

RONNY SCHEFFLER DE MOURA

DINÂMICA DA REPRODUÇÃO E CURVA DE CRESCIMENTO DE *ASTROPECTEN*  
*MARGINATUS* GRAY, 1840 (ECHINODERMATA: ASTEROIDEA) DA FAUNA  
ACOMPANHANTE DOS ARRASTOS DE CAMARÕES PROVENIENTES DO  
BALNEÁRIO SHANGRI-LÁ, PR.

Monografia apresentada à disciplina Estágio II –  
Zoologia, Departamento de Zoologia, Curso de Ciências  
Biológicas, Setor de Ciências Biológicas, Universidade  
Federal do Paraná como requisito para a obtenção do  
Grau de Bacharel em Ciências Biológicas.  
Orientador: Prof. Dr. Arno Blankensteyn

CURITIBA

1999

Para Giseli

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Arno Blankensteyn por ter aceitado a proposta do presente trabalho e por ter me orientado na sua execução.

Ao Prof. Carlos Renato Rezende Ventura (Departamento de Biologia Marinha – UFRJ) pelas valiosas dicas sobre a Biologia de *Astropecten* e sobre a metodologia.

À Yara Aparecida Garcia Tavares (CEM – UFPR) pelo auxílio na confecção das lâminas histológicas e sua interpretação.

Ao Roger, pelo auxílio em algumas coletas e triagens.

Ao Cassiano, pelos toques sobre o FISAT.

E especialmente

A Deus, por me permitir chegar até aqui;

À Hilde, por tornar tudo possível;

À Giseli, por iluminar a minha alma e me mostrar o caminho.

## SUMÁRIO

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| DEDICATÓRIA.....                | i   |
| AGRADECIMENTOS.....             | ii  |
| SUMÁRIO.....                    | iii |
| INTRODUÇÃO.....                 | 1   |
| ÁREA DE ESTUDO.....             | 7   |
| MATERIAIS E MÉTODOS.....        | 8   |
| RESULTADOS.....                 | 10  |
| DISCUSSÃO.....                  | 12  |
| CONCLUSÕES.....                 | 15  |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 16  |
| FIGURAS.....                    | 20  |

## 1. INTRODUÇÃO

Alguns dos animais bentônicos marinhos mais familiares são membros do filo Echinodermata (Grego *echinos*, espinhoso, *derma*, pele), o qual inclui formas que, como as estrelas-do-mar, tornaram-se símbolos do domínio oceânico e da vida marinha (BARNES, 1990; BRUSCA & BRUSCA, 1990; HENDLER *et al.*, 1995).

O filo envolve por volta de sete mil espécies viventes de organismos exclusivamente marinhos e constitui o grupo melhor caracterizado e mais distinto do Reino Animal, por apresentar características como um sistema vascular aquífero derivado do celoma verdadeiro, um endoesqueleto formado por ossículos calcários e uma simetria radial pentâmera, derivada secundariamente, tanto evolutiva como ontogeneticamente, e possuem formas larvais sempre bilaterais. A maior parte dos membros do filo é gonocórica, ou seja, apresentam sexos separados, e possuem tratos reprodutores simplificados, pois não há copulação e a fertilização é externa. Os ovos são tipicamente homolécitos, com pouca quantidade de vitelo. A clivagem é radial e indeterminada e leva à formação de uma blástula espaçosa. A gastrulação ocorre primariamente por invaginação, formando um arquêntero tubular que cresce e se conecta com uma bolsa estomodeal anterior formando a boca. O blastóporo forma tipicamente o ânus, sendo considerados, portanto, deuterostômios. O celoma é formado a partir de ramificações do arquêntero (enterocelia). A gástrula desenvolve-se rapidamente formando uma larva bilateral ciliada de vida livre, que pode ser lecitotrófica ou planctotrófica. Após uma existência planctônica livre-natante, a larva sofre metamorfose sendo que seus lados esquerdo e direito tornam-se as superfícies oral e aboral do adulto, respectivamente. A mudança de simetria bilateral para pentarradial envolve mudanças de posição da boca e do ânus e reorientação do sistema digestivo. Quando as mudanças terminam, muitas das estruturas larvais são perdidas e o juvenil assume uma existência bentônica (HYMAN, 1951; LAWRENCE, 1987; VILLEE *et al.*, 1988; BARNES, 1990; BRUSCA & BRUSCA, 1990; BARNES *et al.*, 1995).

A invasão da água doce e terra firme não se faz possível devido ao método de trocas gasosas (cutâneo) e da ausência de órgãos excretores e osmorreguladores. Possuem ampla distribuição no mar, ocorrendo em todos os oceanos, em todas as profundidades. Todos são bentônicos, com exceção de alguns poucos pepinos-do-mar pelágicos e uma

espécie comensal. Podem constituir mais de 90% da biomassa bentônica das grandes profundidades (BRUSCA & BRUSCA, 1990).

Os membros do filo Echinodermata que compõe a classe Asteroidea são conhecidos por estrelas-do-mar. Caracterizam-se por serem indivíduos mais ou menos achatados e que possuem cinco ou mais sulcos ambulacrais ventrais abertos, irradiando-se a partir da boca central até a extremidade dos braços, ou raios. Os apêndices ambulacrais são na forma de pódios, regularmente arranjados em duas fileiras, e cada um conectado com uma ou duas ampolas internas. Apresentam uma placa madreporica abactinal (CLARK & DOWNEY, 1992). As trocas gasosas se procedem por pápulas, que são expansões do peritônio recobertas por epiderme, em contato direto com a água marinha. As gônadas são arranjadas radialmente, e abrem-se em gonóporos localizados na base dos braços. Apresentam sistema digestivo irradiado, estendendo-se da boca, no centro da superfície oral, até o ânus, no centro da superfície aboral. Ao redor da boca existe uma membrana peristomial muscular, que permite o fechamento do orifício oral. Desta, segue um curto esôfago que se abre em um grande estômago dividido em uma câmara oral (estômago cardíaco) e uma pequena câmara aboral (estômago pilórico). Deste seguem dois ductos pilóricos em direção a cada braço, os quais terminam em um par de glândulas digestivas, ou cecos pilóricos, em cada braço (Figura 01). Um pequeno intestino tubular estende-se do lado aboral do estômago pilórico até o ânus, sendo que em algumas espécies de asteróides, ambos podem estar ausentes. (GRASSÉ, 1948; HYMAN, 1951; BRUSCA & BRUSCA, 1990; BARNES, 1990)

Os lóbulos dos cecos pilóricos são compostos por células secretoras, absorptivas e de armazenagem. Estas são responsáveis pela produção de enzimas proteolíticas que são liberadas sobre o material alimentar. A digestão é extracelular, sendo que os produtos são movidos através dos ductos pilóricos até as glândulas digestivas, onde são absorvidos e armazenados. Os nutrientes estocados podem ser transferidos dos cecos ao celoma para distribuição (BARNES, 1990; BRUSCA & BRUSCA, 1990). A armazenagem de nutrientes também pode ocorrer na parede do corpo (VENTURA *et al.*, 1998).

As estrelas-do-mar são carnívoras, alimentando-se de invertebrados, como moluscos, isópodos e pólipos coralinos. Podem também alimentar-se de suspensões e detritos. Muitas espécies são generalistas em termos de preferências alimentares e são

ecologicamente importantes como predadores em comunidades inter e subtidais. (BARNES, 1990; BRUSCA & BRUSCA, 1990).

A obtenção de alimento pode se dar pela protrusão do estômago cardíaco para fora do corpo do animal, sendo que neste caso a digestão inicia-se extracorporalmente. Nas espécies que vivem em fundos inconsolidados e alimentam-se de pequenos invertebrados e suspensões, os pódios musculares são utilizados para conduzir o alimento até a boca. Movimentos ciliares e produção de muco também auxiliam neste tipo de alimentação. Nas espécies que não possuem ânus, os restos indigeríveis são expelidos pela boca (LAWRENCE, 1987; BARNES, 1990; BARNES *et al.*, 1995).

Os asteróides são, com poucas exceções, gonocóricos, e possuem um par de gônadas em cada braço. Estas podem ser em forma de tufo, variando grandemente em tamanho, dependendo da proximidade da época da reprodução (LAWRENCE, 1987; BRUSCA & BRUSCA, 1990). Podem ser quase vestigiais após a liberação dos gametas e ocupar todo o braço quando completamente maduras. Dependendo do grau de maturação gonadal, seu desenvolvimento pode ser notável ao ponto de ocorrer protrusão através da boca, por rompimento da parede estomacal, ou mesmo através da parede do corpo (Figura 02) (CHRISTENSEN, 1970).

A liberação dos gametas ocorre na água do mar, sendo a fertilização externa. A presença de óvulos ou espermatozóides na água age como estimulante para a liberação das células sexuais dos indivíduos do sexo oposto. Usualmente ocorre apenas uma época de reprodução por ano e a gametogênese é regulada pelo fotoperíodo em alguns asteróides, o que permite um sincronismo na desova entre membros da mesma população (BARNES, 1990; BRUSCA & BRUSCA, 1990; BARNES *et al.*, 1995).

O sincronismo reprodutivo pode ser visto como uma forma de maximizar as chances de sobrevivência da espécie. As características do organismo e o ambiente estão relacionados a essa maximização. Variações temporais nos parâmetros físicos e biológicos do ambiente podem afetar a aquisição de nutrientes e conseqüentemente a sobrevivência. As características dos organismos determinam como esses nutrientes podem ser utilizados. Tanto o crescimento somático como a reprodução requerem energia, e os nutrientes obtidos pela alimentação e alocados em componentes do corpo são necessários para a gametogênese. O tamanho do corpo é um caráter extremamente importante que afeta tanto

a taxa reprodutiva quanto a quantidade de material e energia utilizados para reprodução (LAWRENCE, 1987).

Os nutrientes estocados nos cecos pilóricos podem ser transferidos para as gônadas quando ocorre gametogênese. Assim sendo, pode-se observar uma relação recíproca entre o tamanho dos cecos pilóricos e das gônadas, a não ser quando os indivíduos apresentam reprodução contínua, ou quando os nutrientes a serem utilizados para a reprodução são alocados em outros componentes corporais. (LAWRENCE, 1987; VENTURA *et al.*, 1997, 1998)

A estocagem de nutrientes pode maximizar as chances de reprodução, que pode ocorrer quando as condições para tal forem favoráveis. Os nutrientes não são estocados diretamente nos gametas, pois sendo armazenados em outras porções somáticas podem ser utilizados para outras funções, e os gametas não podem ser armazenados por longos períodos de tempo, devendo ser produzidos próximo ao período de liberação (LAWRENCE, 1987).

