



ANA CRISTINA MOURA HORN

**ESTUDOS SOBRE A MORFOLOGIA DE
PARASTACUS BRASILIENSIS (VON MARTENS, 1869)
(CRUSTACEA, DECAPODA, PARASTACIDAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biologia Animal.

Linha de Pesquisa: Crustáceos Neotropicais.

Orientador: Prof. Dr. Ludwig Backup.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Porto Alegre

2003

ESTUDOS SOBRE A MORFOLOGIA DE
PARASTACUS BRASILIENSIS (VON MARTENS, 1869)
(CRUSTACEA, DECAPODA, PARASTACIDAE)

ANA CRISTINA MOURA HORN

Dissertação aprovada em _____

Prof. Dr. Ludwig Backup

Prof. Dr. Danilo Koetz de Calazans

Prof. Dr. Gilson Rudinei Pires Moreira

Prof^ª. Dr^ª. Maria Lúcia Negreiros-Fransozo

“Se procurar bem,
você acaba encontrando
não a explicação (duvidosa) da vida,
mas a poesia (inexplicável) da vida”.
Carlos Drummond de Andrade

Ao meu esposo Valito, pelo companheirismo e incentivo.

*E aos meus pais, pelo exemplo de vida, de
dignidade e de trabalho.*

Agradecimentos

Ao meu orientador, prof. Dr. Ludwig Buckup, pela oportunidade de realização deste mestrado, através de sua orientação;

À prof. Dra. Georgina Bond-Buckup, pelas valiosas aulas, dicas e exemplo de profissionalismo.

Ao Programa de Pós-graduação em Biologia Animal e à CAPES.

A todos meus colegas do Laboratório de Crustáceos. Cada um, de uma maneira especial, caminhou comigo durante esse tempo e será lembrado juntamente com os bons momentos que passamos juntos. Agradecimentos especiais à Ms Clarissa Noro, pelo auxílio na confecção das fotos de MEV e à mestranda Thaís Castro de Souza, pelo auxílio na identificação dos ossículos do estômago de *Parastacus brasiliensis*. Além do auxílio técnico, à grande amizade que compartilhamos.

Aos meus irmãos Roberto e Fernanda, aos cunhados Evanir e Marlon e aos sobrinhos Luís Felipe e Luíza, a quem pouco me dediquei nestes últimos anos.

A minha mãe, minha grande incentivadora e exemplo de sabedoria, que me ensinou que é na simplicidade das coisas que se fazem as maiores revelações. Ao meu pai, que inspirou em mim o amor à natureza, mostrando que seu verdadeiro valor nem sempre se encontra através de livros. Ele, sem jamais ter lido um livro de ciências é um grande apreciador e conhecedor da Biologia.

Ao meu esposo, companheiro dedicado, presente e compreensivo em todos os momentos. Sem o seu apoio seria muito difícil a realização deste trabalho.

A todos vocês, meu muito obrigado!

SUMÁRIO

Lista de Figuras	ix
Apresentação	xiii
Resumo	01
Introdução	04
I. Sistemática e distribuição geográfica do grupo estudado.....	05
II. Morfologia externa	
a) Tagmas	06
b) Apêndices	07
c) Setas	09
III. Morfologia interna	
a) Sistema digestivo	10
b) Sistema circulatório	12
c) Sistema respiratório	13
d) Sistema reprodutor	14
e) Sistema excretor	16
f) Sistema nervoso	17
g) Sistema muscular	18
h) Sistema Endócrino	18
Objetivos	19
Material e métodos	21

Resultados e Discussões	31
I. Morfologia Externa	
a) Setas	32
b) Tagmas	37
c) Apêndices	44
II. Morfologia Interna	
a) Sistema digestivo	84
b) Sistema circulatório	93
c) Sistema respiratório	102
d) Sistema reprodutivo	109
 Conclusões	 113

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1: <i>Parastacus brasiliensis</i>	xvii
Fig. 2: Local de coleta, Município de Taquara, RS	24
Fig. 3: Armadilha de PVC	24
Fig. 4: <i>P. brasiliensis</i> . Orientação dos cortes do exoesqueleto	25
Fig. 5: <i>P. brasiliensis</i> . Orientação dos cortes do exoesqueleto	25
Fig. 6: <i>P. brasiliensis</i> . Remoção da placa dorsal do cefalotórax	26
Fig. 7: <i>P. brasiliensis</i> . Primeira vista dos órgãos internos	26
Fig. 8: <i>P. brasiliensis</i> . Remoção do branquiostegito	27
Fig. 9: <i>P. brasiliensis</i> . Vista das brânquias sem o branquiostegito	27
Fig. 10: <i>P. brasiliensis</i> . Corte das placas abdominais dorsais	28
Fig. 11: <i>P. brasiliensis</i> . Remoção das placas abdominais dorsais	28
Fig. 12: <i>P. brasiliensis</i> . Setas simples	34
Fig. 13: <i>P. brasiliensis</i> . Seta gancho	34
Fig. 14: <i>P. brasiliensis</i> . Setas dentiformes	34
Fig. 15: <i>P. brasiliensis</i> . Setas cuspidadas	34
Fig. 16: <i>P. brasiliensis</i> . Setas conadas	34
Fig. 17: <i>P. brasiliensis</i> . Estetascos	34
Fig. 18: <i>P. brasiliensis</i> . Setas plumosas	35
Fig. 19: <i>P. brasiliensis</i> . Setas paposas	35
Fig. 20: <i>P. brasiliensis</i> . Setas serradas	35
Fig. 21: <i>P. brasiliensis</i> . Seta multidenticulada	35
Fig. 22: <i>P. brasiliensis</i> . Setobrânquia	35
Fig. 23: <i>P. brasiliensis</i> . Setas “teazel”	35
Fig. 24: <i>P. brasiliensis</i> . Vista dorsal do cefalotórax	40
Fig. 25: <i>P. brasiliensis</i> . Vista dorsal do abdome	41

Fig. 26: <i>P. brasiliensis</i> . Vista ventral do abdome	42
Fig. 27: <i>P. brasiliensis</i> . Vista ventral da região torácica	43
Fig. 28: <i>P. brasiliensis</i> . Face dorsal da primeira antena	47
Fig. 29: <i>P. brasiliensis</i> . Face dorsal da segunda antena	49
Fig. 30: <i>P. brasiliensis</i> . Vista aboral da mandíbula	52
Fig. 31: <i>P. brasiliensis</i> . Primeira maxila	55
Fig. 32: <i>P. brasiliensis</i> . Segunda maxila	58
Fig. 33: <i>P. brasiliensis</i> . Primeiro maxilípodo	60
Fig. 34: <i>P. brasiliensis</i> . Segundo maxilípodo	63
Fig. 35: <i>P. brasiliensis</i> . Terceiro maxilípodo	67
Fig. 36: <i>P. brasiliensis</i> . Vista dorsal do primeiro pereiópodo	70
Fig. 37: <i>P. brasiliensis</i> . Face dorsal do coxopodito	71
Fig. 38: <i>P. brasiliensis</i> . Superfície dorsal do carpopodito	71
Fig. 39: <i>P. brasiliensis</i> . Superfície dorsal do carpopodito	71
Fig. 40: <i>P. brasiliensis</i> . Margem lateral externa do dactilopodito	71
Fig. 41: <i>P. brasiliensis</i> . Segundo e terceiro pereiópodos	74
Fig. 42: <i>P. brasiliensis</i> . Quarto e quinto pereiópodos	76
Fig. 43: <i>P. brasiliensis</i> . Pleópodos	78
Fig. 44: <i>P. brasiliensis</i> . Vista dorsal do leque caudal	82
Fig. 45: <i>P. brasiliensis</i> . Vista ventral do leque caudal	83
Fig. 46: <i>P. brasiliensis</i> . Vista ventral do estômago	89
Fig. 47: <i>P. brasiliensis</i> . Vista ventral do estômago cardíaco	90
Fig. 48: <i>P. brasiliensis</i> . Vista ventral do estômago cardíaco	90
Fig. 49: <i>P. brasiliensis</i> . Porção do estômago cardíaco seccionada	90
Fig. 50: <i>P. brasiliensis</i> . Porção do estômago cardíaco seccionada.....	90

Fig. 51: <i>P. brasiliensis</i> . Ampolas do estômago pilórico	90
Fig. 52: <i>P. brasiliensis</i> . Setas plumodenticuladas cobrindo a região membranosa interna do estômago cardíaco	90
Fig. 53: <i>P. brasiliensis</i> . Vista dorsal do cefalotórax	91
Fig. 54: <i>P. brasiliensis</i> . Vista dorsal do abdome	91
Fig. 55: <i>P. brasiliensis</i> . Vista dorsal do cefalotórax	92
Fig. 56: <i>P. brasiliensis</i> . Vista dorsal do cefalotórax	96
Fig. 57: <i>P. brasiliensis</i> . Vista lateral do cefalotórax	96
Fig. 58: <i>P. brasiliensis</i> . Vista dorsal do abdome	97
Fig. 59: <i>P. brasiliensis</i> . Vista dorsal do abdome	97
Fig. 60: <i>P. brasiliensis</i> . Vista dorsal do cefalotórax	98
Fig. 61: <i>P. brasiliensis</i> . Região cefalotorácica vista lateralmente	98
Fig. 62: <i>P. brasiliensis</i> . Ramificações terminais da artéria ventral torácica na área bucal.....	99
Fig. 63: <i>P. brasiliensis</i> . Extensão total da artéria ventral torácica	99
Fig. 64: <i>P. brasiliensis</i> . Irrigação sangüínea do terceiro maxilípodo	100
Fig. 65: <i>P. brasiliensis</i> . Irrigação sangüínea do segundo maxilípodo	100
Fig. 66: <i>P. brasiliensis</i> . Irrigação sangüínea da segunda maxila	101
Fig. 67: <i>P. brasiliensis</i> . Irrigação sangüínea da mandíbula	101
Fig. 68: <i>P. brasiliensis</i> . Desenho esquemático de tricobrânquias	107
Fig. 69: <i>P. brasiliensis</i> . Vasos de irrigação sangüínea das artrobrânquias.....	108
Fig. 70: <i>P. brasiliensis</i> . Vasos de irrigação sangüínea das podobrânquias	108
Fig. 71: <i>P. brasiliensis</i> . Coxopodito do terceiro e quinto pereiópodos	112

APRESENTAÇÃO

Os “lagostins-de-água-doce” pertencentes à Família Parastacidae (Decapoda, Astacidea), estão representados na América do Sul por dez (10) espécies. Desde que POEPPIG (1835) descreveu a primeira das espécies do continente meridional, mais precisamente de Talcahuano, no Sul do Chile, sob a denominação de “*Astacus*” *pugnax*, estes crustáceos límnicos foram objeto de vários estudos, em diversos campos do conhecimento. Entre estes destacam-se, em número, os trabalhos sobre a sistemática e a taxonomia (BUCKUP & ROSSI, 1980 e 1993; FAXON, 1898 e 1914; HOBBS Jr, 1974 e 1988; HUXLEY, 1879 e RIEK, 1971 e 1972). A Biologia Reprodutiva, mais exatamente a ocorrência de hermafroditismo seqüencial, foi investigada em algumas espécies por ALMEIDA & BUCKUP (1997 e 2000) e RUDOLPH (1995, 1997 e 1999). Aspectos da Dinâmica Populacional de *Parastacus brasiliensis* foram estudados por FONTOURA & BUCKUP (1989a e 1989b).

O exame da literatura internacional sobre os “lagostins” sul-americanos, revela que nenhuma das espécies conhecidas foi estudada com relação a sua organização morfológica interna. As abordagens de cunho morfológico publicadas mantiveram-se, até aqui, apenas no plano externo e macroscópico, com descrições sumárias dirigidas aos interesses da taxonomia comparativa. Nada se sabia, até este momento, sobre a ultraestrutura dos apêndices e de seus anexos cuticulares. Faltavam, ainda, informações sobre a organização anatômica do estômago, um conhecimento que em outros grupos de decápodos, como em Aeglidae (Decapoda, Anomura) mostrou-se importante para a caracterização sistemática e a análise dos hábitos alimentares das espécies. CASTRO & BOND-BUCKUP (2003), tendo examinado a morfologia interna de *Aegla platensis* Schmitt, informam que a estrutura do estômago pode ser interpretada filogeneticamente e argumentam, acompanhando as ponderações de DALL & MORTIARY (1983), que a

complexidade estrutural do moinho gástrico reflete relações evolutivas entre os decápodos, com a dieta e as dimensões do estômago agindo como fatores modificadores.

Diante deste quadro, o exame mais detalhado da morfologia de uma das espécies do gênero *Parastacus*, no caso *P. brasiliensis* (von Martens, 1869), apresentou-se como tema quase inevitável, há muito tempo reclamado pela comunidade carcinológica como forma de preenchimento de uma lacuna importante no conhecimento da história natural dos nossos crustáceos límnicos.

