta*. A – estágio 32; B – estágio 33; C – estágio 34; D – estágio 35.

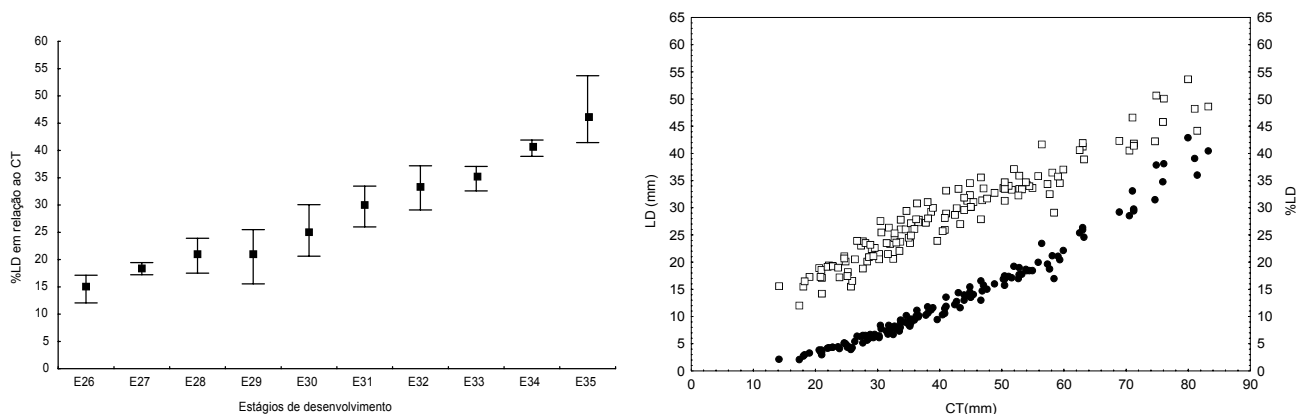


Figura 23 – Largura do disco (LD) de *Sympterygia acuta* em porcentagem do comprimento total em relação aos estágios de desenvolvimento embrionário (esquerda), e porcentagem do comprimento total (□) e valores absolutos em mm (●), em relação ao comprimento total em mm (direita). As barras representam a amplitude e o ponto central é a média dos valores.

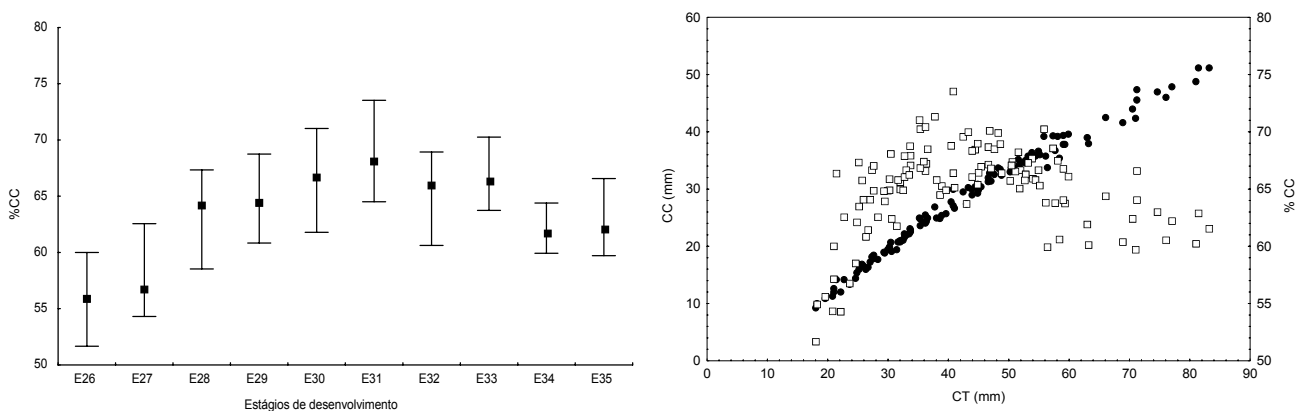


Figura 24 - Comprimento da cauda (CC) de *Sympterygia acuta* em porcentagem do comprimento total em relação aos estágios de desenvolvimento embrionário (esquerda), e porcentagem do comprimento total (□) e valores absolutos em mm (●), em relação ao comprimento total em mm (direita). As barras representam a amplitude e o ponto central é a média dos valores.