Quando os recursos alimentares tornam-se escassos, os asteróides direcionam a energia não para o crescimento, mas para a reprodução. Nesta situação, o crescimento somático e o desenvolvimento gonadal apresentam uma relação inversa sazonal. Como os equinodermas possuem a capacidade de absorver a parede do corpo, eles podem responder às limitações de alimento através da diminuição de tamanho (CHRISTENSEN, 1970; LAWRENCE, 1987).

O tamanho do corpo do indivíduo tem sido considerado como uma característica importante na sua história de vida e tem sido relacionado com a ecologia, evolução e biologia das espécies (LABARBERA, 1989; IGLESIAS & VENTURA, 1993; BEDDINGFIELD & MCCLINTOCK, 1993). Em alguns casos, medidas de comprimento são suficientes para serem relacionadas à idade do organismo, mas em indivíduos nos quais ocorre crescimento diferencial das diferentes partes do corpo, costuma-se utilizar o peso do animal, pois reflete de forma mais objetiva seu conteúdo energético. A relação entre comprimento do braço e peso difere grandemente entre as espécies de estrelas-do-mar, variando em menos de 1:1 até mais de 50:1 (VENTURA *et al.*, 1994).

Considerando-se que ontogeneticamente o indivíduo aumenta em tamanho, este parâmetro pode ser relacionado à sua idade. Assim sendo, as classes etárias de uma população podem ser separadas com base na medida de tamanho do animal, quando não



se tem nenhuma estrutura cuja variação etária possa ser verificada, como faixas ou anéis de crescimento (SANTOS, 1978). O tamanho pode ser determinado a partir de diversas medidas do corpo do animal, sendo particular para cada grupo. Estima-se o tamanho de ouriços irregulares através da largura e comprimento da carapaça (BORZONE, 1992/93). Para estrelas-do-mar, o tamanho pode ser estimado através do comprimento do maior braço ou através do peso (BITTER, 1984; IGLESIAS & VENTURA, 1993; VENTURA *et al.*, 1994).

As estrelas-do-mar do gênero *Astropecten* são animais bentônicos que vivem em fundos inconsolidados onde podem enterrar-se. Caracterizam-se por possuírem o corpo achatado dorso-ventralmente com a superfície aboral recoberta por paxilas, espinhos modificados que dão uma aparência lisa ao animal (Figura 03). Apresentam, ainda, placas supero e inferomarginais conspícuas e bem desenvolvidas (TOMMASI, 1970; BARNES, 1990; CLARK & DOWNEY, 1992).

Existem estudos nos quais os indivíduos foram obtidos a partir de arrastos realizados por embarcações de pesca comercial. BITTER & PENCHASZADEH (1983) estudaram a ecologia trófica de duas espécies de estrelas-do-mar do gênero *Astropecten*, provenientes desse tipo de amostragem. KOTAS (1998) estudou a composição da fauna acompanhante do camarão, sendo a amostragem realizada a partir dos desembarques da frota de arrasteiros.

Para o litoral paranaense são raros os estudos com equinodermas. BORZONE *et al.* (1997), BORZONE (1992/93) e TAVARES (1996) concentraram seus esforços na pesquisa de ouriços irregulares do gênero *Mellita* das praias da planície litorânea e Ilha do Mel.

Nessa área, ocorre a pesca de camarões por meio de arrastos com redes de portas. Diariamente, em escala artesanal e industrial, a atividade dos barcos camaroneiros pode causar efeito sobre as espécies da fauna acompanhante, conseqüentemente sobre as cadeias alimentares marinhas da área, dada a intensidade de captura. As estrelas-do-mar dos gêneros *Astropecten* e *Luidia* são freqüentes no material acompanhante do pescado, sendo que seu destino segue duas vias: 1) se pescadas por embarcações camaroneiras de escala industrial são desprezadas e jogadas ao mar logo após a coleta; 2) se pescadas por embarcações de escala artesanal são trazidas à praia onde, após a seleção dos camarões de interesse econômico, são enterradas.

A pesca artesanal no nosso litoral é uma fonte importante para a renda das populações tradicionais, que realizam arrastos diariamente, a não ser por condições climáticas adversas. Juntamente com os camarões provenientes dos arrastos, várias outras espécies animais são coletadas. Esse é um problema clássico do caráter predatório desse tipo de pesca, especialmente no caso de juvenis de peixes. Entretanto, no caso de espécies da fauna acompanhante que não têm valor comercial, a questão sobre o impacto da pesca por arrastos sobre essas comunidades bentônicas fica sem respostas.

As populações de estrelas-do-mar assumem uma importância para a ecologia da fauna de substratos inconsolidados, pois podem atingir elevadas densidades populacionais (VENTURA & FERNANDES, 1995), ocupando praticamente todo o espaço disponível em determinadas áreas costeiras rasas. O conhecimento de sua dinâmica populacional é fundamental para estudos ecológicos em comunidades bentônicas (CACOTE & PIRES-VANIN, 1991).

As espécies do gênero *Astropecten* têm sido consideradas como tendo alimentação seletiva e preferencial. *A. articulatus* alimenta-se seletivamente de presas pequenas, o que pode ser atribuído à facilidade de manipulação desse tipo de presa, o que maximiza a tomada de alimento por unidade de tempo (BEDDINGFIELD & MCCLINTOCK, 1993). As espécies *A. articulatus* e *A. duplicatus* têm como componentes principais da dieta moluscos bivalves (ESPINOSA, 1982). *A. latespinosus* trata-se de um predador de moluscos porém, quando estes tornam-se raros, os indivíduos exibem um comportamento alimentar do tipo comedores de detritos não seletivos (NOJIMA, 1989).

Em relação às interações biológicas, pode ocorrer a predação entre espécies do mesmo gênero que habitam uma mesma área (SCHMID & SCHAEERER, 1981), e pode ocorrer interação competitiva caso os nichos das duas espécies se sobreponham (LEMMENS *et al.*, 1995). Segundo BITTER & PENCHASZADEH (1983), que estudaram a ecologia trófica das espécies *A. riensis* e *A. articulatus* provenientes de amostragens obtidas a partir de arrastos realizados por embarcações de pesca comercial, algumas adaptações podem ocorrer entre duas espécies coexistentes, por exemplo, especialização para predação sobre determinado tamanho de presa ou um consumo em diferentes proporções. Podem haver, ainda, atividades e microhabitats diferenciados. A distribuição espacial dos indivíduos pode se dar por fatores como a influência das ondas

(NOJIMA, 1983) e disponibilidade de alimento (BEDDINGFIELD & MCCLINTOCK, 1993).

A periodicidade da reprodução pode ser determinada por fatores como disponibilidade de alimento, temperatura, luz e salinidade (CHIA & WALKER, 1991), mas as espécies do gênero *Astropecten* apresentam ciclo reprodutivo tipicamente anual (GRANT & TYLER, 1986; VENTURA *et al.*, 1997; 1998; MARION *et al.*, 1998).

A espécie *Astropecten marginatus* Gray, 1840 (Figura 04) é um asteróide de corpo fortemente comprimido, com cinco braços triangulares (cujo comprimento é menor do que quatro vezes a largura) sem espinhos nas placas superomarginais, as quais são estreitas, tornam-se menores distalmente e são recobertas por grânulos arredondados. As placas inferomarginais projetam-se lateralmente sob as superomarginais e apresentam dois grandes espinhos ligeiramente achatados e eretos, que definem o *ambitus*. Tais placas apresentam uma zona nua na face ventral. As paxilas são pequenas, uniformes e compactas, apresentando três a seis grânulos centrais e dez a doze periféricos. Distribuem-se geograficamente da Venezuela ao Rio Grande do Sul e batimetricamente entre 6 e 130 metros (TOMMASI, 1970; CLARK & DOWNEY, 1992). Trata-se de uma espécie abundante e de grande importância para a estrutura da megafauna bentônica. Parece preferir as regiões lodosas e não observa-se distribuição diferencial entre jovens e adultos (CACOTE & PIRES-VANIN, 1991). Apresenta alimentação preferencial, sendo moluscos, crustáceos e poliquetas os itens alimentares mais freqüentes (MONTEIRO & PARDO, 1994).

Os objetivos do presente trabalho consistem em fornecer uma curva de crescimento preliminar e analisar a dinâmica de reprodução de *Astropecten marginatus*, cujos indivíduos foram obtidos juntamente com os arrastos de pesca de camarões com redes de portas realizados pelos pescadores de uma praia da planície litorânea da costa paranaense.

## 2. ÁREA DE ESTUDO

O litoral paranaense desenvolve-se entre a vila de Ararapira (25°12'44" S; 48°01'15" W) e a barra do rio Saí-Guaçu (25°58'38" S; 48°35'26" W), resultando em uma extensão de aproximadamente 100 km (BIGARELLA, 1946). Apresenta as principais

feições naturais da costa sudeste do Brasil, ou seja, praias arenosas, costões rochosos expostos e estuarinos, ilhas oceânicas e estuarinas e planícies de marés na zona de contato entre a terra e o mar. A planície litorânea alcança seu maior desenvolvimento no Estado do Paraná (PETROBRÁS, 1994).

O Balneário Shangri-lá situa-se sob as coordenadas 25°38'S, 48°25'W, a aproximadamente 10 km ao sul da desembocadura da Baía de Paranaguá, Paraná, fazendo parte de uma área de praia de 30 km de extensão (Figura 05). Dentro desse setor do litoral paranaense, chamado Planície da Praia de Leste, encontram-se diversos pequenos núcleos urbanos de intensa oscilação populacional, devido ao fluxo de turistas e veranistas. Nessa área, a atuação dos pescadores baseados na praia exposta restringe-se a um trecho entre os Balneários de Pontal do Sul e Praia de Leste, devido a algumas características dessas praias que tornam viáveis a chegada e saída das embarcações.

O clima da região é definido como semitropical úmido, sem uma estação seca (MAACK, 1968). A região encontra-se sobre um embasamento cristalino de natureza granítica ou gnáissica de origem quaternária. Esta praia é constituída por sedimentos de origem marinha, depositados diretamente sobre o embasamento cristalino (BIGARELLA, 1946).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Entre outubro de 1997 e janeiro de 1999 foram realizadas quinze amostragens mensais, as quais forneceram um total de 1074 estrelas-do-mar da espécie *Astropecten marginatus*, a partir da triagem manual do material biológico proveniente dos arrastos de pesca de camarão efetuados por pescadores locais. A triagem foi realizada no próprio local de venda do pescado, logo após a chegada das canoas. Os indivíduos foram separados das outras espécies que fazem parte da fauna acompanhante do camarão, como moluscos, crustáceos, cnidários e outros equinodermas. Durante os meses de primavera e verão as amostras restringiram-se ao material proveniente de um a três arrastos, e nos meses de outono e inverno coletou-se todos os indivíduos disponíveis no dia de amostragem. Este fato deveu-se à pequena ocorrência de indivíduos nesses meses, sendo que a amostra de julho de 1998 resulta de coletas diárias durante o período de uma semana.