Há uma outra motivação, esta de natureza didática, que levou ao estudo da organização morfológica geral do lagostim *Parastacus brasiliensis*. Ocorre que o ensino prático da Zoologia, desde o 2º Grau, tem procurado apoiar-se em exemplos da fauna nativa, desde que as espécies sejam realmente disponíveis e haja conhecimentos suficientemente detalhados sobre a sua história natural. Na prática, no entanto, verifica-se que os livros de texto em uso, majoritariamente fruto de traduções, se apoiam em exemplos da fauna de outras regiões, indisponíveis no Brasil. No caso dos crustáceos da área meridional brasileira, apenas um livro fornece uma alternativa mais detalhada para o uso de um animal nativo: trata-se do caranguejo estuarino *Chasmagnathus granulata* Dana, 1851, que constitui tema central da obra de BOND-BUCKUP, FONTOURA, MARRONI & KUCHARSKI (1991) “O CARANGUEJO – Manual para o ensino prático em zoologia”. Para o estudo dos “Lagostins” as fontes disponíveis (MATTHES, 1952 e HUXLEY, 1879) sugerem apenas espécies do hemisfério norte, principalmente a espécie paleártica *Astacus fluviatilis* (Fabricius, 1775). Assim, a facilidade com que o “lagostim” neotropical pode ser encontrado, coletado e principalmente, mantido em laboratório,

sugere que espécie seja usada no ensino prático, não apenas nas abordagens morfológicas, mas também em experimentos e observações no campo da ecologia e da fisiologia. No sentido da referida utilização em atividades demonstrativas em laboratório, havia também interesse em testar formas de favorecer a visualização de detalhes morfológicos do sistema circulatório com o uso de técnicas de perfusão, nunca utilizados no estudo da anatomia dos lagostins. Em síntese, buscou-se reunir, também, subsídios técnicos para a edição futura de uma manual para aulas práticas com a utilização do lagostim sulbrasileiro *Parastacus brasiliensis* (Fig. 1).



Fig.1: *Parastacus brasiliensis*. Vista dorsal.
(barra: 10 mm)

RESUMO

A família Parastacidae inclui os crustáceos límnicos conhecidos como lagostins-de-água-doce. A espécie *Parastacus brasiliensis* (von Martens, 1869) é endêmica da região meridional brasileira, ocorrendo nas bacias que formam o estuário do Guaíba, na depressão central do Estado do Rio Grande do Sul.

O presente trabalho reúne um estudo da organização morfológica do lagostim *Parastacus brasiliensis*.

Os animais foram coletados, majoritariamente nas cabeceiras do Rio Gravataí e trazidos ao Laboratório de Carcinologia do Departamento de Zoologia da UFRGS, onde foram mantidos em aquários de cultivo.

Os espécimes foram anestesiados e dissecados. Os detalhes da organização morfológica dos animais foram descritos com apoio em desenhos, documentação fotográfica e também estudos ultramicroscópicos, com apoio em microscopia eletrônica de varredura.

Para o estudo do sistema circulatório do animal utilizou-se a técnica de perfusão com resinas coloridas.

Na análise da morfologia externa foram encontrados treze tipos de setas, as quais foram comparadas e classificadas seguindo os trabalhos de THOMAS (1970, 1973). Os apêndices seguem o padrão usual para os demais crustáceos, conforme o descrito por WARNER (1977). O estudo da morfologia interna mostrou um sistema digestivo bem desenvolvido, estômago bastante amplo com ossículos e dentes bastante robustos. O sistema circulatório é aberto, com várias artérias partindo do coração e lançando ramificações para os demais órgãos, cavidades e sistemas do corpo. Pequenas arteríolas que abastecem os apêndices bucais foram identificadas.

As brânquias são do tipo tricobrânquias e apresentam diferenças no número e no grau de desenvolvimento quando comparados com lagostins de outras

famílias. Vasos de irrigação sanguínea das brânquias foram fotografados e descritos.

O hermafroditismo de *P. brasiliensis* estudado por ALMEIDA & BUCKUP (2000) também foi confirmado através de observações da morfologia dos poros genitais dos animais.

INTRODUÇÃO

I SISTEMÁTICA E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO GRUPO ESTUDADO

Os crustáceos decápodos conhecidos como “lagostins-de-água-doce” estão reunidos na Infraordem Astacidea, que inclui três superfamílias, a saber: Nephropoidea, reúne representantes marinhos; Astacoidea, onde estão incluídas as famílias Astacidae e Cambaridae, que compreende os lagostins límnicos do hemisfério norte e Parastacoidea, com uma única família, Parastacidae, que reúne os lagostins de água doce do hemisfério sul, com representantes atuais em Madagascar e Oceania – onde se encontra a maior diversidade de parastacídeos e as maiores espécies – e ainda, América do Sul (HOBBS, 1988).

No continente sul-americano a família está representada pelos gêneros:

- 1) *Virilastacus* Hobbs, 1991, com uma espécie;
- 2) *Samastacus* Riek, 1971, com uma espécie;
- 3) *Parastacus* Huxley, 1879, com oito espécies.

O gênero *Parastacus*, segundo BUCKUP & ROSSI (1993) tem uma distribuição geográfica disjunta, formando dois grupos, a saber:

- 1) Um grupo de espécies ocorre a leste dos Andes, no espaço sul-brasileiro (Rio Grande do Sul e Santa Catarina) e peri-platino (Uruguai e Argentina). Este grupo é composto por *Parastacus pilimanus* (von Martens, 1869), *P. brasiliensis*, (von Martens, 1869), *P. saffordi* Faxon, 1898, *P. varicosus* Faxon, 1898, *P. defossus* Faxon 1898 e *P. laevigatus* Buckup e Rossi, 1980.
- 2) Outro grupo de espécies ocorre a oeste dos Andes, no espaço meridional andino (Chile). Este grupo é composto por *P. pugnax* (Poepig, 1835) e *P. nicoleti* (Philippi, 1882).

A maioria das espécies de parastacídeos apresenta hábito escavador, porém todas elas necessitam de uma mínima quantidade de umidade, mesmo as espécies consideradas terrestres (HOGGER, 1988). As espécies de *Parastacus* constroem suas habitações em dois tipos de terreno: nos ambientes palustres e nas margens úmidas e argilosas de pequenos ambientes lóticos, como arroios, riachos e fontes.

Parastacus brasiliensis é um lagostim que escava suas habitações nas margens de pequenos ambientes lóticos do Rio Grande do Sul, como arroios, riachos e fontes (BUCKUP & ROSSI, 1980).

II. MORFOLOGIA EXTERNA

a) Tagmas

MATTHES (1952) descreve a anatomia dos lagostins, usando *Astacus fluviatilis* como modelo. O autor descreve a morfologia externa do cefalotórax e do abdome, destacando a presença do sulco cervical e do rostro. HUXLEY (1879) escreve sobre a matéria do qual é composto o exoesqueleto do lagostim. HOBBS (1987) faz uma revisão do gênero *Astacoides* descrevendo a estrutura básica da placa esternal.

O fato de muitos decápodos adquirirem uma aparência primitiva é mencionado por KAESTNER (1980), atribuindo esta circunstância à extensa segmentação do corpo e à presença de apêndices em todos os metâmeros. Seu trabalho também analisa as camadas de cutícula que formam o exoesqueleto do animal.

b) Apêndices

Inúmeros trabalhos foram desenvolvidos com o propósito de se conhecer a morfologia e a função desempenhada pelos apêndices dos crustáceos. HUXLEY (1879) já no ano de 1879 descrevia as antenas como principal órgão de tato em lagostins. MATTHES (1952) trabalhando com o lagostim *Astacus fluviatilis* descreve as antenas, salientando as diferenças entre a primeira e a segunda e a presença e localização do estatocisto.

O trabalho desenvolvido por FARMER (1974) investiga o desenvolvimento do aparato de alimentação nos decápodos descrevendo o desenvolvimento e metamorfose das mandíbulas e do estômago. WARNER (1977) estudando os apêndices cefálicos de decápodos mostrou que estes seguem um certo padrão usual. Ressalta o autor, que os apêndices torácicos dos decápodos são modificados para três diferentes funções: alimentação, manipulação e deslocamento. AMEYAW-AKUMFI & HAZLETT (1975) observaram a existência de tufo de sensilas quimiorreceptoras nas quelas do primeiro e segundo par de patas.

Estudos sobre a morfologia funcional dos apêndices bucais e moinho gástrico de quatro caranguejos ermitões foram desenvolvidos por KUNZE & ANDERSON (1979). KAESTNER (1980) notou que as mandíbulas dos náuplios são quase sempre apêndices natatórios, mas próximo a sua base podem ocorrer grandes setas plumosas ou em forma de gancho que atuam na captação do alimento. O autor compara a forma adquirida por cada apêndice com a função que este desempenha dentro do grupo.

McLAUGHLIN (1982) diz que as mandíbulas, mais que qualquer outro apêndice dos crustáceos, tem sido tópico de investigações estruturais, funcionais e filogenéticas fazendo um trabalho comparativo entre as peças bucais

dos diversos grupos de crustáceos. Já WALES (1982) ao estudar a função dos apêndices bucais, confrontou a morfologia das peças com a sua possível função na manipulação do alimento, ressaltando a variedade de setas presentes nestes apêndices.

WIENS (1982); WIERSMA (1961a) e EVOY & AYRES (1982) estudaram a musculatura envolvida na movimentação dos apêndices dos lagostins, em especial a musculatura dos quelípodos. A importância dos quelípodos para os machos durante o comportamento reprodutivo foi objeto de estudo para RHODES & HOLDICH (1984).

FELGENHAUER & ABELE (1985) compararam apêndices bucais, mandíbulas e estômagos de dois camarões da família Atyidae para testar a hipótese de que essas estruturas estão relacionadas com a alimentação e FACTOR (1989) publicou seus estudos sobre os crustáceos decápodos, mostrando que eles possuem mecanismos distintos no processo de alimentação. WIERNICKI (1984) *apud* HOLDICH & REEVE (1988), escreve sobre a importância do arranjo de setas presentes em *Procambarus clarkii* (Girardi, 1852) e seu possível papel no grau de filtração executado por esses lagostins.

NISHIDA *et al.* (1990) examinou a estrutura dos apêndices bucais e estômago de vários estágios de desenvolvimento de *Jasus edwardsii* (Hutton, 1875), espécie de lagosta comum na Nova Zelândia. Seus estudos concluíram que as maiores mudanças são estruturais e relatam mudanças funcionais do aparato de alimentação, capacidade de assimilação de nutrientes e estocagem.

LOYA-JAVELLANA & UWINS (2000) analisaram as transformações morfológicas que ocorrem no pró-ventrículo e nas mandíbulas do caranguejo *Scylla serrata* Forskal, nos estágios de zoea e megalopa e NELSON

et al. (2002) observaram a função dos apêndices bucais no comportamento alimentar de uma forma larval de lagosta com finalidade de auxiliar nas técnicas de cultivo.

HOLDICH (2002) faz uma revisão genérica sobre a morfologia externa dos lagostins descrevendo todos seus apêndices e enfatizando suas funções.

c) Setas

Vários autores propuseram sistemas de classificação para as setas encontradas em crustáceos. Entre esses, destacamos a contribuição de THOMAS (1970), que investigou as setas existentes nos apêndices de *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet, 1858), lagostim europeu, propondo um sistema de classificação.

FISH (1972) descreveu as setas de *Eurydice pulchra* Leach (Isopoda) e em seguida FARMER (1974) desenvolveu trabalho semelhante com *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758). DRACH & JACQUES (1977) também fizeram propostas abordando esquemas gerais de classificação de setas em decápodos. O primeiro sistema de classificação apoiado na morfologia funcional das setas foi proposto por JACQUES (1989). WATLING (1989) adotou conceito da homologia das setas para embasar sua proposta de classificação das setas de crustáceos.

No Brasil, poucos trabalhos foram desenvolvidos sobre este tema, com destaque para os trabalhos de BOND-BUCKUP *et al.* (1996) com *Aegla prado* Schmitt 1942, de BUENO & BOND-BUCKUP (1996) com *Aegla violacea* Bond-Buckup and Buckup, 1994, BOND-BUCKUP *et al.* (1998) com as espécies *Aegla longirostri* Bond-Buckup and Buckup 1994, *A. ligulata* Bond-Buckup and Buckup, 1994 e com *A. platensis* Schmitt, 1942.

CALAZANS & INGLE (1998), também realizaram minucioso trabalho caracterizando os estágios larvais de *Pleoticus muelleri* Bate, 1888 (Solenoceridae) com base na morfologia das setas.

III. MORFOLOGIA INTERNA

a) Sistema Digestivo

O sistema digestivo dos crustáceos, particularmente o estômago, tem sido objeto de estudo de alguns pesquisadores. MILNE – EDWARDS (1834) *apud* FELGENHAUER & ABELE (1989), foi pioneiro na proposição de uma nomenclatura para os ossículos do estômago dos crustáceos, servindo como base para a nomenclatura atualmente adotada. ICELY & NOTT (1992) descreveram todas as estruturas internas que formam o canal alimentar, evidenciando a importância de cada uma no ciclo digestivo.

HUXLEY (1879) já faz descrições sobre a presença dos gastrólitos e dos dentes no estômago do lagostim *Astacus fluviatilis* e em seus estudos com essa espécie de lagostim, MATTHES (1952) cita todo o sistema digestivo escrevendo de forma detalhada a função exercida pelo hepatopâncreas. THOMAS (1970) relata que o canal alimentar é o maior órgão do sistema na cavidade corporal dos lagostins e descreve os tipos de músculos que internamente revestem esse órgão.