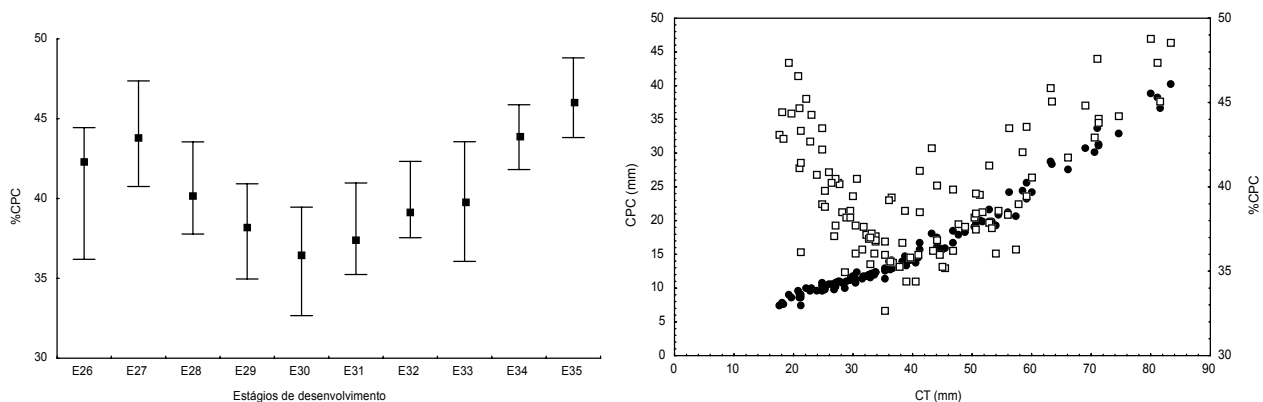


Figura 25 – Comprimento pré-caudal (CPC) de *Sympterygia acuta* em porcentagem do comprimento total em relação aos estágios de desenvolvimento embrionário (esquerda), e porcentagem do comprimento total ( $\square$ ) e valores absolutos em mm ( $\bullet$ ), em relação ao comprimento total em mm (direita). As barras representam a amplitude e o ponto central é a média dos valores.

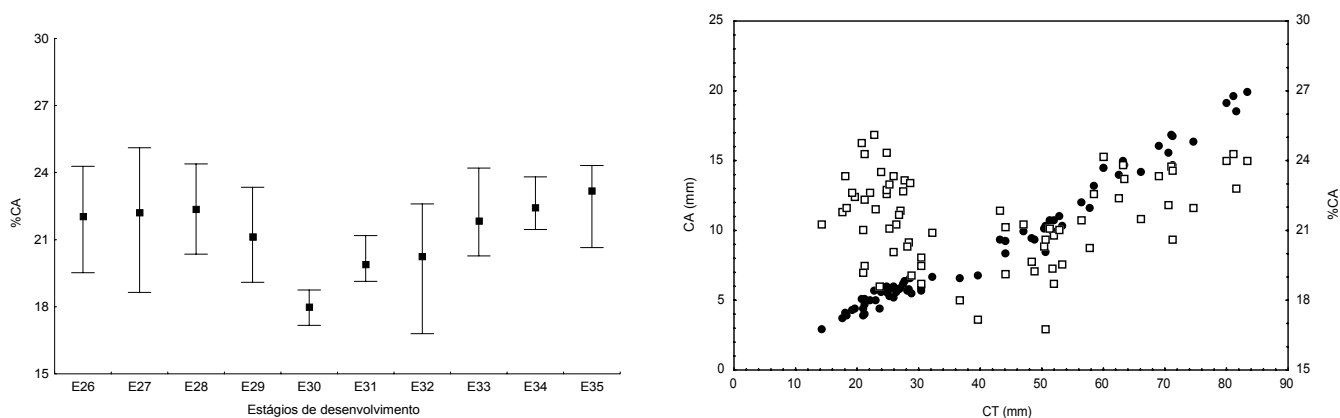


Figura 26 – Comprimento da cabeça (CA) de *Sympterygia acuta* em porcentagem do comprimento total em relação aos estágios de desenvolvimento embrionário (esquerda), e porcentagem do comprimento total ( $\square$ ) e valores absolutos em mm ( $\bullet$ ), em relação ao comprimento total em mm (direita). As barras representam a amplitude e o ponto central é a média dos valores.