As redes de arrasto com portas são compostas por um par de portas e uma rede cônica. As portas são construídas de uma prancha de compensado naval contendo peças de metal que fornecem o peso e um dispositivo que a faz funcionar como um trenó durante o arrasto. A rede cônica para camarão sete-barbas é construída com fio de náilon e a abertura da malha é de cerca de 20 mm entre nós esticados; a rede assume um formato retangular da boca quando operando, sendo que as mangas são atadas às portas, o corpo da rede é a parte central do aparelho e o “ensacador” constitui a parte final como um funil cônico (fechado durante os arrastos). As embarcações que operam estas redes no Balneário Shangri-lá são canoas de um tronco só com motorização entre 7 e 18 H.P. de força (Motores Yanmar) e as dimensões da rede, como consequência disso, também são muito parecidas, ficando entre 12 a 13 kg o peso de cada porta e 6 a 7 metros a abertura da boca.

As amostras obtidas foram fixadas em solução de formalina a 4%, assim permanecendo por uma semana, sendo então conservadas em álcool a 70%. Após a identificação da espécie, todos os indivíduos foram medidos, utilizando-se um paquímetro com precisão de 0,05 mm. O comprimento foi estimado a partir da medida do raio maior –  $R$  – (BITTER, 1984), que consiste na distância entre o centro da boca até a extremidade do maior braço. Utiliza-se a medição do maior braço normal para a estimativa de  $R$  para minimizar erros que possam proceder de medições de braços injuriados ou regenerando (NOJIMA, 1983). Mediu-se também o raio menor ( $r$ ), que consiste na distância entre o centro do disco até o ângulo formado entre dois braços (Figura 06). Calculou-se a regressão linear entre  $R$  e  $r$ , e a relação  $R/r$  para todos os indivíduos.

Uma estimativa para a curva de crescimento da espécie foi obtida a partir de rotinas do *software* FISAT (“*Fish Stock Assessment Tools*” – FAO & ICLARM). Para a análise das frequências de tamanhos utilizou-se a rotina ELEFAN (“*Electronic Length Frequency Analysis*”), inicialmente desenvolvida para a estimativa de parâmetros de crescimento e mortalidade em populações de peixes. O programa utiliza o modelo de crescimento proposto por von Bertalanffy, cuja curva de crescimento trata-se de um modelo com tendência assintótica de ampla aplicação em biologia pesqueira e aquicultura (FABENS, 1965; TAVARES, 1996).

As rotinas primárias de análise dos dados do programa forneceram o comprimento assintótico para a espécie,  $L_{\infty}$ , ou o comprimento médio máximo que a espécie atinge. O

*Winter Point*, ou ponto no tempo em que ocorre menor taxa de crescimento foi estimado a partir dos histogramas de distribuição de frequências. Obteve-se ainda, estimativas para o valor da constante de crescimento,  $K$ , e para a constante de sazonalidade,  $C$ . As curvas de crescimento são traçadas a partir da interpretação dessa série de valores, arranjada sequencialmente no tempo e ajustadas pelo programa, que utiliza ainda, pontos arbitrários por onde a curva deve passar,  $SL$  (“*Starting Length*”) e  $SS$  (“*Starting Sample*”).

Separou-se entre cinco e dez maiores indivíduos de cada amostra, os quais foram pesados em balança eletrônica com precisão de 1 mg após serem enxutos por 30 minutos sobre papel de filtro, sendo então abertos aboralmente. As gônadas e os cecos pilóricos foram removidos, secos sobre papel de filtro por 5 minutos e pesados. Obteve-se os índices cecossomático e gonadossomático, os quais consistem na relação entre o peso do órgão e o peso total do indivíduo multiplicado por 100 (VENTURA *et al.*, 1997). Subamostras de gônadas foram separadas para preparação histológica, a qual procedeu-se no Laboratório de Otólitos e Histologia do Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná. A preparação histológica obedeceu as rotinas comuns a esse procedimento, no qual as gônadas foram desidratadas em série crescente de álcool, diafanizadas e impregnadas em parafina, sendo posteriormente seccionadas em micrótomo a 7  $\mu\text{m}$  e coradas em hematoxilina e eosina. As lâminas foram visualizadas em microscópio óptico com câmara de vídeo acoplada, e as imagens transferidas para computador e digitalizadas.

#### 4. RESULTADOS

A figura 07 apresenta os histogramas de distribuição de frequências absolutas dos indivíduos capturados em cada mês de coleta. Durante o período de outono e inverno (maio a agosto/98) a ocorrência de indivíduos foi extremamente baixa, comparando-se com os outros meses. O maior número de indivíduos capturados foi de 169, em novembro de 1998 e o menor número foi de 12 indivíduos, em agosto de 1998.

Foi encontrado um total de 22,1% de indivíduos com braços injuriados e/ou regenerando.

O menor indivíduo capturado apresentou a medida do raio maior  $R = 6,7$  mm e o maior indivíduo,  $R = 63,25$  mm, com média de  $35,54$  mm. A medida do raio menor variou entre  $r = 2,65$  mm e  $r = 16,65$  mm, com média de  $9,95$  mm.

O resultado da análise da regressão entre o raio maior e o raio menor é apresentado na Figura 08. Obteve-se um índice de correlação entre as duas variáveis significativo ( $r = 0,97$ ;  $p < 0,05$ ). Os valores da relação  $R/r$  variaram entre  $R/r = 2,189$  e  $R/r = 4,679$ , sendo a média dos valores  $R/r = 3,497 \pm 0,378$  (Média  $\pm$  1DP).

A curva de crescimento da espécie, obtida a partir de *software* FISAT é apresentada na Figura 09. Observa-se um início de crescimento a partir de janeiro de 1998. As rotinas primárias de análise dos dados do programa forneceram um valor de  $L_{\infty}$ , ou crescimento assintótico, igual a  $72,54$  mm.

A variação mensal dos valores médios do índice gonadossomático de *Astropecten marginatus* é apresentada na figura 10. Entre outubro e dezembro de 1997 o índice manteve um valor relativamente constante, decaindo rapidamente em janeiro de 1998. Continuou a decair até maio de 1998 e, em junho de 1998 seu valor começou a aumentar progressivamente até um valor máximo atingido em setembro de 1998, decaindo novamente a partir desse mês até janeiro de 1999.

Pode-se observar a progressão dos estágios de maturação gonadal na figura 11. A análise histológica revela gônadas repletas de gametas em outubro de 1997, com alguma atividade gametogênica, pela presença de elementos primários, que são os ovócitos previtelogênicos em fêmeas e espermátocitos e espermátogônias em machos (WALKER, 1980). Os primeiros podem ser observados junto às paredes ovarianas e os últimos formando colunas espermáticas (Figura 11 A e B). Em dezembro de 1997, observa-se gônadas repletas de gametas e ausência de elementos primários nos ovários e colunas espermáticas muito pouco desenvolvidas nos testículos (Figura 11 C e D). Em janeiro de 1998, observa-se uma diminuição na repleção das gônadas (Figura 11 E e F), o que indica que ocorreu liberação de gametas. Entre fevereiro e maio de 1998 encontrou-se gônadas com pequena quantidade de gametas não desovados a completamente vazias (Figura 11 G e H). O início da gametogênese ocorre em junho, quando pode observar-se atividade gametogênica histologicamente, revelada pela presença de ovócitos previtelogênicos nos ovários e colunas espermáticas bem desenvolvidas nos testículos (Figura 11 I e J). Esta atividade intensifica-se em julho e agosto, com o aumento da quantidade de ovócitos

vitelogênicos e espermatozóides no lúmen das gônadas (Figura 11 K e L). Em setembro observa-se grande quantidade de ovócitos poliédricos vitelogênicos nos ovários e testículos repletos de espermatozóides (Figura 11 M e N), ambos em estágio maduro. Observa-se alguma quantidade de ovócitos previtelogênicos e colunas espermáticas ainda aparentes. Em outubro observa-se gametas não desovados, mas ainda parece haver alguma atividade gametogênica, pela presença de elementos primários (Figura 11 O e P). A quantidade de material gamético decai até janeiro de 1999, quando pode-se observar gônadas vazias ou com pequena quantidade de gametas (Figura 11 S e T).

O índice cecossomático variou durante o ano acompanhando relativamente o índice gonadossomático (Figura 10). Em outubro de 1997 os dois índices apresentaram praticamente o mesmo valor, sendo que o primeiro decaiu ligeiramente em novembro e tornou a aumentar em dezembro. Exibiu pequenas variações até março, decaindo em abril, tornando a aumentar em maio e aumentando rapidamente até agosto. Este aumento rápido precedeu o aumento no índice gonadossomático. Ocorreu uma queda no valor do índice entre agosto e outubro de 1998, coincidindo com o aumento rápido do índice gonadossomático de agosto a setembro. Em novembro, o índice exibiu novamente um aumento, decaindo ligeiramente até janeiro de 1999. Estatisticamente não observou-se uma correlação significativa entre o índice cecossomático e o índice gonadossomático ( $r = 0,397$ ;  $p > 0,05$ ).

## 5. DISCUSSÃO

O número de indivíduos capturados variou expressivamente durante o período de coleta. Um número muito reduzido de indivíduos foi obtido entre maio e agosto de 1998, o que corresponde ao período de outono/inverno. Este fato pode estar relacionado a um comportamento migratório, no qual os indivíduos procuram ambientes mais favoráveis, de águas mais calmas e estáveis.

Os equinodermas exibem diversos padrões de migração, os quais podem estar relacionados com sua história de vida, reprodução, alimentação e parâmetros ambientais. Os indivíduos podem migrar para evitar ambientes que possuam parâmetros bióticos e abióticos desfavoráveis (FEDER & CHRISTENSEN, 1966; REESE, 1966).



No inverno, a superfície do fundo sofre freqüentemente distúrbios pela ação das ondas de ressaca ou frentes frias. Os indivíduos podem ser removidos do substrato e levados a outras regiões, em decorrência da turbulência da água (NOJIMA, 1983). A migração para zonas mais profundas pode ser um comportamento de escape da ação das ondas e das águas mais frias (PABST & VICENTINI, 1978).

Para obter-se o maior número possível de indivíduos, e representar significativamente a população, o ideal seria realizar as amostragens em cima da “mancha populacional”, isto é, na região em que ocorre maior densidade populacional. A estratégia amostral utilizada no presente trabalho não permite tal tipo de representação. Os pescadores da área estudada sempre arrastam a aproximadamente 10 metros de profundidade. Caso ocorra um fenômeno de migração das estrelas-do-mar durante o inverno para áreas mais profundas, de águas menos turbulentas, a amostragem proveniente de arrastos realizados a dez metros pode não representar a população como um todo, mas sim uma borda da “mancha”, na qual os indivíduos podem exibir comportamentos diferenciados da maioria dos indivíduos da população.