No trabalho comparativo do sistema estomatogástrico de decápodos, incluindo lagostins, ermitões, braquiúros e camarões, MEISS & NORMAN (1977) observaram que há um arranjo básico dos ossículos do estômago entre os decápodos .

A anatomia funcional do intestino anterior e hepatopâncreas dos lagostins astacídeos foi extensivamente estudado (FRETTER & GRAHAM 1976;

GIBSON & BARKER 1979 *apud* HOLDICH & REEVE 1988; HUXLEY 1974; KAESTNER 1980; WALES 1982). SMITH (1978) notou que, semelhante aos caranguejos, o intestino médio em lagostins é um dos mais desenvolvidos dentro dos Decapoda.

BOND-BUCKUP *et al.* (1991) em seu manual para o ensino prático em zoologia, no qual utilizaram como modelo o caranguejo *Chasmagnatus granulata* Dana, descreveram o seu sistema digestivo, relatando a trajetória do alimento após passar pelo esôfago. BROWN (1995), comenta sobre glândulas subtegumentais existentes na entrada do esôfago atribuindo a elas o papel de lubrificar partículas alimentares. HOLDICH & REEVE (1988) verificaram que em *Astacus astacus* (Linnaeus, 1858) estas glândulas são limitadas à metade anterior do esôfago.

O estômago dos lagostins está arranjado por um sistema de ossículos unidos pela musculatura. HOLDICH & REEVE (1988) fizeram uma detalhada descrição de todos os ossículos e arranjos dos dentes presentes no estômago dos lagostins. GROWS & RICHARDSON (1990) analisaram a morfometria dos ossículos zigocárdico e urocárdico de espécies de Parastacidae. Examinaram em relação ao hábitat e suas implicações na dieta, propondo o uso das características morfológicas do estômago para o estudo de relações filogenéticas no âmbito das espécies de Parastacidae. LOYA-JAVELLANA *et al.*(1994) concentraram seus estudos na ontogenia dos dentes do moinho gástrico.

CHISAKA *et al.*(1999) notaram a presença de espinhos no intestino posterior de *Procambarus clarkii*, relacionando esse detalhe morfológico às diferenças nos movimentos das várias seções do intestino.

VOGT (2002), revisando a morfologia e funções do estômago, esôfago e intestino em lagostins, descreve detalhadamente a estrutura desse órgão.

b) Sistema Circulatório

Em seus estudos com *Astacus fluviatilis*, HUXLEY (1879) descreve o sistema circulatório deste lagostim.

WARNER (1977) enfatiza em seu trabalho as diferenças entre o sistema circulatório aberto dos crustáceos em contraste com o sistema da maioria dos vertebrados onde o sangue circula totalmente pelo interior de um sistema de vasos fechados.

KAESTNER (1980) descreve o coração dos crustáceos como sendo muito curto, com uma pequena camada muscular. Para lagostins utiliza como modelo *Astacus astacus* e além deste, analisa Anomura e Brachyura, comparando a quantidade de ostíolos existentes em cada grupo e a direção tomada por cada artéria.

MARTIN & HOSE (1992) descrevem o sistema circulatório de crustáceos decápodos e citam o fato de a circulação venosa ser menos entendida devido a sua natureza irregular, de seus poucos espaços definidos e também provavelmente porque colapsam durante a dissecação do animal. Um estudo sobre a modulação cardíaca de lagostins foi desenvolvido por MERCIER & RUSSENES (1992), utilizando o coração isolado de *Procambarus clarkii*.

WILKENS (1995) estudando a regulação do sistema cardiovascular em lagostins (utilizou a espécie *Procambarus clarkii*) afirma que a função integrada deste sistema requer uma ordem para se adequar às diferentes situações que o animal enfrenta.

VOGT (2002) também cita o fato do sistema sinusal ser pobremente investigado devido aos labirintos naturais e a ausência de uma delimitação precisa do sinus. O autor comenta ainda o trabalho de REIBER (1997a) com *Procambarus*

clarkii que verificou que o coração começa a bater na segunda semana depois da eclosão dos ovos, sinalizando o início do funcionamento do sistema vascular.

c) Sistema Respiratório

WOLVERKAMP & WATERMAN (1960) desenvolveram estudos nessa área, comparando o número de brânquias em camarões, lagostas, lagostins e ermitões. DIAZ & RODRIGUEZ (1977) com os caranguejos braquiúros, notando aí uma redução numérica.

THOMAS (1970) descreveu similarmente a função das setobrânquias na coxa dos maxilípodos do lagostim *Austrapotamobius pallipes* (Lereboullet, 1858) e HUXLEY (1879) já havia demonstrado em seu trabalho com *Astacus fluviatilis* que as “setas do coxopodito” em lagostins evitam, na medida do possível, a entrada de materiais estranhos e parasitos na câmara branquial.

McLAUGHLIN (1983) estudou o padrão básico de arranjo das brânquias dos decápodos descrevendo a forma e lugar de sua fixação. Vários autores investigaram e identificaram os tres tipos fundamentais de brânquias, entre eles NAKAO (1974), McLAUGHLIN (*op cit.*), MAINA (1990) e BARRADAS *et al.* (1999).

Os tipos de arranjos das brânquias variam de acordo com a espécie ou conforme o táxon e são expressos através da fórmula branquial. O tema foi desenvolvido por BAUER (1989) com os lagostins do hemisfério norte *Astacus astacus* e *Procambarus clarkii*. SWAIN *et al.* (1988) compararam a morfologia das brânquias e das câmaras branquiais de astacídeos com parastacídeos. Detalhes da fórmula branquial de astacídeos, cambarídeos e parastacídeos são apresentados por HUXLEY (1879), HOLDICH & REEVE (1988) e PRICE *et al.* (1995).

PÉQUEUX (1995) em seu estudo sobre regulação osmótica em crustáceos, escreve sobre a alta permeabilidade das brânquias que também é usada para a remoção de amônia e da maioria dos produtos nitrogenados.

A exposição das brânquias à partículas e epibiontes que prejudicam o bom funcionamento respiratório foi investigado por BATANG & SUZUKI (2000) que chamou de mecanismo passivo de limpeza das brânquias a combinação de estruturas para essa finalidade. POHLE (1989b), chamou de mecanismo ativo de limpeza os movimentos desenvolvidos por alguns crustáceos. Este experimento de limpeza das brânquias foi comprovado por BAUER (1998) *apud* VOGT (2002) pela remoção das setobrânquias de uma das câmaras branquiais. Este autor também confirmou que estas setas de limpeza das brânquias não são efetivas contra bactérias e ciliados.

d) Sistema Reprodutor

WARNER (1977) investigou as gônadas de decápodos de ambos os sexos, comparando seu tamanho em caranguejos imaturos e em época de postura. KULKARNI *et al.* (1991) estudaram a produção e inibição hormonal em lagostins *P. clarkii* e classificaram seus oócitos em sete estágios, de acordo com os caracteres morfológicos. LAUFER *et al.* (1993) também estudaram este tema e relataram que a produção e manutenção das gônadas em machos e fêmeas reprodutivas dependem de uma integração hormonal, abordando os locais de produção e inibição desses hormônios.

CHARNIAUX-COTTON & PAYEN (1985) estudaram os genes que controlam as glândulas androgênicas, tema esse revisto por HASEGAWA *et al.* (1993), que citam os grupos Isopoda, Amphipoda e Decapoda como sendo os mais

estudados atualmente. Nos trabalhos de TAKETOMI & NISHIKAWA (1996) fêmeas sexualmente imaturas de *Procambarus clarkii* sofreram implantes de glândulas androgênicas confirmando que a diferenciação sexual em lagostins é determinada muito cedo.

BROOK *et al.*(1994) em suas investigações destacaram três tipos básicos de reprodução em Crustacea: a partenogênese, o hermafroditismo e o gonocorismo.

SAGI *et al.*(1996) encontraram sete diferentes combinações das aberturas genitais em indivíduos intersexuados de *Cherax quadricarinatus* (von Martens). Segundo KHALAILA & SAGI (1997), em estudos sobre a intersexualidade, esta pode se limitar à morfologia externa ou pode se estender à diferenciação gonadal. SOKOL (1988) comenta que a ocorrência de intersexuados é razoavelmente comum entre os parastacídeos australianos.

GINSBURGER-VOGEL (1991) desenvolveram pesquisas sobre a intersexualidade como consequência de fatores epigenéticos, resultado da ação de parasitas sobre a glândula androgênica.

HOLDICH & REEVE (1988) estudaram o dimorfismo sexual nas famílias Astacidae e Cambaridae, enquanto os trabalhos de RIEK (1972), HORWITZ (1988), RUDOLPH (1990, 1995b) e ALMEIDA & BUCKUP (1997, 1999 e 2000), investigaram essa característica na família Parastacidae.

ALMEIDA & BUCKUP (1997) estudaram o aparelho reprodutor de *P. brasiliensis*, constatando que no mesmo animal pode-se encontrar dois pares de dutos genitais, masculino e feminino. Em estudos posteriores, ALMEIDA & BUCKUP (2000) fizeram uma análise anatômica e histológica das gônadas de *P. brasiliensis*. Essas investigações observaram a presença de três formas sexuais:

machos intersexuados, transicionais e fêmeas intersexuadas indicando a ocorrência de um hermafroditismo protândrico nesta espécie.

ALMEIDA E BUCKUP (1999) em estudos com o lagostim *Parastacus defossus*, descrevem a existência de intersexualidade também nessa espécie. Nesse trabalho, os autores discutem as propostas apresentadas por RUDOLPH (1995, 1997), GHISELIN (1969) e WARNER (1988) para o aparecimento do hermafroditismo nas espécies.

Os estudos de REYNOLDS (2002) sobre reprodução concentraram-se no comportamento de corte desenvolvido entre os decápodos e fatores externos que podem atuar neste comportamento. Já VOGT (2002) descreveu todo o processo de fertilização interna de astacídeos e cambarídeos do Hemisfério Norte.

e) Sistema Excretor

Sobre o sistema excretor, HUXLEY (1879) já descreve a glândula verde dos lagostins como sendo um órgão com a finalidade de um rim. Para MATTHES (1952) as glândulas verdes dos lagostins representam nefrídios transformados.

WERNER (1977) e KAESTNER (1980) também fizeram investigações sobre este tema. O primeiro concentrou-se em fazer descrições do órgão e da ultrafiltração e distribuição dos fluidos que passam por ele. Já o segundo, desenvolveu um trabalho comparativo entre astacídeos, carídeos, pagurídeos e braquiúros

FULLER *et al.* (1989) se aprofundaram no estudo da glândula verde do lagostim *Pacifastacus leniusculus* usando técnicas de microscopia eletrônica e procedimentos de microdissecção ultrassônica. Neste trabalho os autores fazem

comparações estruturais entre a glândula verde do lagostim e os néfrons de vertebrados.

VOGT (*op cit.*) conclui que, para os lagostins, três órgãos estão envolvidos na excreção: as brânquias, o sistema digestivo e a glândula verde.

f) Sistema Nervoso

MATTHES (1952) em seus trabalhos, descreve com detalhes a anatomia do sistema nervoso no lagostim *Astacus fluviatilis*. SANDEMAN (1982) faz um estudo morfológico do sistema nervoso em crustáceos, usando os decápodos como padrão geral. KAESTNER (1980) já havia notado que os órgãos sensoriais dos decápodos são semelhantes a outras ordens, porém o arranjo dos gânglios nos metâmeros não se assemelha nos diferentes grupos.

WINE & KRASNE (1982) observaram que o cordão nervoso dos lagostins sobrevive bem isoladamente e tem sido bem explorado no estudo de muitos aspectos da neurofisiologia do gânglio ventral. O estudo do sistema de axônios gigantes que efetuam os movimentos do telso em lagostins foi efetuado por esses autores e por WELSH (1961).

Mecano e quimiorreceptores em crustáceos têm sido objeto de estudo de vários autores (ACHE, 1982; BARBER, 1961; BUSH & LAVERACK, 1982 e COHEN & DIJKGRAFF, 1961). Estudos mais recentes sobre o sistema nervoso em lagostins foram desenvolvidos por VOGT (2002) enfocando a captação de estímulos hidrodinâmicos por mecanorreceptores presentes nas antenas, carapaça, abdome, telso, quelípodos e pereiópodos.

g) Sistema Muscular

PILGRIM & WIERSMA (1963) *apud* HOLDICH & REEVE (1988), GOVIND & ATWOOD (1982) e PAGE (1982) estudaram a morfologia interna do exoesqueleto e musculatura somática de *Procambarus clarkii*.

CHAPPLE (1982) escreve sobre as fibras musculares que são utilizadas nas sinapses neuromusculares e VOGT (2002) confronta a musculatura com o tipo de movimento desempenhado.

h) Sistema Endócrino

NAKATANI & OTSU (1979) estudaram o intervalo da muda e a taxa de crescimento do lagostim *Procamarus clarkii* durante cinco mudas consecutivas.

Conforme os estudos de COOKE & SULLIVAN (1982) e LOCKWOOD (1968), processos fisiológicos do desenvolvimento em crustáceos são controlados por hormônios dos quais suas investigações se detêm em três tipos produzidos pelo sistema endócrino: neurohormônios, hormônios produzidos pelas glândulas androgênicas e ovário e os feromônios.