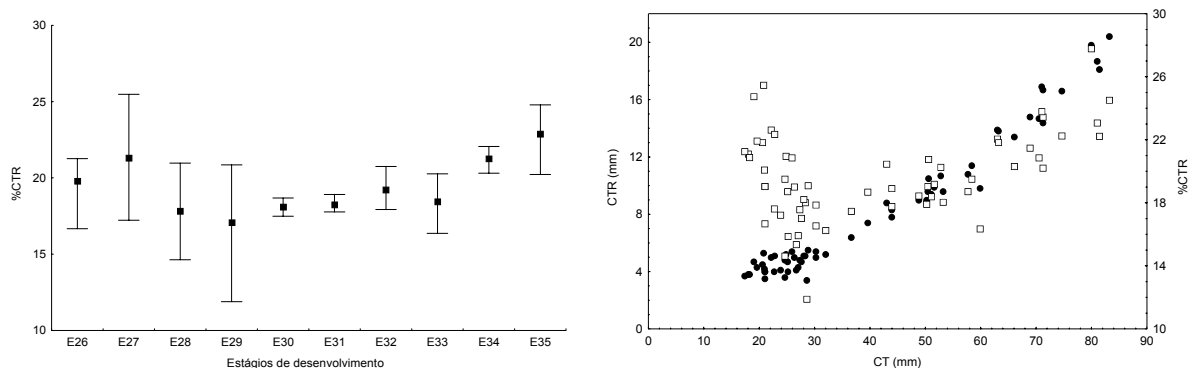


Figura 27 - Comprimento do tronco (CTR) de *Sympterygia acuta* em porcentagem do comprimento total em relação aos estágios de desenvolvimento embrionário (esquerda), e porcentagem do comprimento total (□) e valores absolutos em mm (●), em relação ao comprimento total em mm (direita). As barras representam a amplitude e o ponto central é a média dos valores.

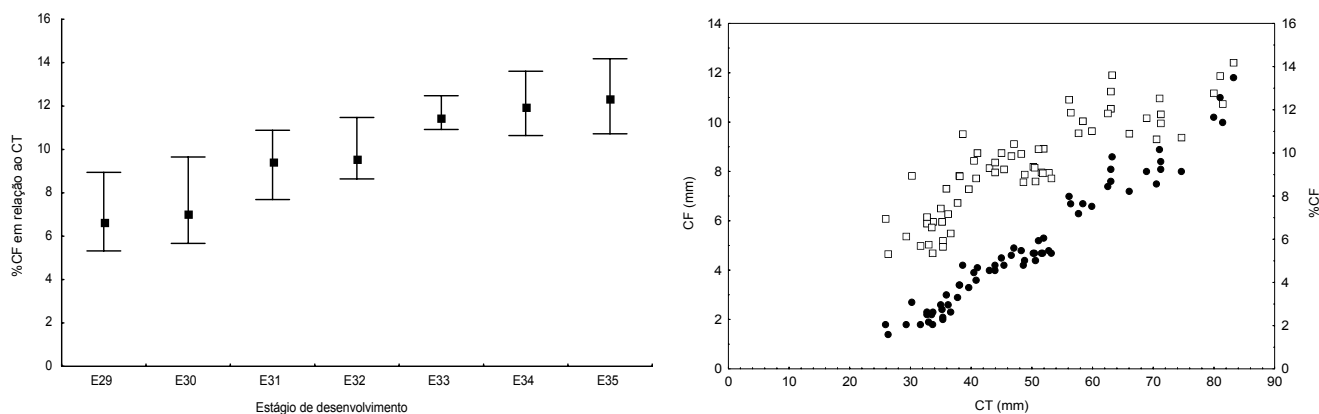


Figura 28 - Comprimento do focinho (CF) de *Sympterygia acuta* em porcentagem do comprimento total em relação aos estágios de desenvolvimento embrionário (esquerda), e porcentagem do comprimento total (□) e valores absolutos em mm (●), em relação ao comprimento total em mm (direita). As barras representam a amplitude e o ponto central é a média dos valores.