A porcentagem relativamente significativa de indivíduos injuriados, os quais apresentaram braços quebrados ou regenerando, pode-se dever a predação, mas um fato que as observações em campo permitiram perceber é de que as estrelas enroscam-se facilmente nos panos das redes, por apresentarem grande quantidade de espinhos. Torna-se extremamente difícil a remoção dos organismos das redes emaranhadas e, durante o processo de “limpeza” das redes pelos pescadores, os indivíduos são injuriados. Parte dos arrastos são separados ainda no mar e os organismos que não apresentam valor comercial são jogados ao mar. Tal quantidade relativamente significativa de indivíduos injuriados pode refletir um dos problemas ocasionados pela pesca artesanal sobre a macrofauna bentônica. A confirmação deste fato depende de estudos espaço-temporais que envolvam todas as espécies da região. Entretanto, não parece haver soluções para este tipo de problema, pois a pesca é uma atividade tradicional no nosso litoral, e representa uma importante fonte de renda para as populações locais.

As medidas encontradas para as variáveis raio maior e raio menor estão de acordo com aquelas descritas para a espécie (CLARK & DOWNEY, 1992). A relação entre essas variáveis ( $R/r$ ) é utilizada na distinção entre as espécies, como um caráter taxonômico. O valor médio encontrado no presente estudo, ( $R/r = 3,497 \pm 0,378$ ; média  $\pm$  DP) está em

concordância com a literatura (CLARK & DOWNEY, *op. cit.*), e as variações podem ser devidas a erros de medição, ou a ligeiras variações fenotípicas entre os indivíduos, já que a forma dos indivíduos pode variar ligeiramente.

Um índice de correlação significativo entre as medidas do raio maior e raio menor foi obtido e, portanto, considera-se que as duas dimensões desenvolvem-se proporcionalmente. Como outras espécies do gênero exibem diferentes relações R/r, pode-se utilizar esta informação como um auxílio à determinação específica.

A curva de crescimento obtida pelo presente estudo deve ser tratada como preliminar, sendo necessário um maior esforço amostral para que permita a comparação da estrutura etária da população ao longo do período de estudo e para que seja possível verificar a entrada de novas coortes na população, confirmando dados relativos ao ciclo reprodutivo da espécie.

*Astropecten marginatus* mostrou um ciclo reprodutivo anual no presente estudo. Mesmo levando-se em consideração essa sazonalidade, foi possível observar um certo grau de assincronismo na liberação dos gametas, pois em um mesmo período em que havia indivíduos com gônadas em estágio de pós-liberação, foram encontrados indivíduos com gônadas em estágio de pré-liberação e mesmo com alguma atividade gametogênica. A análise histológica permite visualizar os estágios de maturação gonadal, podendo ser utilizada para a confirmação do ciclo reprodutivo obtido a partir de índice gonadal, conforme observado em trabalhos realizados por VENTURA *et al.* (1997; 1998).

A variação no índice gonadal mostrou dois picos reprodutivos, o primeiro entre outubro e dezembro de 1997, menos significativo, e o segundo em setembro de 1998, mais significativo, considerando-se o valor do índice gonadossomático em ambos os picos. Ambos decresceram até janeiro de 1998 e 1999, respectivamente. A grande diferença entre os valores dos picos pode ser devida a fatores abióticos e/ou biológicos da área em questão, já que mudanças em variáveis ambientais, como a temperatura da água, duração do dia, ciclo lunar e disponibilidade de alimento influenciam ritmos biológicos. Para confirmação do ciclo reprodutivo da espécie é necessário um período amostral maior, para que se possa analisar as variações em fatores ambientais de forma significativa, assim como de que forma essas variáveis atuam sobre a espécie.

Em muitas espécies de estrelas-do-mar, os índices cecossomático e gonadossomático apresentam relação recíproca, isto é, quando o segundo aumenta, o

primeiro diminui (VENTURA *et al.*, 1997; 1998). Esta relação sugere que os nutrientes são transferidos dos cecos pilóricos para as gônadas, durante a gametogênese (CHIA & WALKER, 1991). Porém, em algumas espécies, esta relação inversa não é observada e, nestes casos, a estocagem de nutrientes necessários à gametogênese parece ocorrer na parede do corpo (LAWRENCE, 1987; VENTURA *et al.*, 1998). No presente estudo, o índice cecossomático apresentou um aumento rápido entre maio e agosto de 1998, o qual precedeu o aumento do índice gonadossomático, quando então sofreu uma queda que coincidiu com o rápido aumento do último, de agosto a setembro. Este fato sugere que há uma transferência de nutrientes dos cecos pilóricos para as gônadas, pois neste período parece haver uma relação recíproca. Mas o aumento no índice gonadossomático entre maio e agosto coincide com o início da atividade gametogênica da espécie. Pode-se então sugerir que a transferência de nutrientes durante essa fase ocorre de forma que não afeta o índice cecossomático ou que os nutrientes são transferidos de outras estruturas de armazenamento (como a parede do corpo).

Um ciclo reprodutivo sazonal e sincrônico aumenta a possibilidade de fertilização e a produção de larvas em períodos adequados, o que maximiza a sobrevivência das larvas.

## 6. CONCLUSÕES

A espécie *Astropecten marginatus* apresentou um ciclo reprodutivo anual para a área de estudo, o qual foi determinado pela análise do índice gonadossomático e análise histológica. Uma relação recíproca aparente entre os índices cecossomático e gonadossomático foi observada apenas em alguns momentos do período amostral, porém os dois índices apresentaram uma correlação não significativa. Portanto, a gametogênese não parece estar relacionada apenas com a estocagem de nutrientes nos cecos pilóricos, mas também em outros componentes corporais.

A curva de crescimento sugere que ocorre recrutamento de janeiro a fevereiro, mas um maior esforço amostral torna-se necessário para sua confirmação. Apesar da análise não estar adequada, este período coincide com o ciclo gonadal evidenciado pelo índice gonadossomático.

A relação entre o raio maior e o raio menor pode ser utilizada para confirmação específica, já que as espécies de astropectínídeos apresentam valores próprios para esta relação. O valor encontrado no presente estudo para a relação R/r está em conformidade com a literatura, e as duas medidas desenvolvem-se de maneira proporcional.

A ocorrência de um número relativamente alto de indivíduos injuriados parece ser decorrente da “limpeza” das redes de arrasto realizada pelos pescadores da área, quando da triagem do pescado, conforme observado em campo.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARNES, R. D. **Zoologia dos invertebrados**. 4. ed. São Paulo : Roca, 1990.
- BARNES, R. S. K.; CALOW, P. OLIVE, P. J. W. **Os invertebrados – uma nova síntese**. São Paulo : Atheneu, 1995.
- BEDDINGFIELD, S. D.; MCCLINTOCK, J. B. Feeding behavior of the sea star *Astropecten articulatus* (Echinodermata: Asteroidea): an evaluation of energy-efficient foraging in a soft-bottom predator. **Marine Biology**, Berlin, v. 115, n. 4, p. 669-676, 1993.
- BIGARELLA, J. J. Contribuição ao estudo da planície litorânea do Estado do Paraná. **Arq. Biol. Tecnol.**, Curitiba, v. 1, p. 75-111, 1946.
- BITTER, R.; PENCHASZADEH, P. E. Trophic ecology of 2 coexisting sea stars of the genus *Astropecten* in the Golfo Triste, Venezuela. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 18, n. 3, p. 163-180, 1983.
- BITTER, R. S. Composición de la dieta alimentar de *Astropecten marginatus* (Echinodermata: Asteroidea). **Bol. Inst. Oceanogr., Venezuela Univ. Oriente** 23 (1-2): 169-176., 1984.
- BORZONE, C. A. Spacial distribution and growth of *Mellita quinquiesperforata* (Leske, 1778) on a sandy beach of southern Brazil. **Nerítica**, Curitiba, v. 7, n. 1-2, p. 87-100, 1992/93.
- BORZONE, C. A.; TAVARES, Y. A. G.; SOARES, C. R. Adaptação morfológica de *Mellita quinquiesperforata* (CLYPEASTEROIDA, MELLITIDAE) para explorar ambientes com alto dinamismo. **Iheringia, Sér. Zool.**, Porto Alegre, n. 82, p. 33-42, 1997.
- BRUSCA, R. C. & BRUSCA, G. J. **Invertebrates**. Massachussets : Sinauer Associates, 1990.

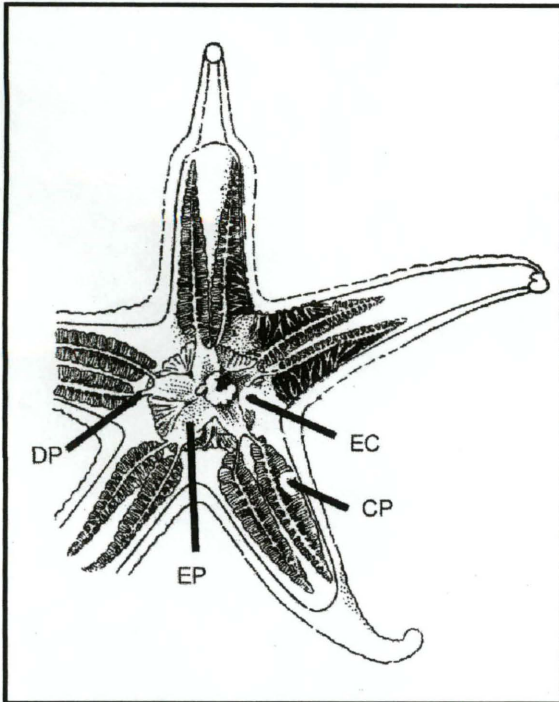
- CACOTE, L. F. V.; PIRES-VANIN, A. M. S. Aspectos da dinâmica e ecologia de *Astropecten marginatus* e *Astropecten brasiliensis*, na região de Ubatuba, Litoral norte de São Paulo. **Resumos do II Simpósio sobre Oceanografia, IO-USP**, p. 148, 1991.
- CHIA, F. S.; WALKER, C. W. Echinodermata: Asteroidea. In: **Reproduction of Marine Invertebrates**. Echinoderms and Lophophorates, Vol. 6, A. C. Giese, J. S. Pearse and V. B. Pearse (eds.), Boxworld Press, Pacific Grove, California, p. 301-353, 1991.
- CHRISTENSEN, A. M. Feeding biology of the sea-star *Astropecten irregularis* Pennant. **Ophelia** **8**: 1-134., 1970.
- CLARK, A. M. & DOWNEY, M. E. **Starfishes of the Atlantic**. London : Chapman & Hall, 1992.
- ESPINOSA, J. *Astropecten articulatus* and *Astropecten duplicatus* (Echinodermata: Asteroidea), 2 important predators of bivalves. **Poeyana Instituto de Zoologia Academia de Ciencias de Cuba**, v. 0, n. 249, p. 1-12, 1982.
- FABENS, A. J. Properties and fitting the von Bertalanffy growth curve. **Growth**, **29**: 265-289, 1965.
- FEDER, H. M.; CHRISTENSEN, A. M. Aspects of asteroid biology. In: R. A. Boolootian (ed.): **Physiology of Echinodermata**. New York : Intersciences, 1966. p. 87-127.
- GRANT, A.; TYLER, P. A. An analysis of the reproductive pattern in the sea star *Astropecten irregularis* from the Bristol Channel (UK). **International Journal of Invertebrate Reproduction and Development**, Cullercoats - UK, v. 9, n. 3, p. 345-362, 1986.
- GRASSÉ, P. P. **Traité de zoologie – tome XI. Echinodermes, stomocordés, procordés**. Paris : Masson, 1948.
- HENDLER, G.; MILLER, J. E.; PAWSON, D. L. & KIER, P. M. **Sea stars, sea urchins, and allies. Echinoderm of Florida and the Caribbean**. London : Smithsonian Institution Press, 1995.
- HYMAN, L. H. **The invertebrates**. New York : McGraw Hill, 1951.
- IGLESIAS, R. R.; VENTURA, C. R. R. Evaluation of invertebrate body size: Asteroidea (Echinodermata) and Coleoptera (Insecta). **III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira, ACIESP**, 1993. p. 294-299, 1993.
- KOTAS, J. E. **Fauna acompanhante nas pescarias de camarão em Santa Catarina**. Brasília : IBAMA, 1998.
- LABARBERA, M. Analyzing body size as a factor in ecology and evolution. **Annu. Ver. Ecol. Syst**, **20**: 97-117, 1989.