GORGELS-KALLEN *et al.* (1982) examinaram pedúnculos oculares de astacídeos *Orconectes limosus* Raff., *Nephrops norvegicus* e *Homarus gamarus* e do palinuro *Palinurus vulgaris* com um anti-soro agonista purificado do hormônio hiperglicêmico de crustáceos (CHH) da espécie de astacídeo *Astacus leptodactylus* (Nordmann, 1842). FINGERMAN (1995) comparou as taxas de neurotransmissores e neuromoduladores envolvidos na liberação hormonal de lagostins e VOGT (*op cit.*) identificou quimicamente os hormônios produzidos nos lagostins.

OBJETIVOS

Este trabalho visa, primeiramente, conhecer e descrever aspectos ainda não estudados e pouco conhecidos da organização morfológica interna e externa do lagostim continental *Parastacus brasiliensis* (von Martens, 1869), endêmico no Brasil meridional.

Pela comparação das informações reunidas sobre a morfologia de *P. brasiliensis* com aquela de outras espécies de lagostins já estudados, visa-se ampliar o conjunto de caracterizações diferenciais, inclusive com vistas a futuras investigações de natureza evolutiva.

Com vistas à sua possível adoção como modelo para atividades didáticas e experimentais, em laboratório, pretende esta investigação reunir informações básicas sobre a morfologia geral da espécie e mais do que isto, testar e propor técnicas adequadas para trabalhos de natureza morfológica.

MATERIAL E MÉTODOS

Os animais utilizados no presente estudo foram coletados, majoritariamente, nas cabaceiras do Rio Gravataí, mais precisamente na nascente do Arroio Mineiro, na localidade de Fazenda Fialho, Município de Taquara (29° 46'S – 50° 53'W), Estado do Rio Grande do Sul, Brasil (Fig. 2).

Para a captura dos animais utilizou-se armadilhas de tubo de PVC com 50 mm de diâmetro e 20 cm de comprimento com grade de entrada em arame ou tela de latão criadas e adotadas por FONTOURA & BUCKUP (1989 a,b) (Fig. 3). Para atrair os animais foram colocadas no interior das armadilhas iscas de charque ou fígado de galinha. O funcionamento da armadilha está baseado na portinhola de entrada do tubo plástico, que permite apenas a entrada do animal, travando-se na tentativa de saída.

Sabendo-se por pesquisas anteriores (FONTOURA & BUCKUP, 1989 a,b) que *Parastacus brasiliensis* tem hábitos noturnos, ou seja, sai de suas galerias subterrâneas para deslocar-se pelo corpo d'água em busca de alimento, apenas após o pôr-do-sol, as armadilhas foram instaladas no final da tarde, ficando submersas em locais de fluxo d'água para favorecer a expansão dos aromas atrativos das iscas nas armadilhas. Na manhã seguinte, os animais capturados foram recolhidos e trazidos em um recipiente com água do local, ao Laboratório de Carcinologia do Departamento de Zoologia da UFRGS, onde foram mantidos em aquários de cultivo para posterior manipulação.

Os animais destinados à dissecação foram anestesiados com clorofórmio em concentração moderada para ensejar a manutenção dos batimentos cardíacos, tendo em vista o processo de perfusão adiante referido. Os espécimes foram dissecados conforme técnica sugerida por MATTHES (1952). Primeiramente, com uma tesoura própria para dissecação, realizam-se dois cortes longitudinais, desde

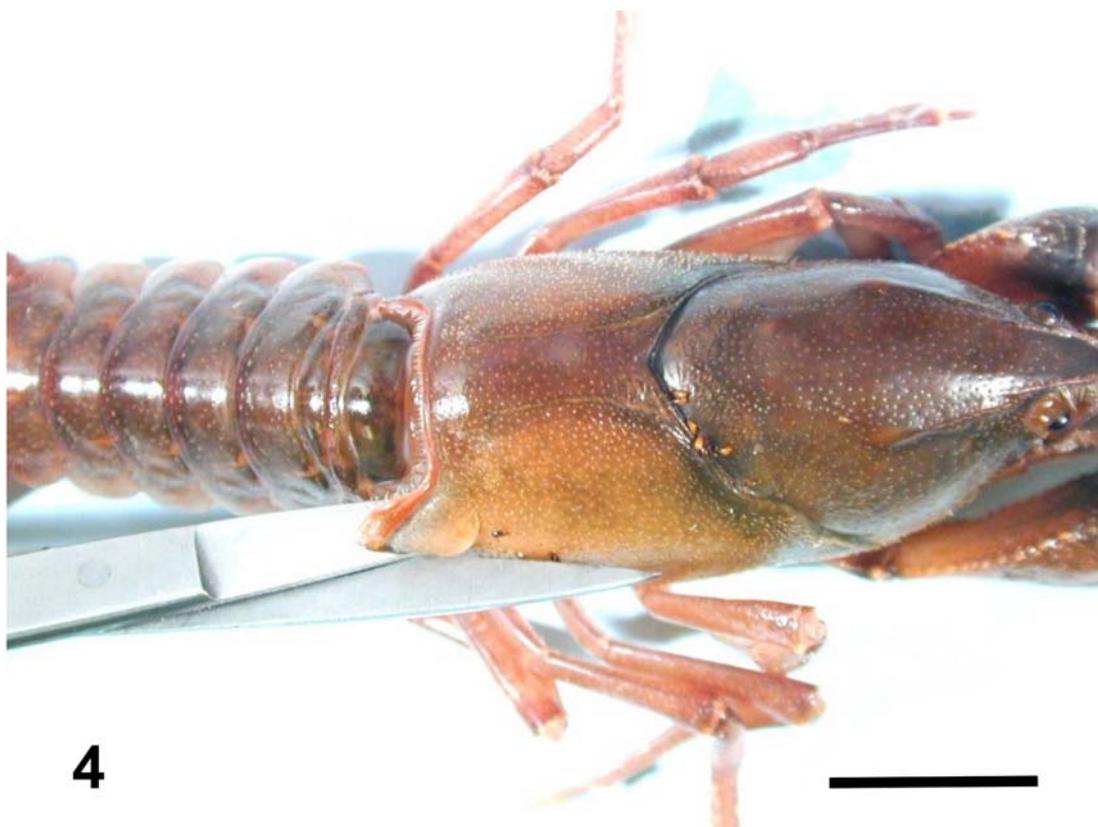
MATERIAL E MÉTODOS

borda posterior da carapaça até as órbitas na margem anterior da carapaça, em sentido paralelo aos sulcos branquiocardiácos, situados na região dorsal do tórax (Figs. 4 e 5). Estes cortes longitudinais convergem, na altura das órbitas, para uma incisão transversal. Após, fixa-se com uma pinça a borda posterior da carapaça e, com auxílio de uma tesoura para íris e agulhas histológicas, separa-se esta dos tecidos subjacentes (Figs. 6 e 7). Posteriormente, as duas placas laterais, que cobrem as cavidades branquiais são removidas (Figs. 8 e 9). Para a retirada das placas que cobrem a região dorsal do abdome também faz-se dois cortes laterais ao longo deste e um corte transversal no último somito (Fig. 10). Após, à semelhança dos procedimentos adotados no cefalotórax, com auxílio de tesoura e pinça, retiram-se as placas dorsais (Fig. 11).



Fig. 2: Local de coleta. Município de Taquara, RS.

Fig. 3: Armadilha de PVC utilizada para a captura dos animais.



4



5

Figs. 4-5: *Parastacus brasiliensis*. Orientação dos cortes do exoesqueleto. (barra: 10 mm)

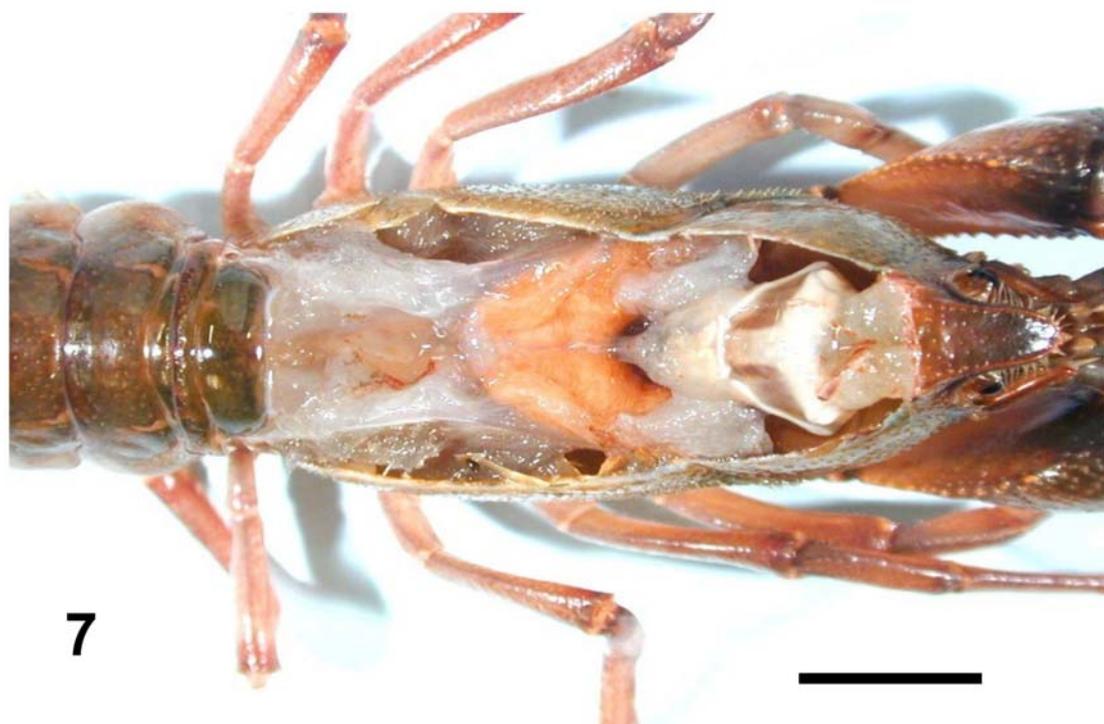


Fig. 6: *Parastacus brasiliensis*. Remoção da placa dorsal do cefalotórax. (barra: 10 mm); **Fig. 7:** *Parastacus brasiliensis*. Primeira vista dos órgãos internos após ser retirada a placa dorsal cefalotorácica. (barra: 10 mm).



Fig. 8: *Parastacus brasiliensis*. Remoção do branquistegito. (barra: 10 mm);
Fig. 9: *Parastacus brasiliensis*. Vista das brânquias sem o branquistegito.
(barra: 10 mm).



Fig. 10: *Parastacus brasiliensis*. Corte das placas abdominais dorsais. (barra: 10 mm); **Fig. 11:** *Parastacus brasiliensis*. Remoção das placas abdominais dorsais. (barra: 10 mm).

A morfologia externa foi representada graficamente com auxílio de câmara clara adaptada ao microscópio estereoscópio, modelo SV 8 da “Carl Zeiss” do Laboratório de Crustáceos.

O exame e a documentação óptica microeletrônica foram implementados com o apoio do Centro de Microscopia Eletrônica da UFRGS.

Para análise em microscopia eletrônica de varredura utilizou-se a técnica adaptada de SCOTTO (1980) e FELGENHAUER (1987). Primeiramente as estruturas dissecadas a serem analisadas foram fixadas em formalina tamponada a 10%. Após foi feita a fixação secundária, onde o material fixado primariamente é lavado com água destilada e fixado novamente em tetróxido de ósmio a 2% em solução de tampão fosfato por duas horas. Seguem-se a seguir, três banhos de água destilada (cinco minutos cada). Para a remoção de tecidos aderidos colocou-se o material em imersão em KOH a 15%, por doze horas em temperatura ambiente. A desidratação constitui-se de três banhos, de cinco minutos cada, em água destilada, e sucessivos banhos em álcool etílico nas concentrações 25%, 50%, 70%, 80%, 95% e 100%. Adotou-se dois banhos de cinco minutos em cada concentração de álcool etílico. Após, o material foi imerso em solução álcool etílico-acetona, na proporção de 1:1 e, após cinco minutos, colocado em acetona pura por mais cinco minutos e logo após feita a secagem em ponto crítico, no aparelho BALTEC, modelo CPD 030. A seguir, montou-se o material sobre fita autocolante dupla face em suporte de alumínio. A metalização em ouro foi feita no SPUTTER COATTER SCD 050 BALTEC. Por fim, observou-se o material no microscópio eletrônico de varredura, aparelho de marca JEOL, modelo JSM 5800.

Os resultados documentados do estudo são apresentados em forma de fotografia.

Para o estudo do sistema circulatório realizou-se a técnica de perfusão. Anestesiou-se o animal colocando-o em um recipiente com um chumaço e algodão embebido em clorofórmio. Com o animal anestesiado, retirou-se a placa dorsal da carapaça cefalotorácica, como descrito anteriormente e foram amputados os pereiópodos junto ao coxopodito visando neutralizar a pressão corporal interna que impede a distribuição da resina pelo sistema vascular do animal, já que se trata de um sistema aberto.

Para a perfusão utilizou-se uma resina polimerizante comumente chamada Látex de Sapateiro (Látex 2001), diluída em água destilada (1:1) e corada com corante de cor vermelha da marca Suvinil para tinta plástica. Com auxílio de uma seringa e agulha hipodérmicas de 1ml injetou-se a resina diretamente no coração, ainda pulsando.