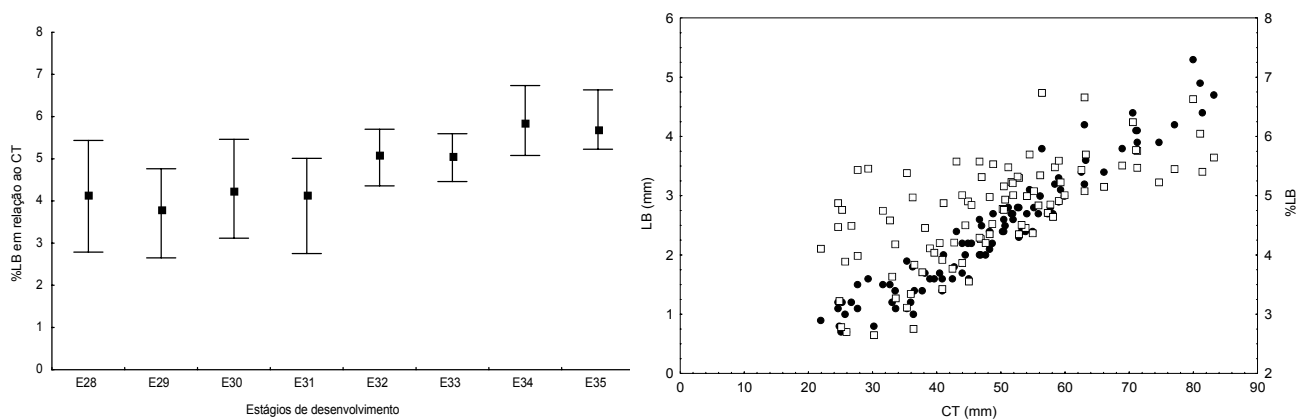


Figura 29 – Largura da boca (LB) de *Sympterygia acuta* em porcentagem do comprimento total em relação aos estágios de desenvolvimento embrionário (esquerda), e porcentagem do comprimento total (□) e valores absolutos em mm (●), em relação ao comprimento total em mm (direita). As barras representam a amplitude e o ponto central é a média dos valores.

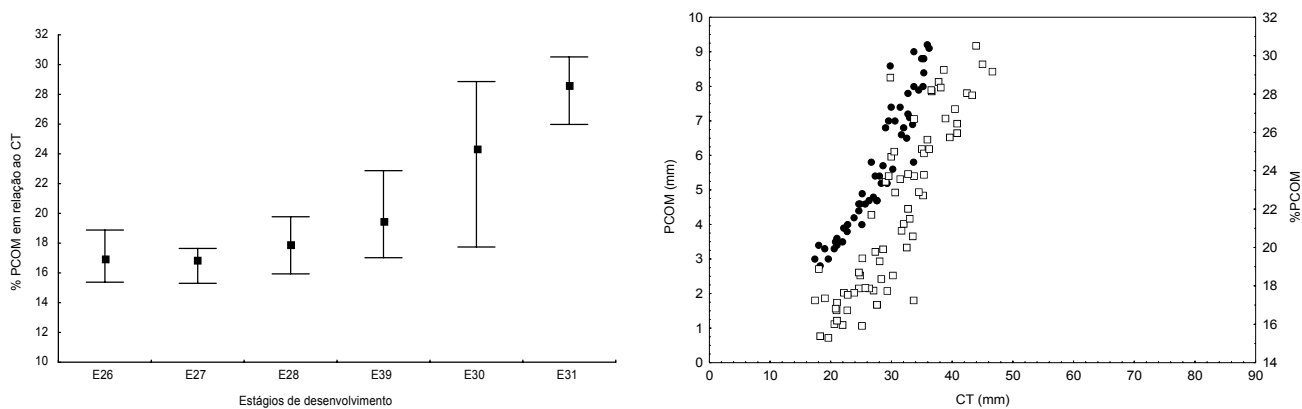


Figura 30 – Comprimento da nadadeira peitoral (PCOM) de *Sympterygia acuta* em porcentagem do comprimento total em relação aos estágios de desenvolvimento embrionário (esquerda), e porcentagem do comprimento total (□) e valores absolutos em mm (●), em relação ao comprimento total em mm (direita). As barras representam a amplitude e o ponto central é a média dos valores.