- LAWRENCE, J. **A functional biology of echinoderms.** Baltimore : Johns Hopkins University Press, 1987.
- LEMMENS, J. W. T. J.; ARNOLD, P. W.; BIRTLES, R. A. Distribution patterns and selective feeding in two *Astropecten* species (Asteroidea: Echinodermata) from Cleveland Bay, Northern Queensland. **Marine and Freshwater Research**, v. 46, n. 2, p. 447-455, 1995.
- MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná.** Curitiba : M. Roesner, 1968.
- MARION, K. R.; WATTS, S. A.; MCCLINTOCK, J. B.; SCHINNER, G.; HOPKINS, T. S. Seasonal gonad maturation in *Astropecten articulatus* from the Northern Gulf of Mexico. *In: Proceedings of 9<sup>th</sup> International Echinoderm Conference*, San Francisco - EUA, 1998.
- MONTEIRO, A. M. G.; PARDO, E. V. Dieta alimentar de *Astropecten marginatus* e *Luidia senegalensis* (ECHINODERMATA - ASTEROIDEA). **Rev. Brasil. Biol.**, v. 54, n. 1, p. 49-54, 1994.
- NOJIMA, S. Ecological studies on the sea star, *Astropecten latespinosus*: V. Pattern of spatial distribution and seasonal migration, with special reference to spawning aggregation. **Publications from the Amakusa Marine Biological Laboratory Kyushu University**, v. 7, n. 1, p. 1-16, 1983.
- NOJIMA, S. Ecological studies on the sea star, *Astropecten latespinosus* Meissner: VI. Seasonal changes in stomach contents, preference of food items, size preference and two kinds of switching in feeding habitats. **Publications from the Amakusa Marine Biological Laboratory Kyushu University**, v. 10, n. 1, p. 17-40, 1989.
- ODUM, E. P. **Ecologia.** Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 1988.
- PABST, B.; VICENTINI, H. Dislocation experiments in the migrating sea star *Astropecten johnstoni*. **Marine Biology**, 48: 271-278, 1978.
- PÉRÈS, J. M. **Océanographie biologique et biologie marine.** Tomo I: La Vie benthique. Francia : Presses Univ., 1961.
- PETROBRÁS. **Diagnóstico ambiental oceânico e costeiro das regiões Sul e Sudeste do Brasil.** Vol. 4. OC Biol Bentos. 1994.
- POUGH, F. H.; HEISER, J. B.; MCFARLAND, W. N. **A vida dos vertebrados.** São Paulo : Atheneu, 1993.
- REESE, E. S. The complex behavior of echinoderms. *In: R. A. Boolootian (ed.): Physiology of Echinodermata.* New York : Intersciences, 1966. p 157-218.
- SANTOS, E. P. **Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura.** São Paulo : Hucitec-Edusp, 1978.

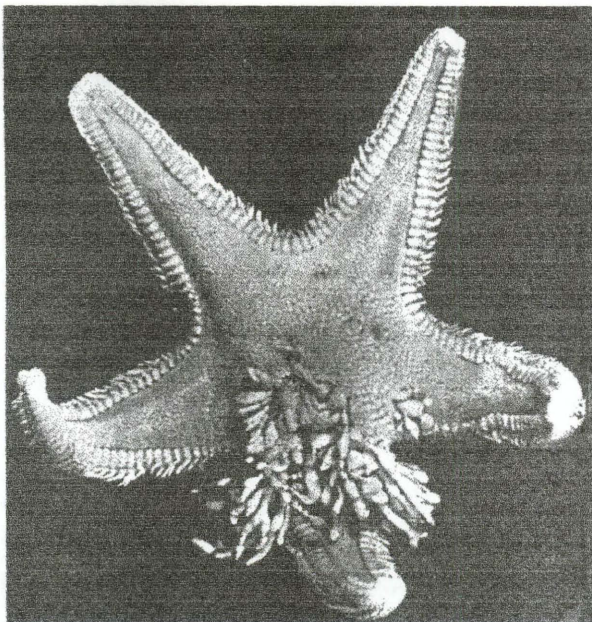
- SCHMID, P. H.; SCHAERER, R. Predator-prey interaction between 2 competing sea star species of the genus *Astropecten*. **Marine Ecology**, v. 2, n. 3, p. 207-214, 1981.
- SOUZA, J. R. B.; GIANUCA, N. M. Zonation and seasonal variation of the intertidal macrofauna on a sandy beach of Paraná State, Brazil. **Sci. Mar.**, v. 59, n. 2, p.103-111., 1995.
- TAVARES, Y. A. G. **Ecologia populacional de *Mellita quinquiesperforata* Leske, 1778 (ECHINODERMATA: ECHINOIDEA: CLYPERASTEROIDA) em diferentes praias do litoral do Paraná, Brasil.** Curitiba, 1996. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas - Zoologia) - Universidade Federal do Paraná.
- TOMMASI, L. R. Lista dos asteróides recentes do Brasil. **Contrções Inst. Oceanogr. Univ. S Paulo, sér. Ocean. Biol.** (18): 1-61, 1970.
- VÉLEZ, M. V. **Introduccion a la ecologia del bentos marino.** 2 ed. Washington, D.C. : The General Secretariat of the Organization of American States, 1971.
- VENTURA, C. R. R.; JUNQUEIRA, A. O. R.; FERNANDES, F. C. The relation between body size and number of prey in starfish (Echinodermata: Asteroidea). *In*: David B., Guille A., Féral J. P. & Roux M. (eds.) **Echinoderms through Time** (Echinoderms Dijon). Balkema, Rotterdam, Netherlands, p. 375-380, 1994.
- VENTURA, C. R. R.; FERNANDES, F. C. Bathymetric distribution and population size structure of Paxilloid seastars (ECHINODERMATA) in the Cabo Frio upwelling ecosystem of Brazil. **Bulletin of Marine Science**, v. 56, n. 1, p. 268-282, 1995.
- VENTURA, C. R. R.; FALCÃO, A. P. C.; SANTOS, J. S.; FIORI, C. S. Reproductive cycle and feeding periodicity in the starfish *Astropecten brasiliensis* in the Cabo Frio upwelling ecosystem (Brazil). **Invertebrate Reproduction and Development**, v. 31, n. 1-3, p. 135-141, 1997.
- VENTURA, C. R. R.; SANTOS, J. S.; FALCÃO, A. P. C.; FIORI, C. S. Reproduction and food intake in *Astropecten cingulatus* (Asteroidea: Paxilloida) in the upwelling environment of Cabo Frio (Brazil). *In*: **Proceedings of 9<sup>th</sup> International Echinoderm Conference**, San Francisco - EUA, 1998.
- VILLEE, C. A.; WALKER Jr., W. F.; BARNES, R. D. **Zoologia geral.** 6. ed. Rio de Janeiro : Guanabara, 1988.
- WALKER, C. W. Spermatogenic columns, somatic cells, and the microenvironment of germinal cells in the testes of asteroids. **J. Morph.** 166: 81-107, 1980.