O sistema circulatório, após corado, foi fotografado com máquina fotográfica digital marca NIKON, modelo CoolPix 995.

A classificação das setas foi feita conforme THOMAS (1970), tendo sido considerados como elementos fundamentais para a determinação dos tipos de setas a presença ou ausência de septo basal, presença ou ausência de anulação e tipo de expansões cuticulares da haste setal.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

I. MORFOLOGIA EXTERNA

a) Setas

Em *P. brasiliensis* foram encontradas treze tipos diferentes de setas, que foram assim classificadas:

1- Seta simples (Fig. 12) (sinônimo: “acuminate setae”, “rod setae”, “papillate setae”, segundo THOMAS (1970)): desprovida de projeções cuticulares. Anulação é evidente na região mediana da haste ou está situada a 1/3 da base. São setas muito variáveis no comprimento e espessura. Não apresentam septo basal.

2- Seta gancho (Fig. 13) (“Hamate setae” segundo THOMAS (1970)): desprovida de projeções cuticulares. Muito pequena quando comparada com outras setas. Não apresentam septo basal.

3- Seta dentiforme (Fig. 14) (“Tooth setae” segundo THOMAS (1970)): setas robustas. Estão inseridas de forma oblíqua ao eixo longitudinal do segmento. Não apresentam septo basal.

4- Seta cuspidada (Fig. 15): setas robustas, com anulação basal. Não apresentam septo basal.

5- Seta conada (Fig. 16): setas pequenas (curtas) anulação basal distinta.

6- Estetascos (Fig. 17): a anulação é bem evidente no terço proximal. Não apresentam septo basal. Na região apical a parede (cutícula) é muito fina.

7- Seta plumosa (Fig. 18): setas longas com sétulas que se dispõem da base até o ápice arranjadas em 2 fileiras opostas, em ângulo aproximado de 180°. Com septo basal proeminente. Anulação difícil de ser visualizada.

8- Seta paposa (Fig. 19): sétulas que se dispõem aleatoriamente em torno da haste. O comprimento varia de acordo com a localização. Com septo basal. Anulação difícil de visualizar.

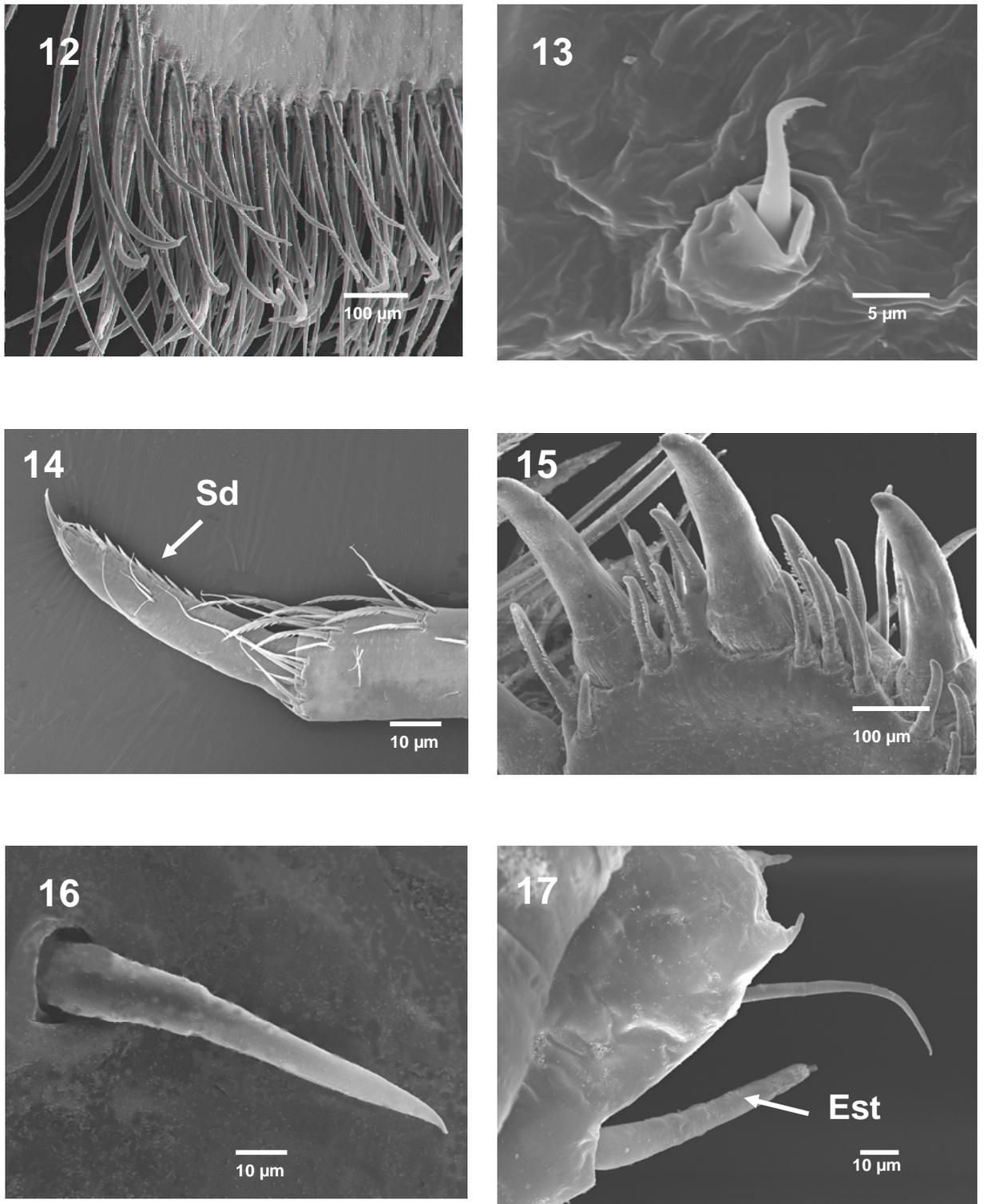
9- Seta serrada (Fig. 20): possuem 2 fileiras opostas de dentículos. A anulação é evidente e o septo basal está presente. Existe uma grande variedade de tamanhos e formas das denticulações. Os dentículos podem começar logo após a anulação ou ser apicais, podem ser robustos ou não, dependendo da localização da seta.

10- Seta multidenticulada (Fig. 21): são mais longas que as serradas. Dentículos distantes da anulação, pequenos e distribuídos em várias fileiras. Os dentículos apresentam projeções na parte distal. Anulação evidente aproximadamente na região mediana da haste.

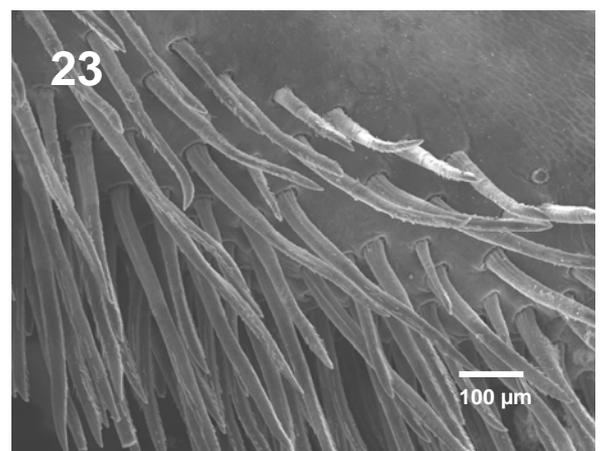
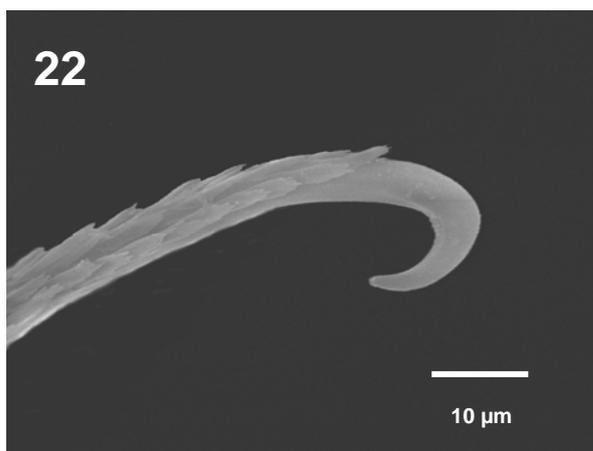
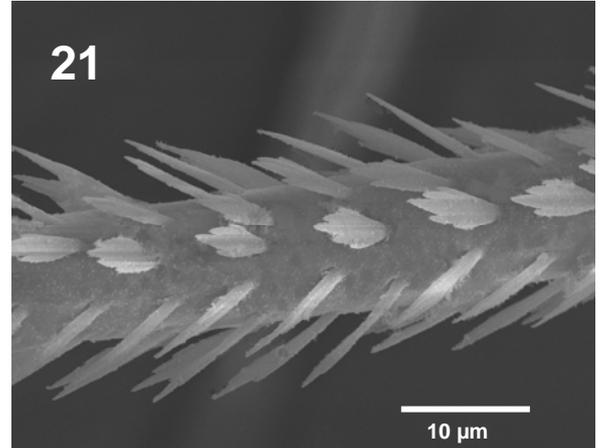
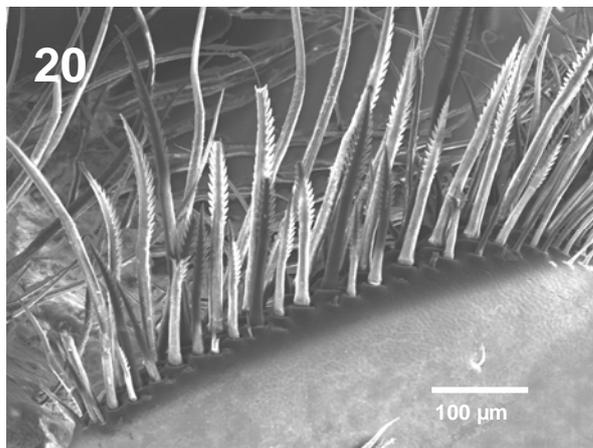
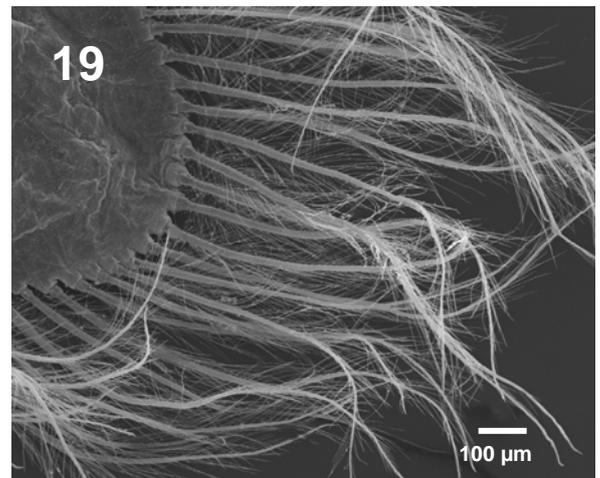
11- Seta plumodenticulada: sétulas ocorrem na região pré e pós-anular, na região apical ocorrem denticulações. Anulação não é visível em todas as setas. Septo basal presente.

12- Setobrânquias (Fig. 22) (forma similar a multidenticulada): são muito longas e afiladas (7-8 mm de comprimento). Anulação evidente, próximo à metade da haste. Dentículos ocorrem logo após a anulação e apresentam projeções na região distal. O ápice é mais fino, liso e recurvado.

13- Seta “Teazel” (Fig. 23): anulação evidente na região mediana da haste. Dentículos alongados ocorrem após a anulação.



Figs. 12-17: Setas de *Parastacus brasiliensis*. (12: setas simples; 13: seta gancho; 14 (Sd): setas dentiformes; 15: setas cuspidadas; 16: seta conada; 17 (Est): estetasco).



Figs. 18-23: Setas de *Parastacus brasiliensis*. (18: setas plumosas; 19: setas paposas; 20: setas serradas; 21: seta multidenticulada; 22: setobrânquia; 23: setas “teazel”).

As setas de *P. brasiliensis*, assim como o observado por THOMAS (1970, 1973) em *Autropotamobius pallipes*, apresentam uma grande variedade de tipos morfológicos e padrões de distribuição pela superfície dos apêndices.

Existem setas que se encontram amplamente distribuídas nos apêndices e que apresentam variações de comprimento conforme a localização, como as setas simples, as setas serradas e as setas paposas; setas com distribuição restrita e de tamanho uniforme, como as setas gancho, os estetascos as setas dentiformes e as setas conadas. No dactilopodito do segundo maxilípodo ocorre um tipo especial de seta cuspidada com dentículos que encontra-se associada a setas cuspidadas lisas e maiores, bem como no estatocisto da 1ª antena, onde existem tipos especiais de setas paposas, concordando com as observações de THOMAS (1970) em *A. pallipes*.