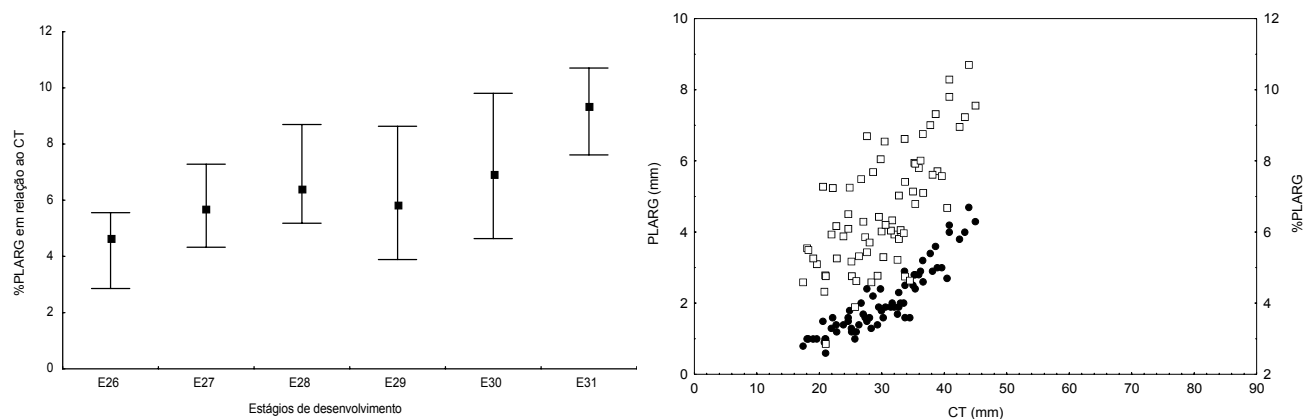


Figura 31 – Largura da nadadeira peitoral (PLARG) de *Sympterygia acuta* em porcentagem do comprimento total em relação aos estágios de desenvolvimento embrionário (esquerda), e porcentagem do comprimento total (□) e valores absolutos em mm (●), em relação ao comprimento total em mm (direita). As barras representam a amplitude e o ponto central é a média dos valores.

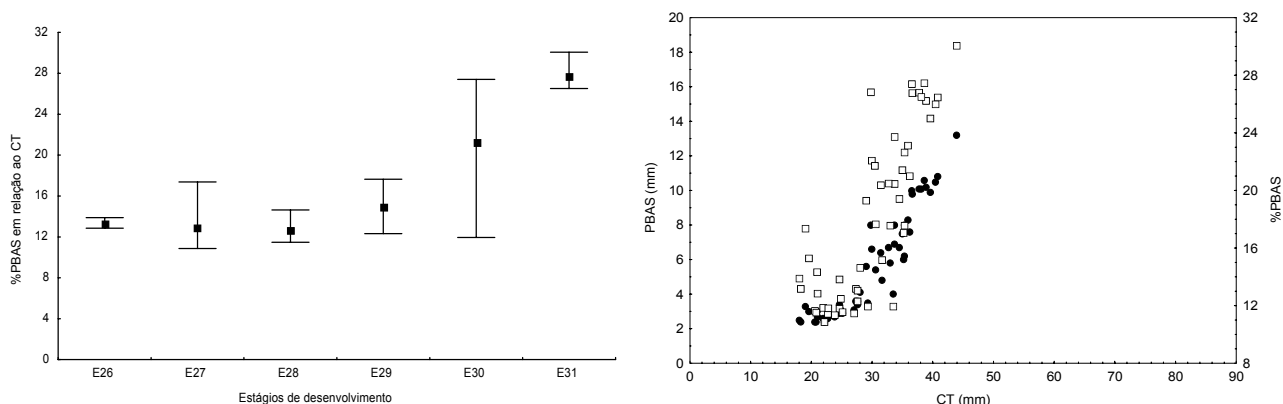


Figura 32 - Comprimento da base da nadadeira peitoral (PBAS) de *Sympterygia acuta* em porcentagem do comprimento total em relação aos estágios de desenvolvimento embrionário (esquerda), e porcentagem do comprimento total (□) e valores absolutos em mm (●), em relação ao comprimento total em mm (direita). As barras representam a amplitude e o ponto central é a média dos valores.