## FIGURAS

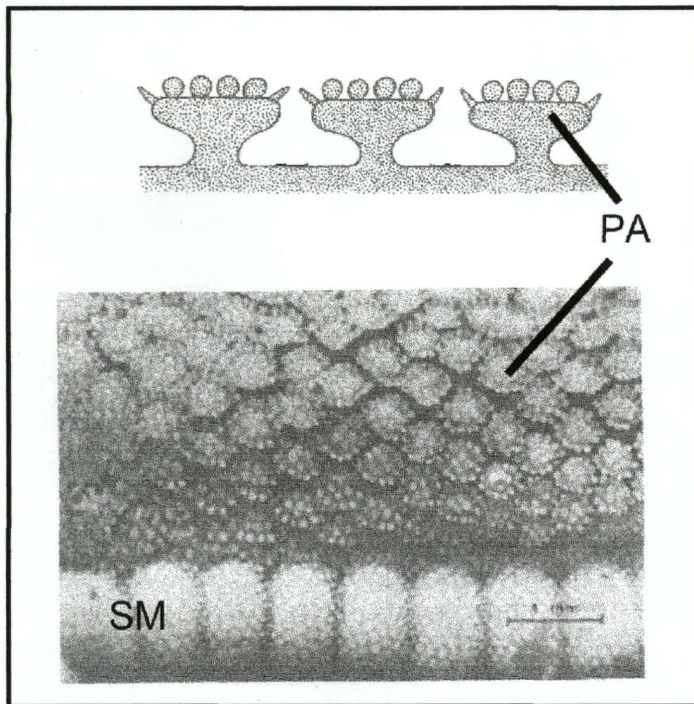




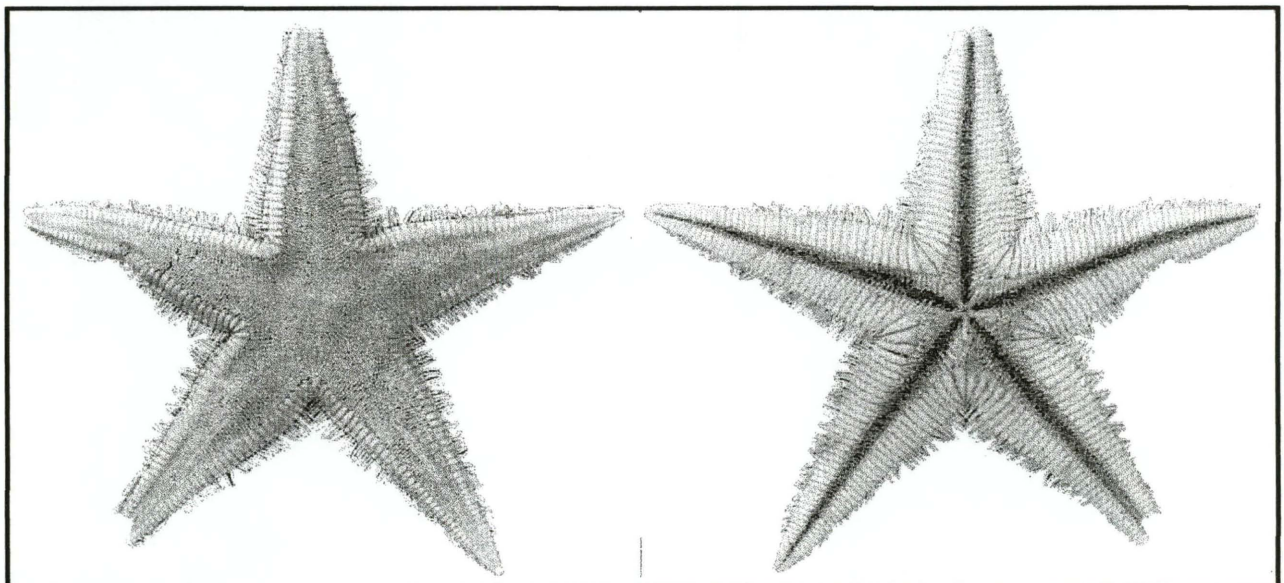
**Figura 01.** Anatomia do trato digestivo de *Astropecten*. CP: cecos pilóricos; DP: ductos pilóricos; EC: estômago cardíaco; EP: estômago pilórico. (GRASSÉ, 1948. Modificado).



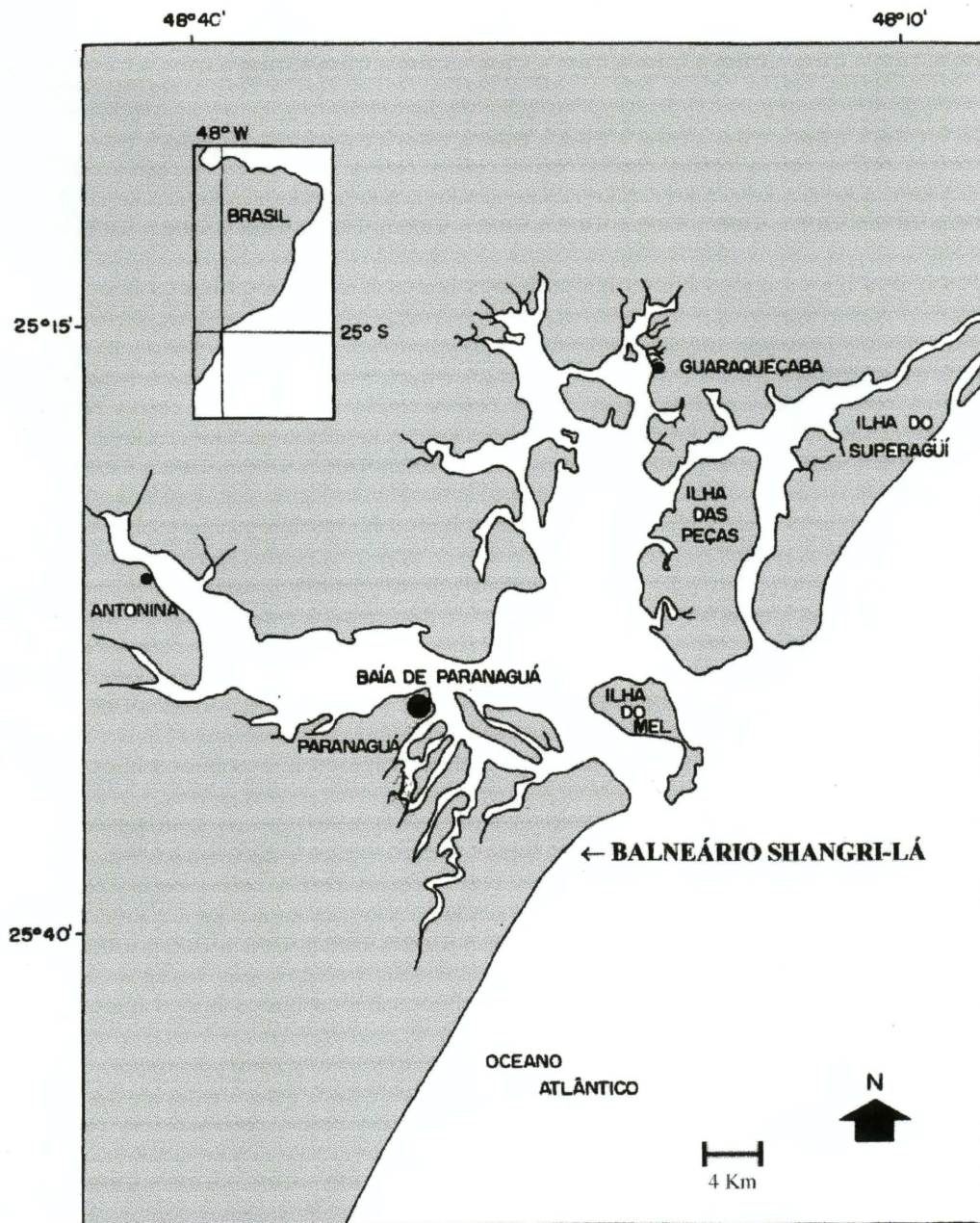
**Figura 02.** Exemplar de *Astropecten irregularis* exibindo gônadas desenvolvidas ao ponto de romperem a parede do corpo (CHRISTENSEN, 1970).



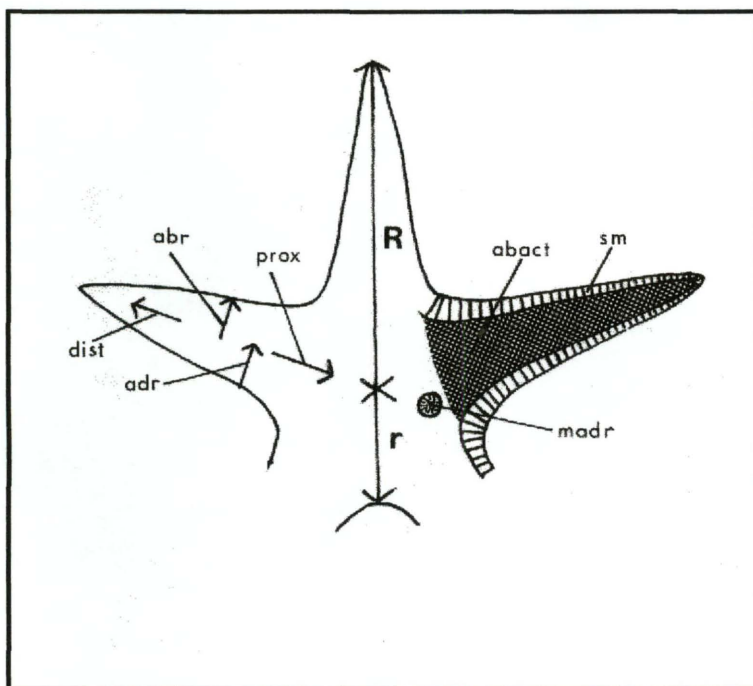
**Figura 03.** Paxilas de *Astropecten*, PA; SM: Placas superomarginais (BARNES, 1990. Modificado).



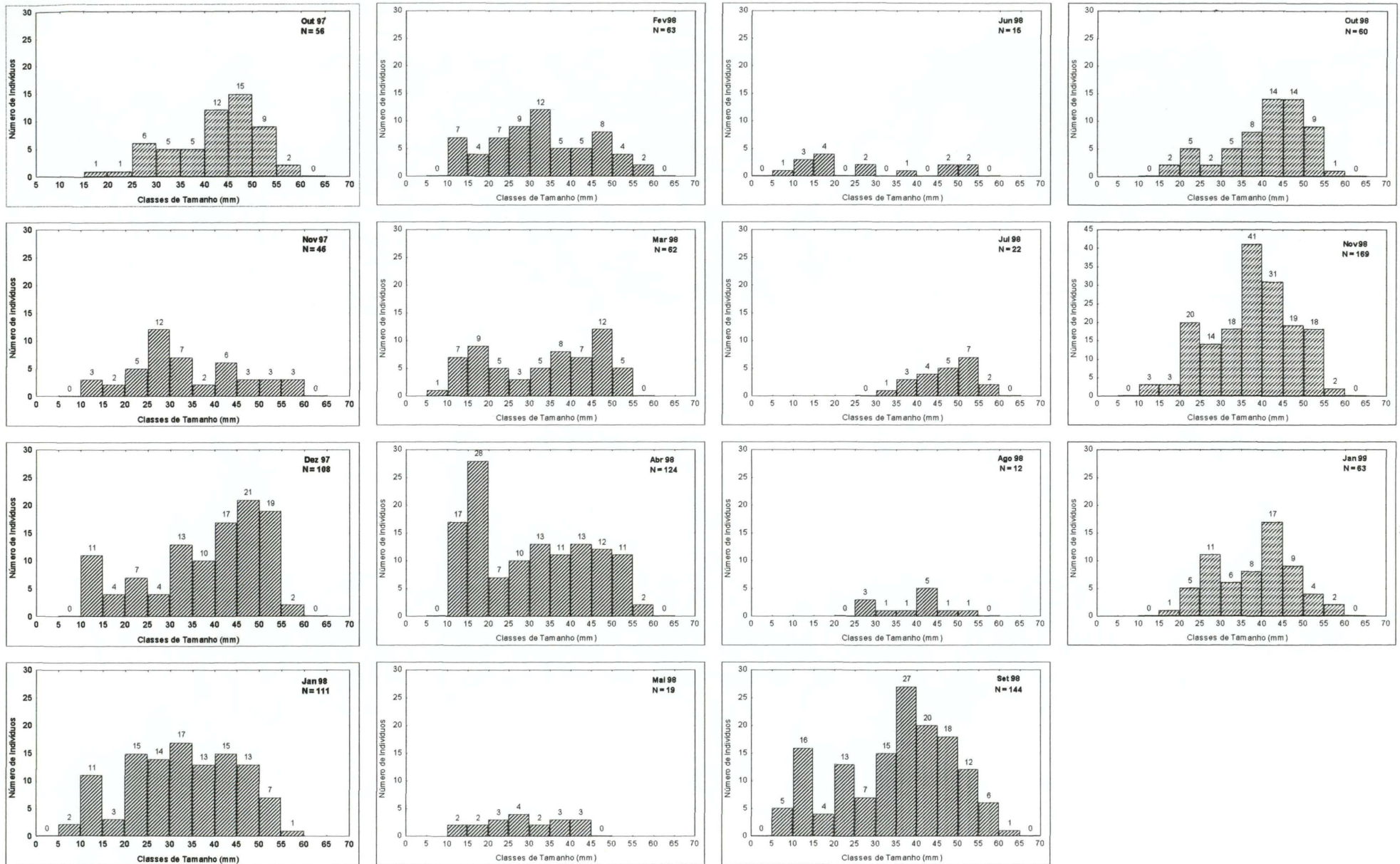
**Figura 04.** *Astropecten marginatus* Gray, 1840. À esquerda, superfície aboral; à direita, superfície oral (CLARK & DOWNEY, 1992).