Apesar de se tratar de um lagostim europeu da família Astacidae, o padrão de distribuição das setas de *A. pallipes* descrito por THOMAS (*op cit.*) é semelhante ao encontrado em *P. brasiliensis*. Entretanto, algumas diferenças foram constatadas, como a ausência de setas serradas (chamadas de serruladas por THOMAS (*op cit.*)) no basipodito e coxopodito do primeiro maxilípodo e primeira maxila onde foram encontradas setas plumodenticuladas e multidenticuladas. Outra diferença encontrada foi a presença de setas multidenticuladas no basipodito da primeira maxila, que não foram mencionadas por aquele autor. Um fato a ser considerado, é que THOMAS (*op cit.*) fez suas descrições baseado em microscopia óptica, diferentemente das que foram feitas por nós, utilizando microscopia eletrônica de varredura.

b) Tagmas

De uma maneira geral, a anatomia externa de *P. brasiliensis* é bastante similar ao que foi descrito por MATTHES (1952) para *Astacus fluviatilis*.

A carapaça que reveste o cefalotórax é fusionada na parte dorsal do tórax e se estende sobre a superfície lateral onde é chamada branquiostegito, que cobre as brânquias. A região da carapaça sobre o coração (região cardíaca ou aréola) é delimitada pelos sulcos branquiocárdicos, que correm paralelos entre si e perpendiculares ao sulco servical. Esse sulco servical é transversal e marca a divisão entre o céfalo e o tórax. MATTHES (*op cit.*) em suas descrições já havia documentado a presença desses sulcos. No entanto, eles não possuem na carapaça outro tipo de sutura. A ausência de uma sutura mediana longitudinal ou sulco espiniforme, foi usado por HOBBS (1988) para caracterizar morfológicamente os parastacídeos sul-americanos.

O cefalotórax consiste de dois tagma: o procéfalo onde se alojam as antênulas, antenas e olhos e o gnatotórax, que carrega as peças bucais.

A porção anterior da carapaça é dotada de um rostro que pode ser espatulado ou de contorno triangular que se projeta até aproximadamente a extremidade distal do penúltimo segmento da antena. O rostro de *A. fluviatilis*, conforme MATTHES (*op cit.*), termina com uma extremidade mais afilada, em forma de espinho.

De cada lado do rostro há uma concavidade formando os seios orbitais. Duas saliências paralelas se prolongam na superfície cefalotorácica. Partem entre a região basal do rostro e o seio orbital em direção ao sulco cervical, formado as carenas pós-orbitais e desaparecem a uma meia distância entre as órbitas e o sulco cervical.

Pequenas setas paposas cobrem toda a extensa borda da carapaça e estão mais concentradas nas bordas do rostro. Localizam-se também no sulco cervical, nas extremidades laterais. Toda a superfície da carapaça é dotada de pequeníssimas concavidades de onde partem setas paposas e simples de tamanho muito reduzido. Nas faces antero-laterais da carapaça essas concavidades seguem-se a pequenos tubérculos. VOGT (2002) relata a presença dessas concavidades chamando-as “*pit-organs*”. De acordo com aquele autor, tais estruturas são receptores hidrodinâmicos de ordem sensória que estão presentes, além da carapaça, no abdome, telso, quelípodos e pereiópodos, como também pudemos notar em *P. brasiliensis*.

Os olhos são pedunculados e se encaixam perfeitamente no seio orbital, entre o rostro e a base da antena (Fig. 24).

O abdome é formado por seis segmentos sub-iguais que sofrem uma discreta diminuição na largura a partir do segundo segmento. Não tem tubérculos ou espinhos mas é coberto de pequenas concavidades idênticas às distribuídas na carapaça do cefalotórax. A pleura do primeiro segmento abdominal é mais reduzida que as outras e está parcialmente encoberta pela pleura do segundo segmento. No segmento abdominal mais distal estão inseridos o telso e os urópodos, que formam o leque caudal (Fig. 25). Toda a superfície marginal das pleuras carrega pequenas setas paposas, que cobrem de maneira mais densa as margens laterais. Nesta região, essas mesmas setas ganham um tamanho maior.

Ventralmente, encontramos os pleópodos, distribuídos do segundo ao quinto segmento abdominal (Fig. 26). KAESTNER (1980) afirma que a extensa segmentação do corpo e a presença de apêndices em todos os metâmeros dá a muitos

decápodos uma aparência primitiva. Escreve também que os metâmeros do tórax são fusionados e imóveis e que decápodos alongados têm abdome bem segmentado e um leque caudal. A cauda é usada para locomoção e consiste de um telso com urópodos.

A placa esternal está estruturada por esternitos fusionados do primeiro ao quarto par de pereiópodos, providos por uma série de projeções. O esternito do quinto par é livre. Uma quilha mediana bastante estreita se estende da região anterior do coxopodito do primeiro pereiópodo até a base do coxopodito do quarto pereiópodo. Termina nessa região para reaparecer como um pequeno sulco entre os processos laterais do quinto par de pereiópodos. Processos laterais são pares de placas fortes, de projeções aladas que se situam na região pósteromediana dos coxopoditos do primeiro ao quinto par de pereiópodos. Esses processos laterais sofrem um declarado aumento de tamanho conforme se aproximam dos pares de patas mais distais, sendo que o quarto e quinto pares de pereiópodos possuem um contorno triangular. Nos coxopoditos do primeiro par de pereiópodos são pouco notadas, já no quinto par de patas forma um par de placas bastante robusto. De localização pósterodorsal aos processos laterais do quarto par de pereiópodos há um par de bulbos proeminentes, o que HOBBS (1987) em sua revisão dos Astacoides chamou de “*lobe bulbar*” (Fig. 27). Os esternitos, via de regra, são mais estreitos do que os do abdome, o que está de acordo com nossas observações sobre *P. brasiliensis* e que também concordam com os trabalhos de HOBBS (1987) que descreve o esternito XIV (do quinto pereiópodo) como único esternito livre da placa.

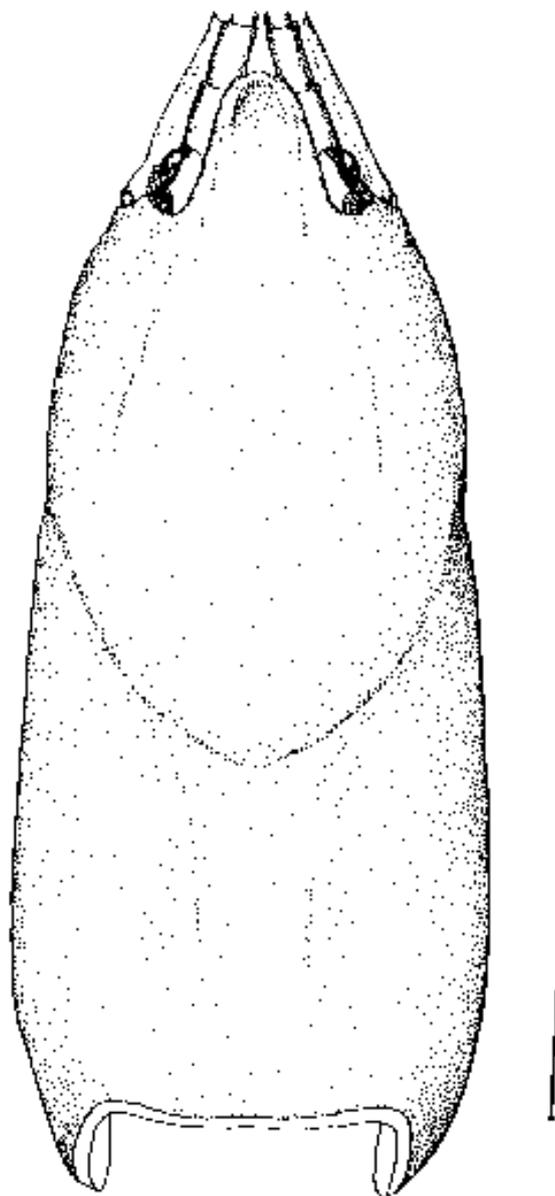


Fig. 24: *Parastacus brasiliensis*. Vista dorsal do cefalotórax. (barra: 5 mm).

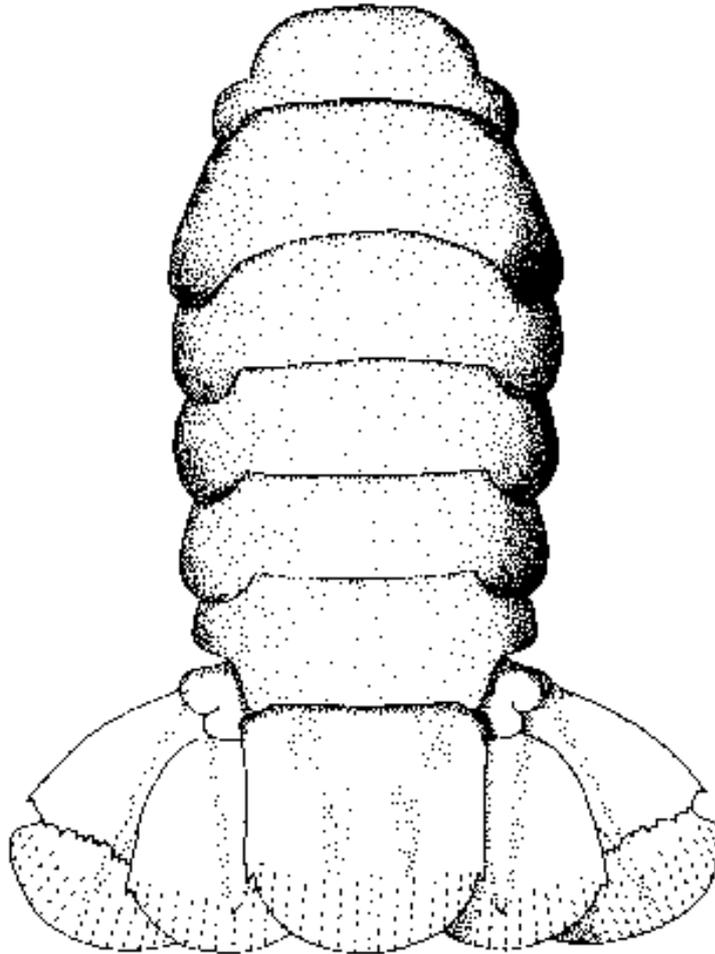


Fig. 25: *Parastacus brasiliensis*. Vista dorsal do abdome.

(barra: 5 mm).

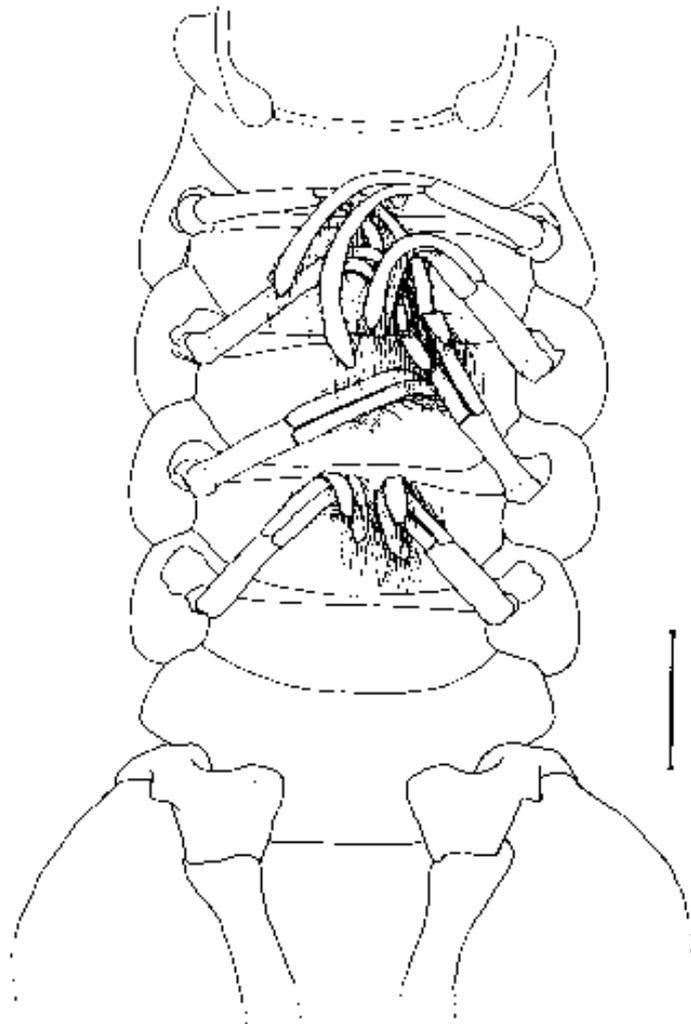


Fig. 26: *Parastacus brasiliensis*. Vista ventral do abdome.

(barra: 5 mm).