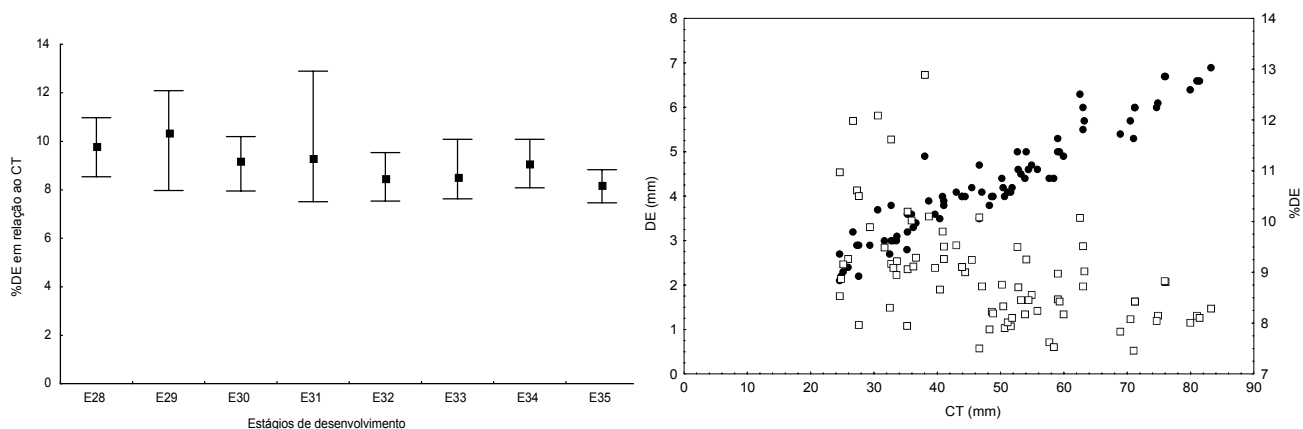


Figura 33 – Distância entre os espiráculos (DE) de *Sympterygia acuta* em porcentagem do comprimento total em relação aos estágios de desenvolvimento embrionário (esquerda), e porcentagem do comprimento total (□) e valores absolutos em mm (●), em relação ao comprimento total em mm (direita). As barras representam a amplitude e o ponto central é a média dos valores.

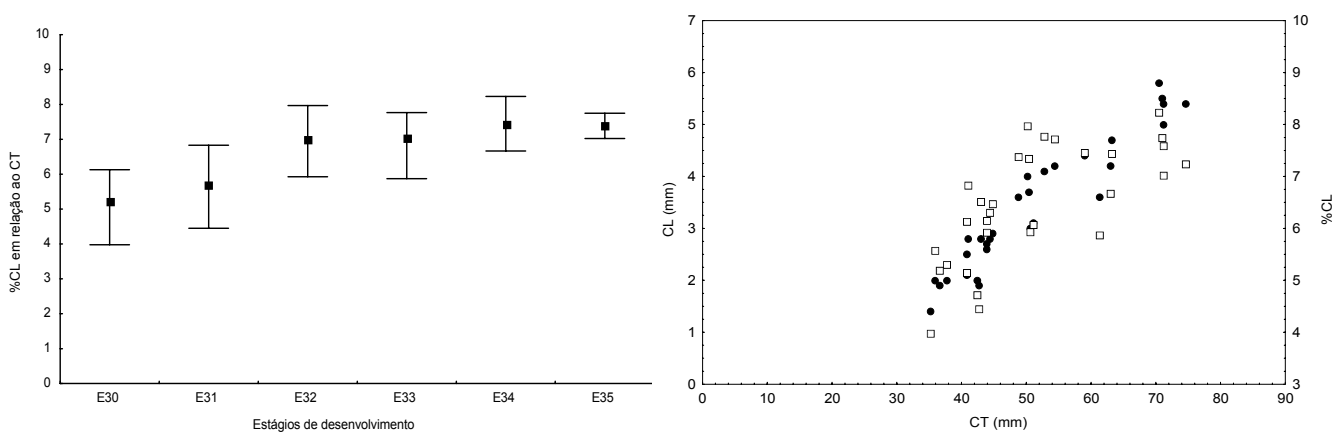


Figura 34 – Comprimento do cláspere (CL) de *Sympterygia acuta* em porcentagem do comprimento total em relação aos estágios de desenvolvimento embrionário (esquerda), e porcentagem do comprimento total (□) e valores absolutos em mm (●), em relação ao comprimento total em mm (direita). As barras representam a amplitude e o ponto central é a média dos valores.