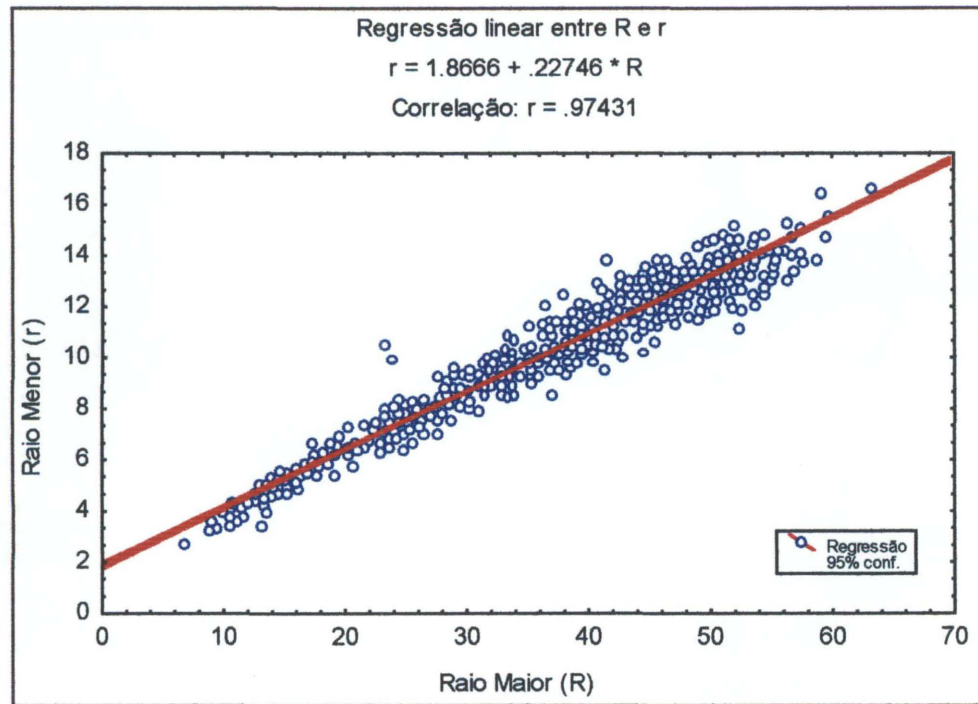
**Figura 05.** Mapa de parte do litoral paranaense indicando a localização da área de estudo.



**Figura 06.** Esquema de astropectínídeo indicando as medidas Raio Maior, R e Raio Menor, r. abact: região abactinal ou superfície aboral; abr: região abradial; adr: região adradial; dist: região distal; madr: placa madreporica; prox: região proximal; sm: placas superomarginais (CLARK & DOWNEY, 1992. Modificado).



**Figura 07.** Histogramas de distribuição das freqüências absolutas dos indivíduos obtidos durante o período amostral. N = número de indivíduos em cada mês de coleta. Classes de tamanho = R.



**Figura 08.** Resultados da regressão linear entre R e r.

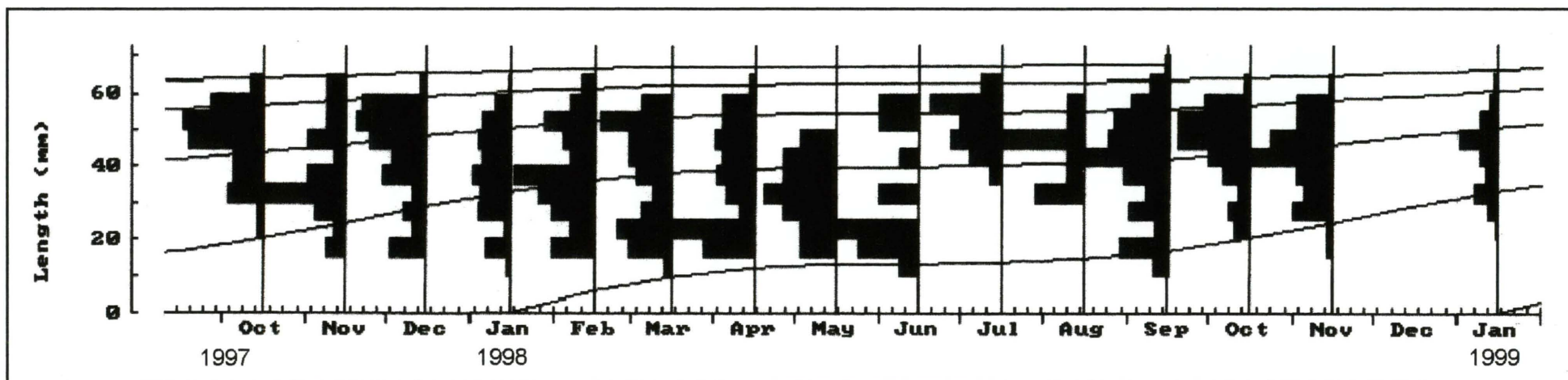
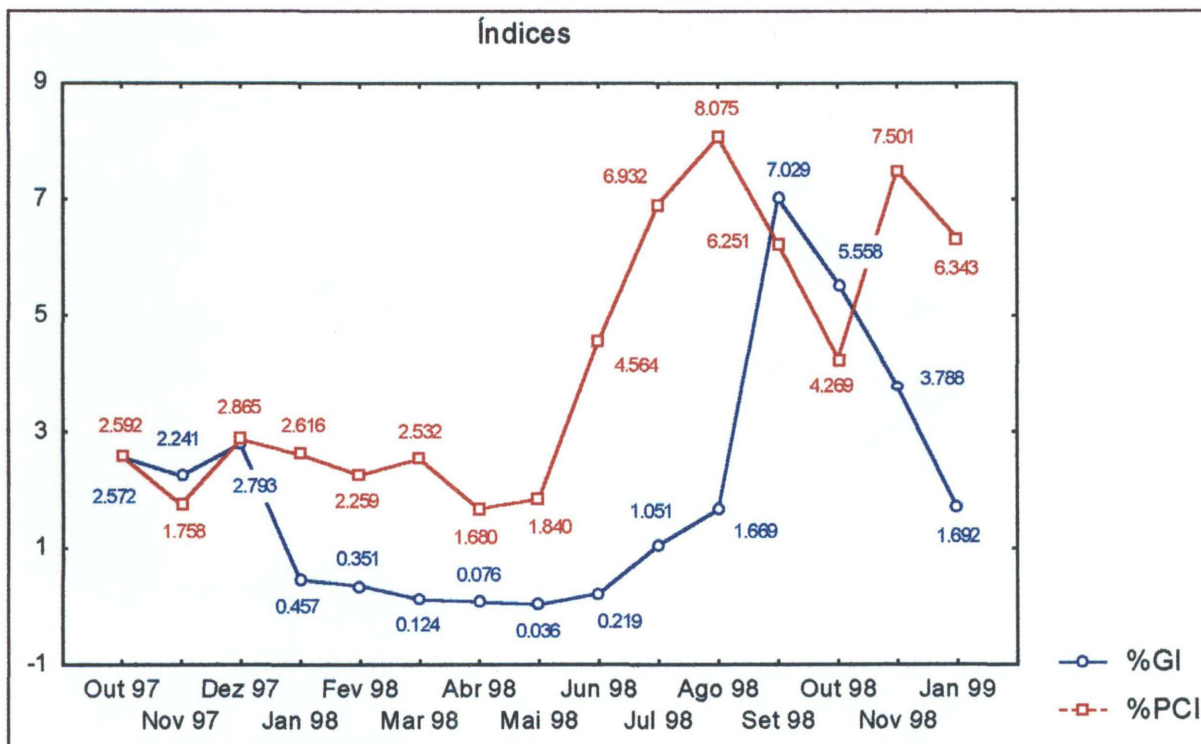
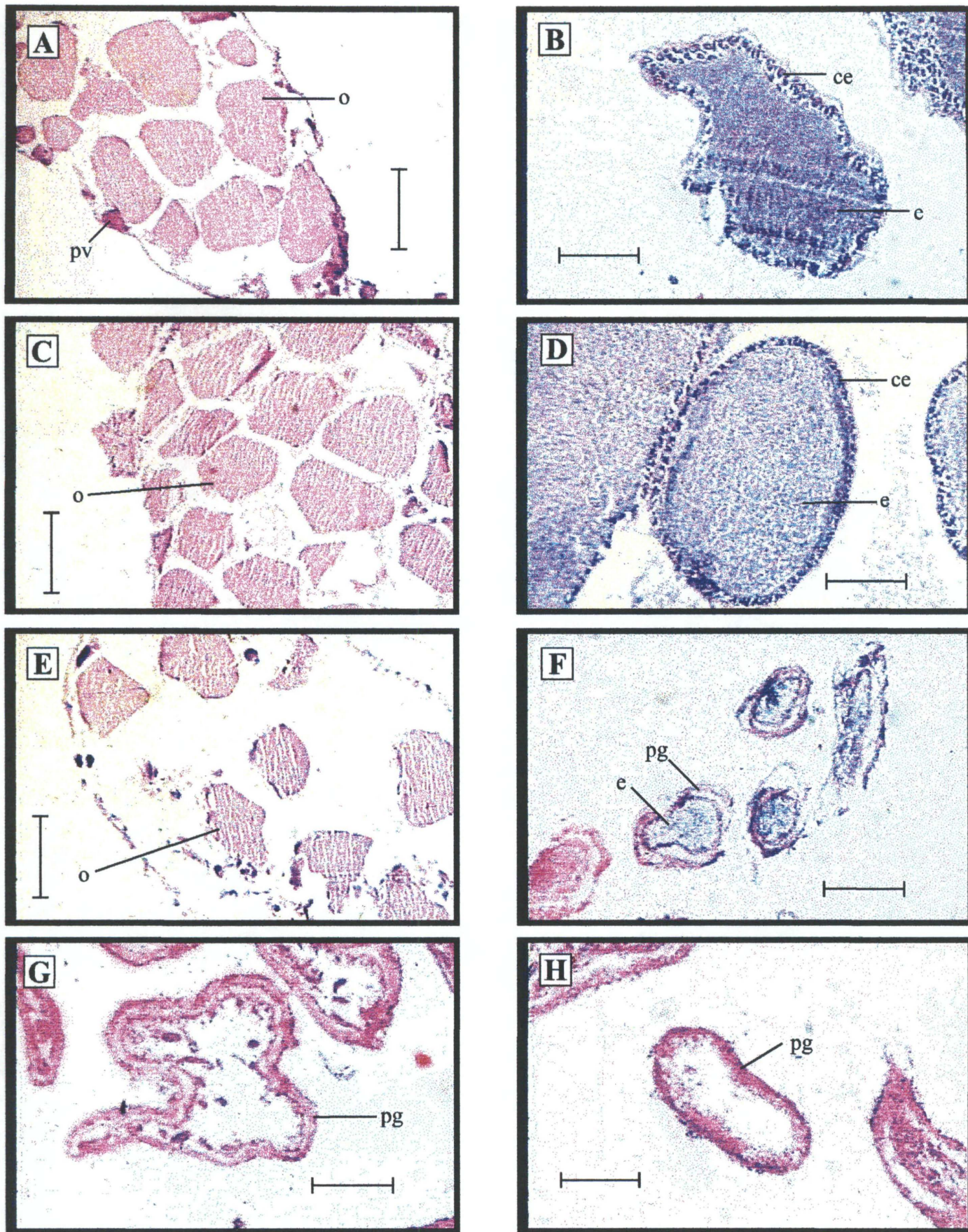