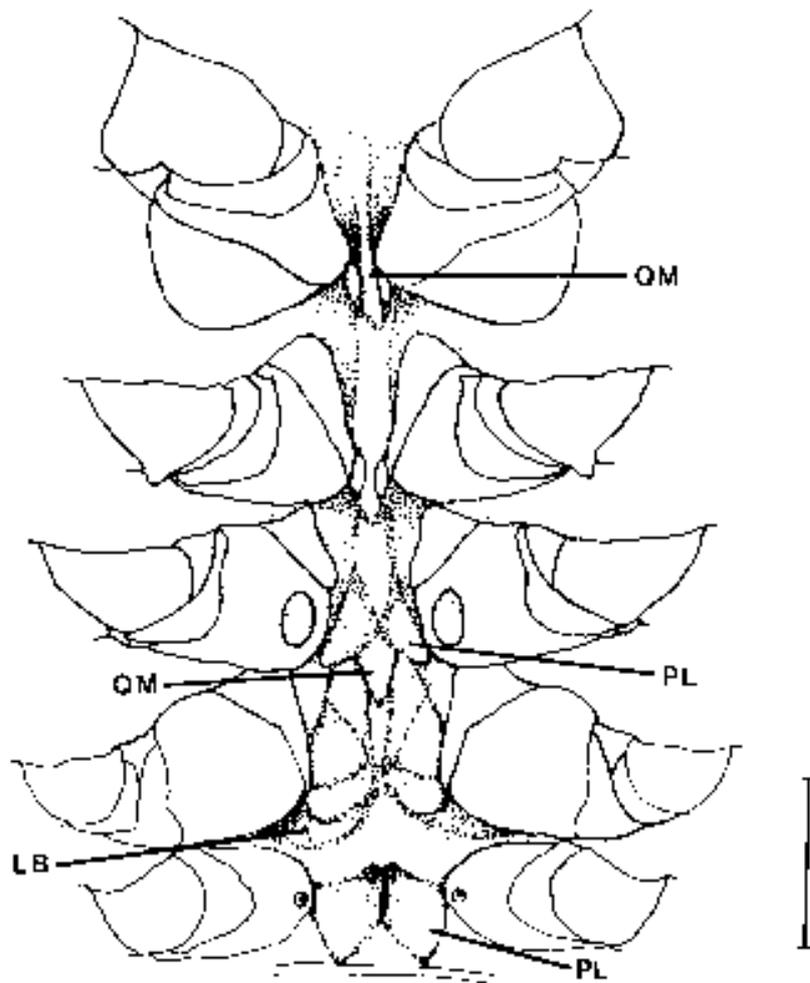


Fig. 27: *Parastacus brasiliensis*. Vista ventral da região torácica.(QM: quilha mediana, PL: processos laterais, LB: lobo bulbar). (barra: 5 mm).

c) Apêndices

Os apêndices de *P. brasiliensis* são compostos de uma parte basal, o protopodito (formado pela junção da coxa com a base) de onde partem dois ramos, um externo, exopodito e outro interno, endopodito, estando de acordo com o proposto por McLAUGHLIN (1982) para todos os crustáceos. Os pereiópodos dos Malacostraca geralmente possuem cinco artículos formando o endopodito – ísquio, mero, carpo, própodo e dáctilo, confirmados em *P. brasiliensis*. Vários estudos comparativos entre crustáceos utilizando apêndices bucais foram desenvolvidos, pois eles estão diretamente ligados ao tipo de alimentação utilizada por esses animais, podendo refletir os vários tipos de interações e o próprio modo de vida adotado por eles.

ANTÊNULAS ou 1^{as}. ANTENAS (Fig. 28):

Formadas por 3 artículos (protopodito triarticulado). O segmento basal é o de maior tamanho, com contorno retangular. Aloja em sua região centro-basal (face dorsal da peça) o estatocisto, órgão que se abre ao exterior através de um pequeno orifício. Nesta região, a superfície entre as margens laterais é profundamente escavada. Ao redor do orifício, encontram-se numerosas setas paposas muito pequenas. Sua margem oral possui setas paposas na região basal e distal. Na margem aboral também há setas paposas em toda a extensão, mas na região distal encontra-se um pequeno grupo (10-12) de setas multidenticuladas. Na face ventral da peça, próximo à margem oral mediana, aparece um pequeno espinho. Os trabalhos de HUXLEY (1879) e MATTHES (1952) já faziam descrições do estatocisto, como sendo o órgão do equilíbrio. VOGT (2002) diz que os estatocistos são sensíveis a vibrações de frequência muito alta, que pode variar até

2000Hz. Baseado em investigações feitas com o lagostim *Orconectes limosus*, afirma que os lagostins não só podem usar seus estatólitos para a percepção da gravidade como também para sentir o som.

O artigo central, de tamanho intermediário aos outros dois, tem um formato mais cilíndrico e suas margens são cobertas por setas paposas, que aumentam de tamanho conforme a proximidade da extremidade distal, onde são bastante longas, principalmente na margem apical oral. Na margem apical aboral encontra-se também um grupo de setas simples, entre as paposas, que se destacam por serem mais longas que as demais.

O artigo distal é o de menor tamanho com formato cilíndrico-globoso. Possui suas margens cobertas por setas paposas a partir da região mediana. Na região oral-apical essas setas são bastante alongadas e na margem contrária há um pequeno grupo (7-8) de setas simples, que também se situam entre as paposas, mas são de tamanho bem menor que as do artigo anterior. Do ápice deste artigo partem dois flagelos multissegmentados; um externo (exopodito) maior (59-66 segmentos) e um menor (41-47), de localização mais interna (endopodito). No flagelo externo, até dois terços da base, há de 1 a 3 estetascos em cada segmento, distribuídos sempre nas margens apicais e esse número aumenta na porção mais distal do flagelo para grupos de até 6. Pequenas setas simples também podem estar localizadas entre os estetascos. MATTHES (1952) escreve que no flagelo externo, apêndices em forma de sedas representam receptores do sentido olfatório, o que não foi possível testar em nossas pesquisas. No flagelo interno, os segmentos são mais delgados. Em cada segmento notam-se pequenas setas simples que podem variar em número de 1 a 4 nos primeiros dois terços do flagelo e até 6 nos mais apicais.

Os estetascos da antena já haviam sido notados por vários autores (HUXLEY, 1879; MATTHES, 1952; THOMAS, 1970 entre outros). VOGT (2002) escreve que são mecanorreceptores que reagem a vibrações de água muito fracas.

HODGSON (1958) e THOMAS (*op cit.*) verificaram o uso de estruturas especializadas para a detecção de alimentos, como as setas localizadas na face externa dos flagelos antenulares.

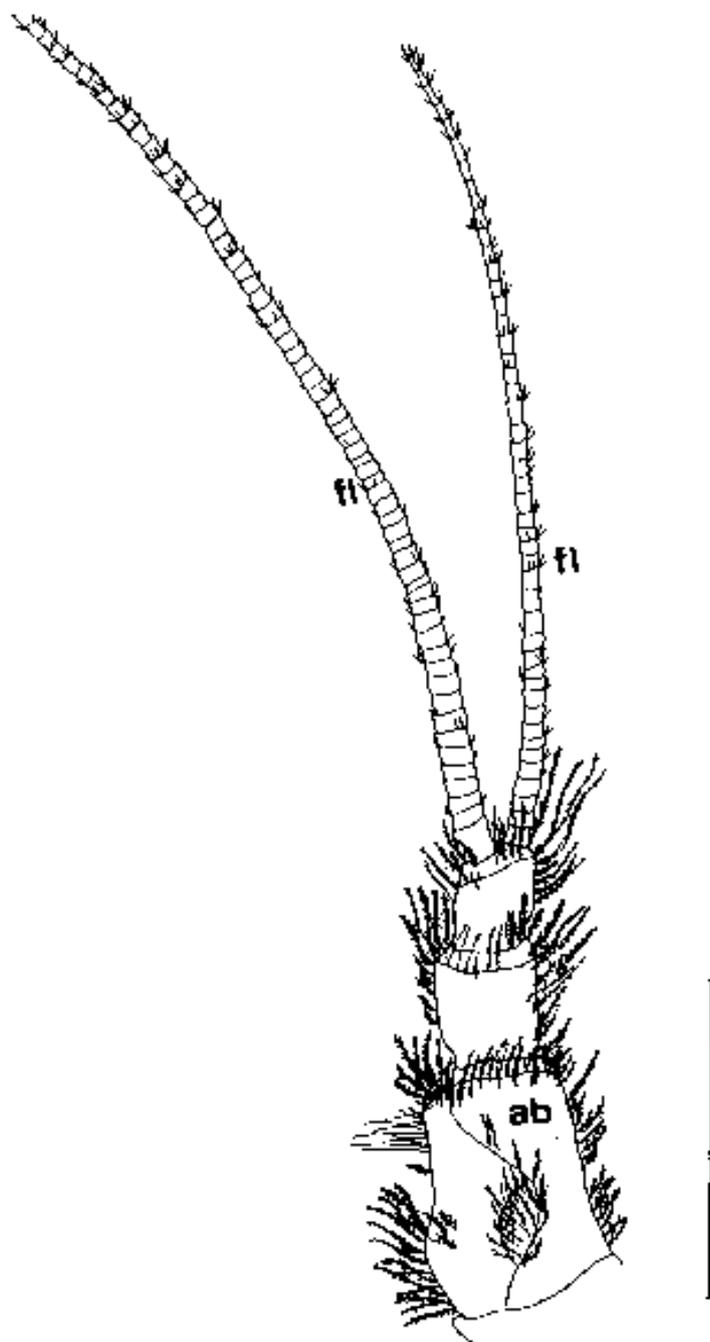


Fig. 28: *Parastacus brasiliensis*. Face dorsal da primeira antena.(ab: artículo basal, fl: flagelo).(barra: 5 mm)

ANTENAS ou 2^{as}. ANTENAS (Fig. 29):

Coxa e base fusionados, formando um artículo basal grande e assimétrico. Setas paposas estão presentes na margem médio-distal interna do protopodito. O exopodito da antena tem uma forma foli cea achatada dorsoventralmente formando a escama antenal. A margem externa   retilínea, bastante rígida e termina formando um espinho robusto. Pequenas setas simples se distribuem por toda a extensão dessa margem. Margem interna convexa, coberta por um grande número de setas plumosas longas com densidade de até 8 setas por milímetro de margem. Em *A. fluviatilis* essa escama antenal possui uma forma mais triangular e obtusa (MATTHES, 1952).

Endopodito bissegmentado. Artículo proximal subcil ndrico com um grupo de setas ocupando a margem oral a partir do terço distal da peça. Artículo distal com pequenas setas paposas sobre suas laterais e tufos de maior tamanho em toda sua margem apical. Deste artículo parte o flagelo antenal, multissegmentado, muito longo, podendo conter mais de cem pequenos segmentos. A maioria dos segmentos do flagelo é dotada de pequeníssimas setas simples, 1-3 em cada uma das margens laterais.

HUXLEY (1879) descreve as antenas como principal órgão de tato dos lagostins. MATTHES (*op cit.*) nota que, no seu primeiro artículo, que é curto e largo, observa-se uma elevação amarelada que nos indica a abertura da glândula antenal, importante órgão de excreção dos lagostins, concordando com o observado para *P. brasiliensis*. HOLDICH (2002) complementa a respeito das antenas e antênulas que estão principalmente envolvidas com a quimiorrecep o para o reconhecimento sexual.

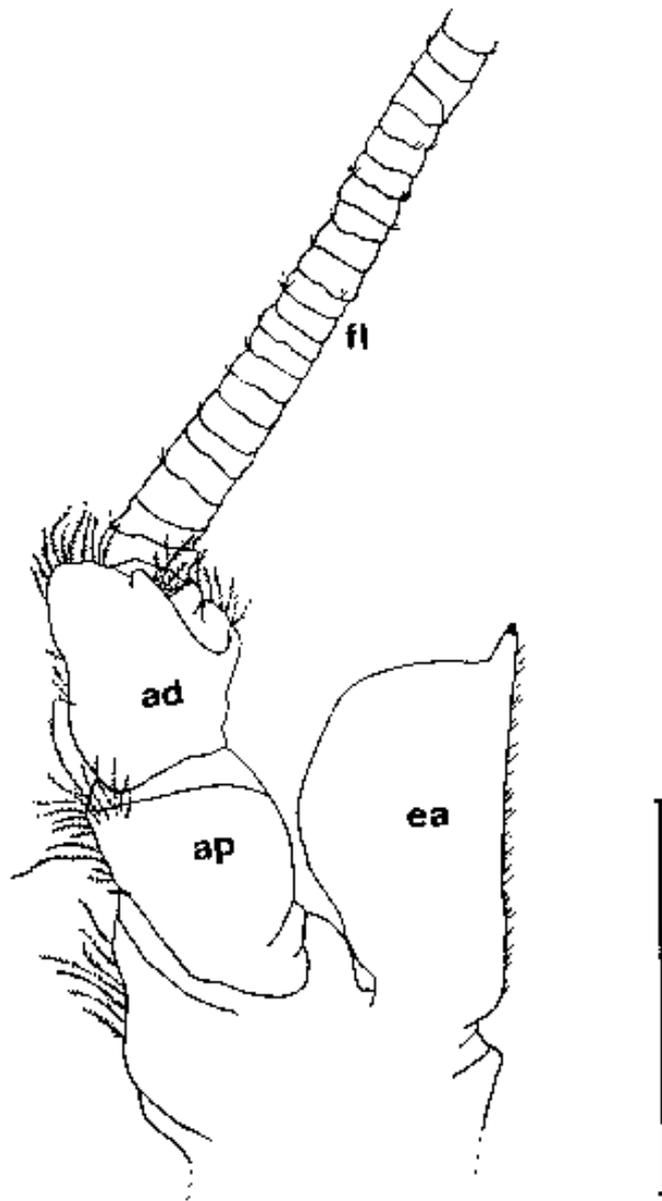


Fig. 29: *Parastacus brasiliensis*. Face dorsal da segunda antena. (ad: artículo distal, ap: artículo proximal, ea: escama antenal). (barra: 5 mm)

MANDÍBULAS (Fig. 30)

A mandíbula possui um processo incisivo muito esclerotinado e com nove dentes robustos e assimétricos. No processo molar notam-se três dentes, também fortes e assimétricos. A superfície do processo incisivo (superfície aboral da peça) tem algumas setas multidenticuladas bastante espaçadas localizadas na região mais posterior formando um pequeno tufo na região marginal anterior, próximo à localização dos dentes. O palpo mandibular é trissegmentado. No artigo basal, dois tufos de setas paposas se destacam nas regiões marginais médio-distais. No artigo mediano, um grande emaranhado de setas paposas de menor tamanho se situa na margem externa, junto ao ponto de inserção com o artigo basal, formando um grande tufo. Em todo o restante dessa margem existem pequenas setas paposas bastante esparsas. Na margem oposta, porção apical, também há um tufo de setas paposas de tamanho médio. O artigo distal do palpo mandibular na sua região de inserção, tem um tufo de setas paposas e todo o restante das margens (com exceção de uma pequena porção da margem inferior externa) é densamente coberta por robustas setas “teazel”. A descrição e presença dessas setas no palpo mandibular também foi citado por THOMAS (1970) para *A. pallipes*.