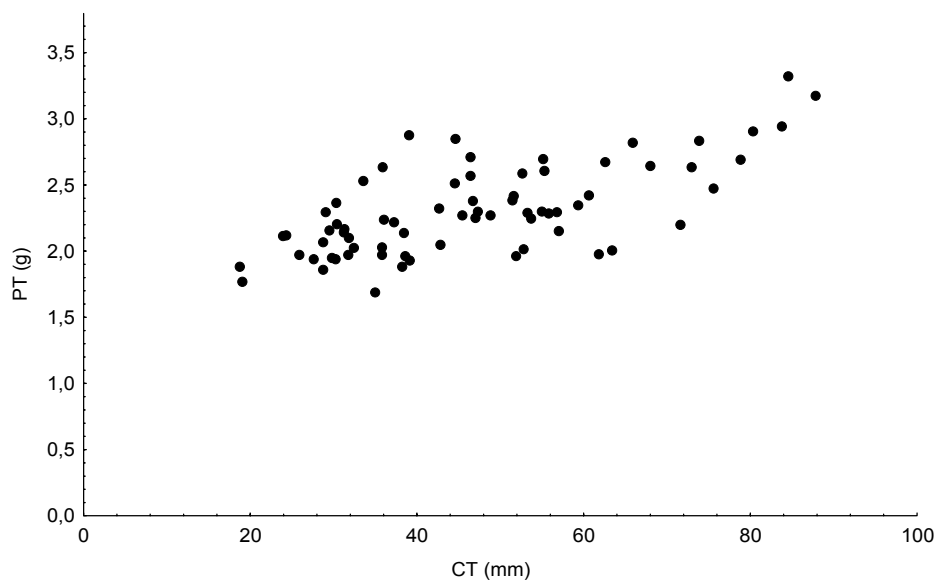


Figura 35 – Peso total do sistema embrionário (PT em gramas) em *Sympterygia acuta* em relação ao comprimento total (CT em mm), com n=71.

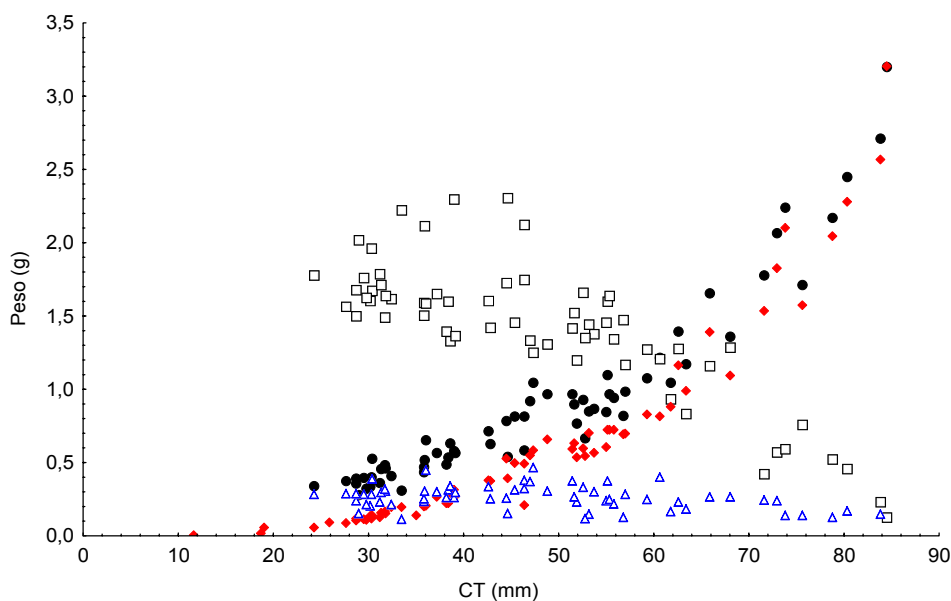


Figura 36 - Relação entre o peso do embrião de *S. acuta* sem o saco vitelínico externo (◆), com o saco vitelínico externo sem vitelo (●), peso do vitelo externo (□), e o peso das membranas de revestimento do saco vitelínico externo (△) e o comprimento total fresco. Pesos em gramas (g) e Comprimento total (CT) em milímetros (mm).