Figura 09. Curva de crescimento para *Astropecten marginatus* no litoral do Paraná.

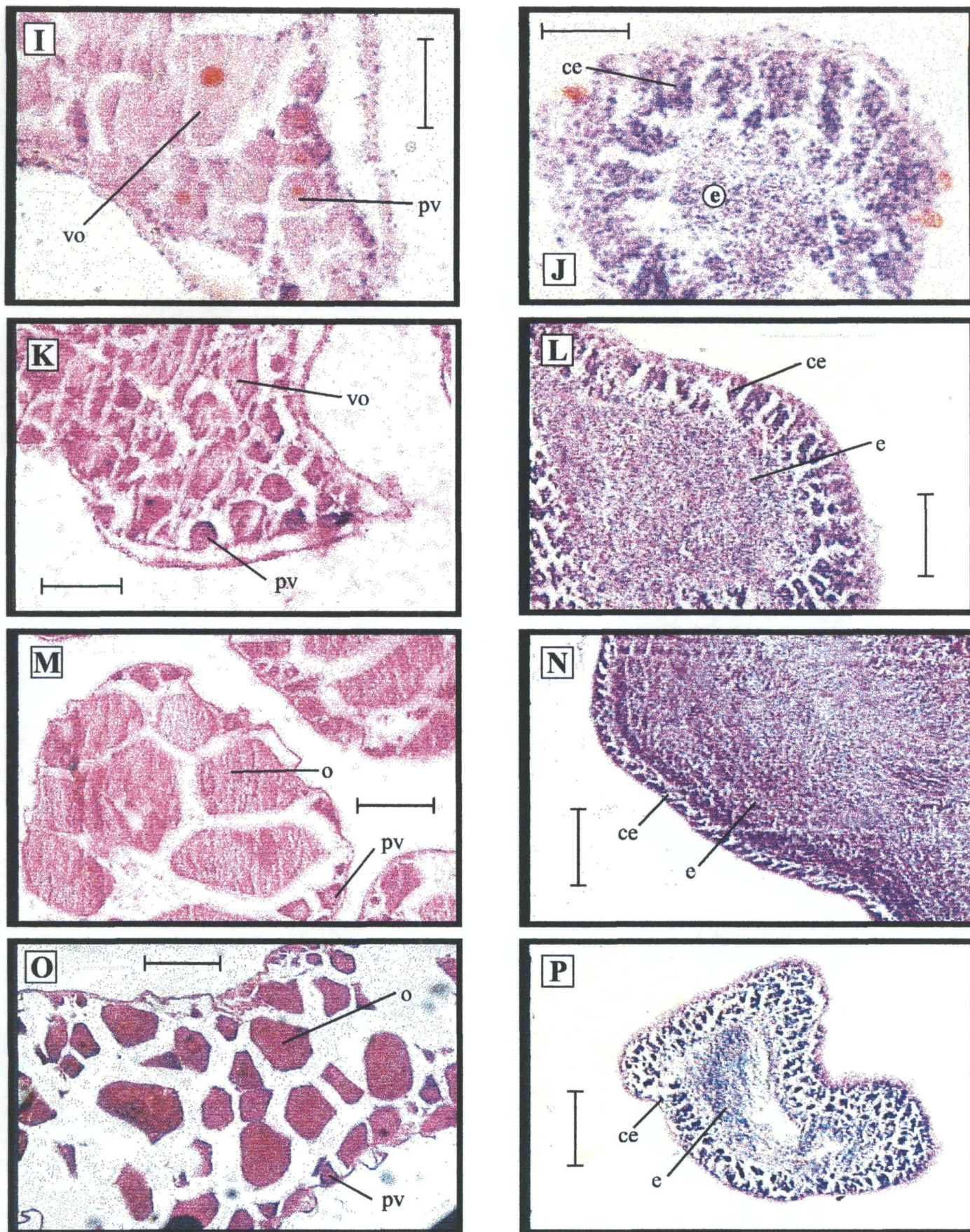


**Figura 10.** Variação mensal dos índices gonadosomático (%GI) e cecossomático (%PCI) de *Astropecten marginatus* durante o período amostral.

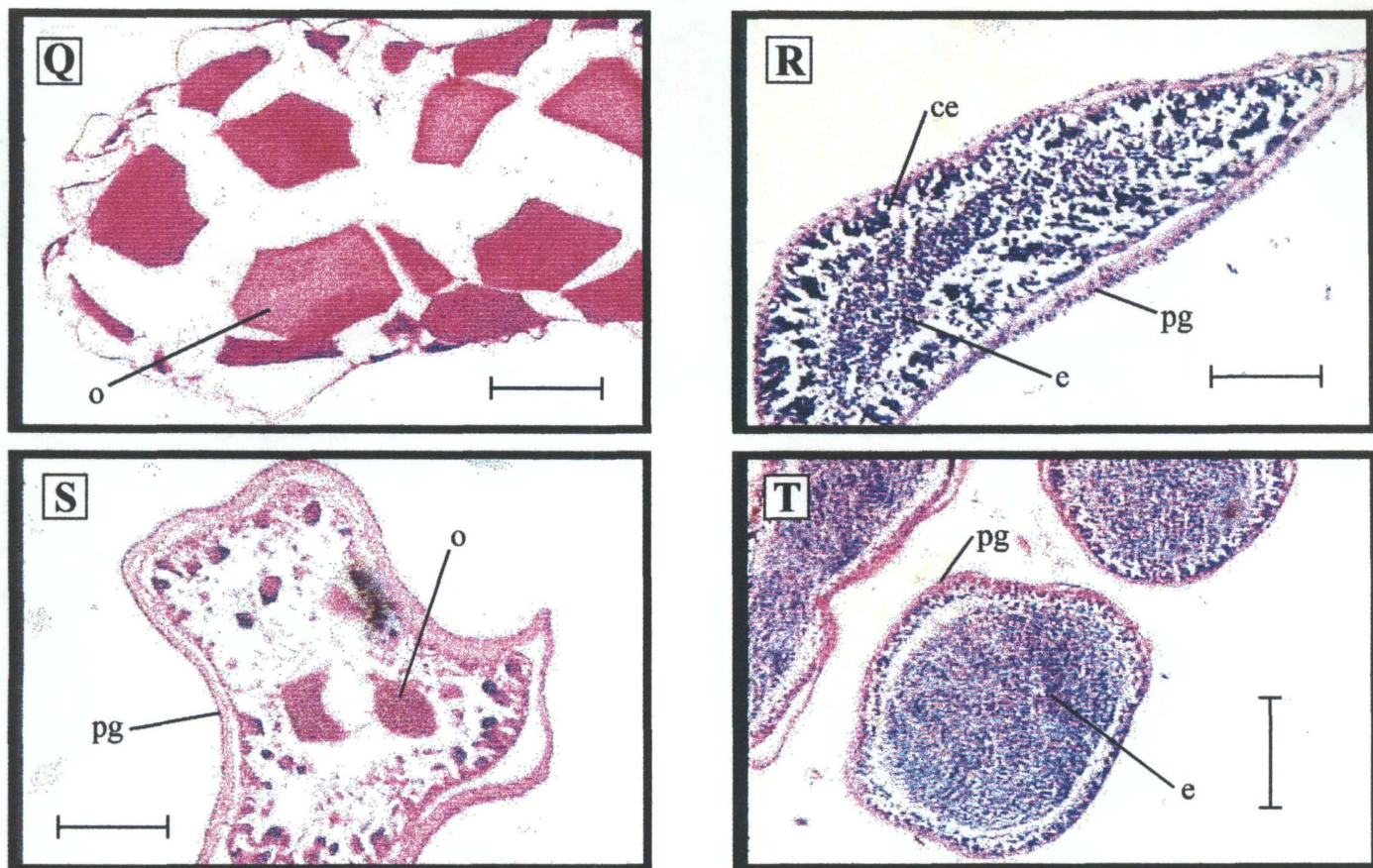




**Figura 11.** Variações no desenvolvimento gonadal observadas por análise histológica. À esquerda, ovários; à direita, testículos. A e B, outubro/1997; C e D, dezembro/1997; E e F, janeiro/1998; G e H, fevereiro/1998. ce, colunas espermáticas; e, espermatozoides; o, ovócitos; pg, parede gonadal; pv, ovócitos previtelogênicos. Barra = 100μm.



**Figura 11. Continuação.** Variações no desenvolvimento gonadal observadas por análise histológica. À esquerda, ovários; à direita, testículos. I e J, junho/1998; K e L, agosto/1998; M e N, setembro/1998; O e P, outubro/1998. ce, colunas espermáticas; e, espermatozoides; o, ovócitos; pv, ovócitos previtelogênicos; vo, ovócitos vitelogênicos. Barra = 30  $\mu$ m em I e J, demais, 100 $\mu$ m.



**Figura 11. Continuação.** Variações no desenvolvimento gonadal observadas por análise histológica. À esquerda, ovários; à direita, testículos. Q e R, novembro/1998; S e T, janeiro/ 1999. e, espermatozoides; ce, colunas espermáticas; o, ovócitos; pg, parede gonadal. Barra = 100 $\mu$ m.