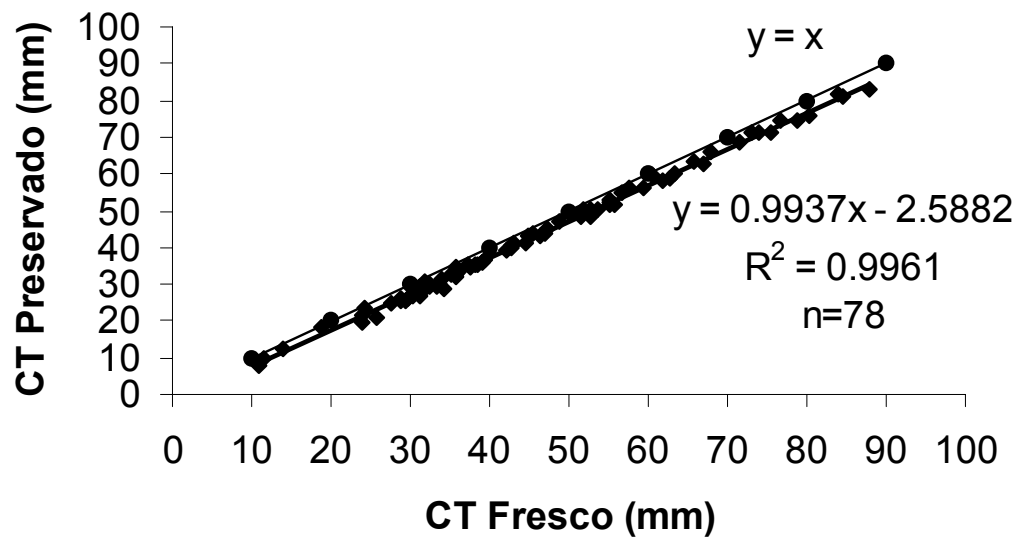


Figura 37 – Relação entre o comprimento total (CT) preservado e o comprimento total (CT) fresco, nos embriões de *Sympterygia acuta*. Medidas em mm.

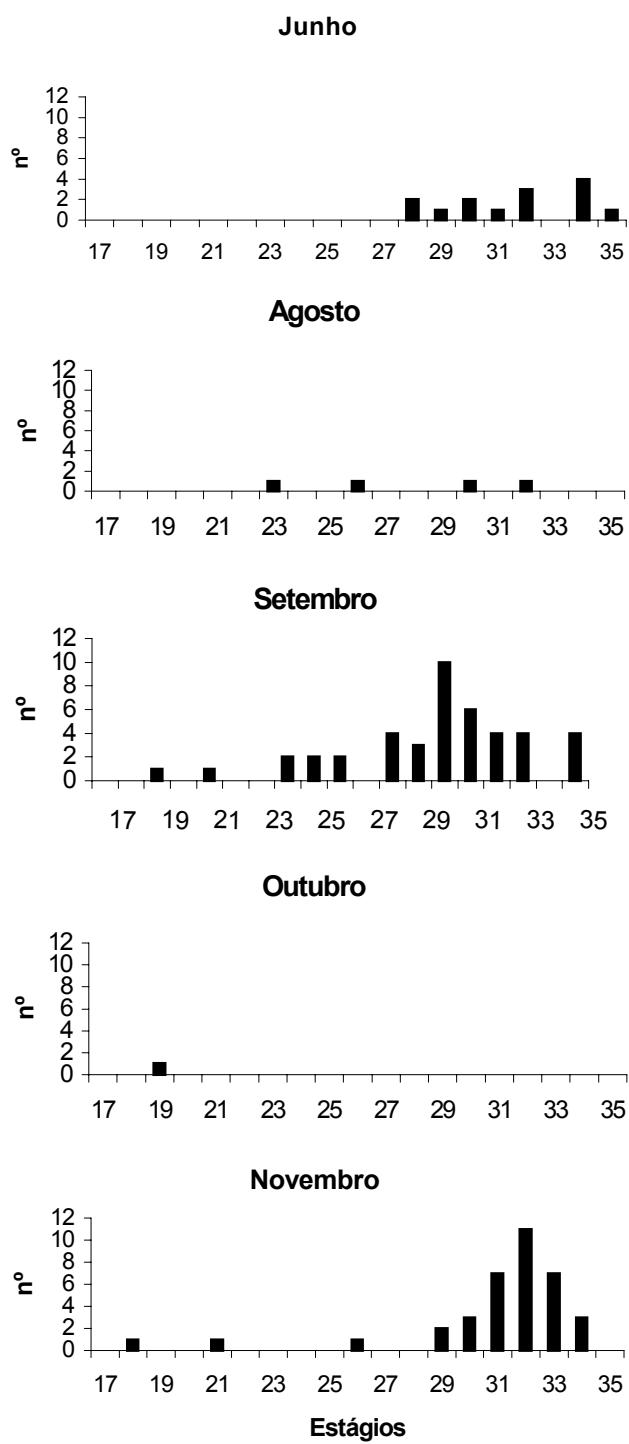


Figura 38 – Incidência dos estágios de desenvolvimento embrionário nas coletas do ano de 2004.