O estudo dos decápodos por WALES (1982) mostra que de uma forma longínqua eles são predadores possuindo habilidades para manipular e mastigar grandes partículas de alimento. A ação das mandíbulas é para reduzir partículas para um tamanho adequado para a ingestão. Em *Homarus gammarus* (Linnaeus, 1758), essas peças possuem processos para esmagar e raspar e movimentos mastigatórios normais com ação coordenado aos demais apêndices alimentares. Uma considerável variação pode ocorrer dentro dos decápodos, como a presença ou ausência do palpo mandibular e para Anomura e Brachyura os

processos incisivo e molar geralmente são indistintos (McLAUGHLIN, 1982). FELGENHAUER & ABELE (1985) verificaram que a presença de um grande processo molar nas mandíbulas não indica necessariamente uma grande habilidade esmagadora e que presumivelmente essa característica está presente em muitos crustáceos primitivos.

De acordo com o trabalho desenvolvido por FARMER (1974) que compara o desenvolvimento do aparato de alimentação nos decápodos, descrevendo o desenvolvimento e metamorfose das mandíbulas e do estômago, os Caridea são o único grupo no qual as mandíbulas mastigatórias são retiradas depois da metamorfose. Nos Astacidea, Thalassinidea e Palinura, não há mandíbulas cortantes mesmo nos estágios larvais. As larvas têm uma mandíbula raspadora recortada típica de estágios pós-larvais. Todos os outros decápodos, Dendrobranchiata, Anomura e Brachyura parecem seguir um padrão similar: mandíbulas mastigatórias são presentes nas larvas mas não nos estágios pós-larvais. A função de mastigação se transfere das mandíbulas para o estômago na metamorfose. Mudanças no desenvolvimento do aparato alimentar correspondem a alterações no comportamento, habitat e dieta que ocorrem na metamorfose.

De acordo com WARNER (1977) os apêndices cefálicos de decápodos seguem um padrão usual. A base de cada mandíbula é alargada e suporta uma forte margem cortante; o exopodito é bem menor e o endopodito é reduzido a um palpo.

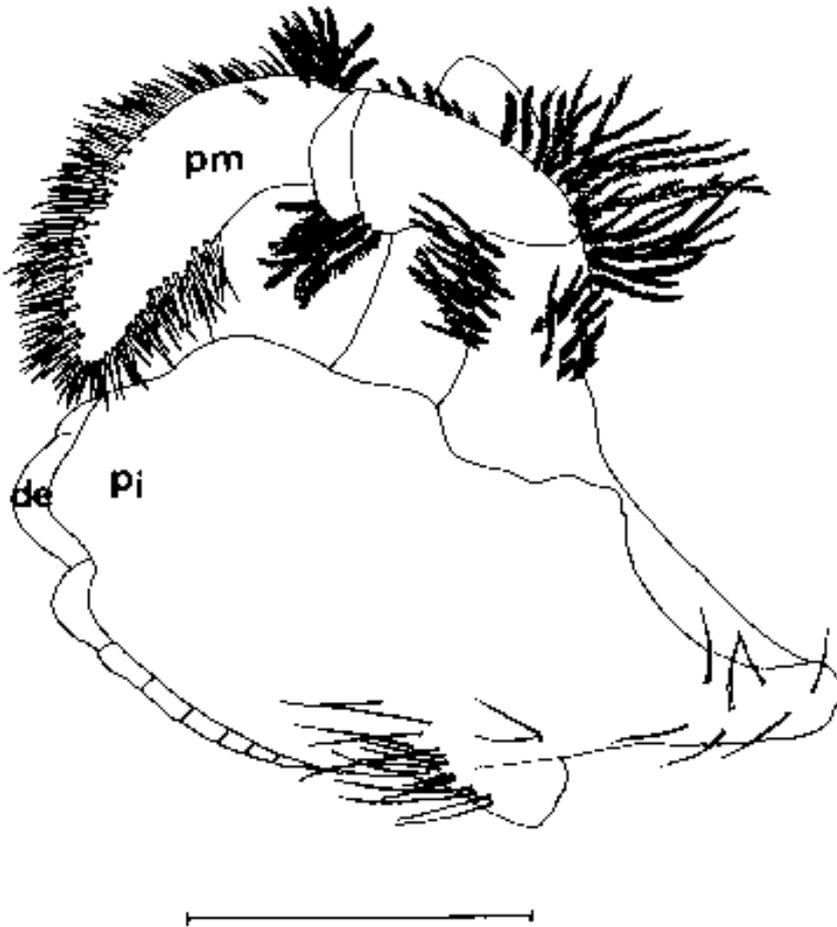


Fig. 30: *Parastacus brasiliensis*. Vista aboral da mandíbula. (de: dentes, pi: processo incisivo, pm: palpo mandibular). (barra: 3 mm)

PRIMEIRAS MAXILAS (Fig. 31)

São as menores peças bucais. O endopodito é afilado e bissegmentado. O segmento distal leva em seu ápice, seis a sete setas cuspidadas e ao longo do segmento cerca de dez plumodenticuladas se distribuem espaçadamente. Na região apical do segmento, junto ao ponto de inserção com o próximo segmento, na margem interna, há um pequeno grupo de setas serradas. Poucas setas multidenticuladas longas se localizam na margem oral. Na sua margem aboral, na região basal, um denso tufo de setas paposas está localizado. O protopodito é formado por basipodito e coxopodito bem definidos. O basipodito é bem mais robusto. Sua margem aboral é coberta por longas setas multidenticuladas a partir da região médio-distal. Em toda a extensão da margem oral notam-se longas setas plumodenticuladas. Percebe-se também a presença de setas multidenticuladas na região mais basal do artículo. Toda a margem apical do basipodito é densamente ocupada por setas cuspidadas bastante robustas e toda a superfície deste endito dotada de setas plumodenticuladas. THOMAS (1970) encontrou no basipodito de *A. pallipes* setas do tipo serradas (chamadas por ele de serruladas), que não são observadas em *P. brasiliensis* nesta região. Já a presença das longas setas multidenticuladas que foram notadas no basipodito de *P. brasiliensis*, não forma mencionadas em *A. pallipes* pelo autor supra citado.

O coxopodito de *P. brasiliensis*, na sua margem distal, apresenta robustas setas do tipo “teazel”. Setas plumodenticuladas e multidenticuladas estão mais concentradas na região proximal da margem interna. No restante da superfície deste endito setas plumodenticuladas são observadas.

Na região basal do protopodito dois pequenos tufo de setas estão situados: um de pequenas setas paposas e outro de setas multidenticuladas muito longas.

WARNER (1977) descreve as maxilas como apêndices achatados de forma foliar e sem encaixes, que tem seus exopoditos perdidos; com vários lobos ou enditos desenvolvidos em sua margem medial que são usados para segurar e manipular o alimento em frente à boca. Sobre as maxilas KAESTNER (1980) menciona que os dois ramos nunca são bem desenvolvidos e um ou outro podem estar ausentes.

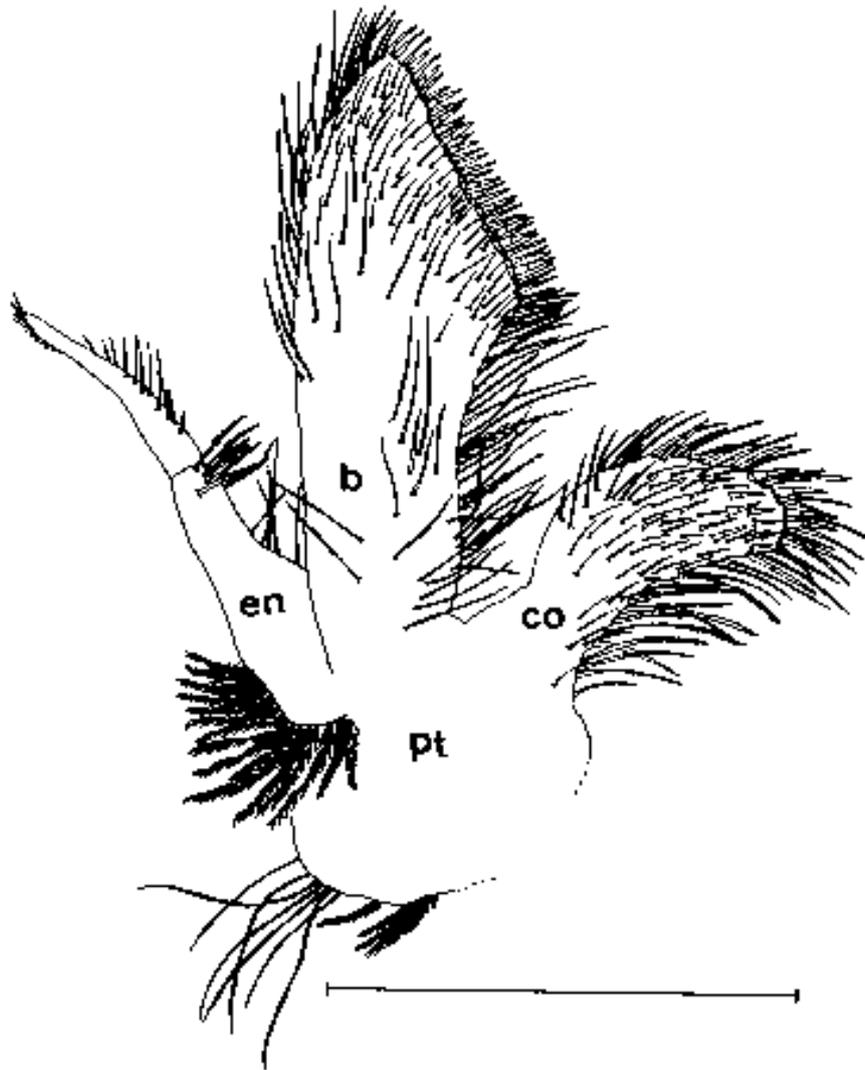


Fig. 31 *Parastacus brasiliensis*. Primeira maxila. (b: basipodito, co: coxopodito, en: endopodito, pt: protopodito).(barra: 5 mm).

SEGUNDAS MAXILAS (Fig. 32)

As segundas maxilas apresentam um aspecto foliáceo. Exopodito (escafognatito) alongado, bastante desenvolvido, tendo ao longo de sua margem, setas paposas (medindo cerca de 1mm de comprimento) com uma densidade ao redor de 20 setas por milímetro de margem. Aproximadamente cinco setas multidenticuladas bastante longas estão situadas na margem inferior. Em toda a sua superfície do escafognatito, existem pequenas setas conadas bastante esparsas e na região inferior também algumas setas ganchos. O endopodito é alongado e afilado próximo a sua porção distal, com setas paposas cobrindo densamente sua margem aboral inferior onde há uma protuberância arredondada. A margem oral apresenta cerca de quinze setas plumodenticuladas. Basipodito e coxopodito bem definidos, cada um com dois lobos. Os dois lobos do basipodito têm setas simples em sua margem distal. Setas plumodenticuladas se situam em suas margens e superfícies médio-distais marginais. Na região basal dos enditos encontramos poucas setas multidenticuladas bastante alongadas.

Os lobos do coxopodito são menores e de localização mais oral. Nos dois lobos encontram-se setas do tipo “teazel” nas margens látero-apicais juntamente com setas plumodenticuladas.. Estas estão em maior quantidade. Em toda a superfície médio-distal dos lobos, setas multidenticuladas e plumodenticuladas se intercalam.

KAESTNER (1980) indica que os dois pares de maxilas são usados na alimentação, para transportar alimento para as mandíbulas ou para filtração dos alimentos.

Para WARNER (1977) as segundas maxilas são de grande significância, devido a sua aba lateral chamada escafognatito. São importantes na

respiração por impulsionar a água para dentro da câmara branquial. Possuem lâminas laterais desenvolvidas chamadas epípodos e o escafofnatito pode ser resultado da fusão entre o epipodito e o exopodito.

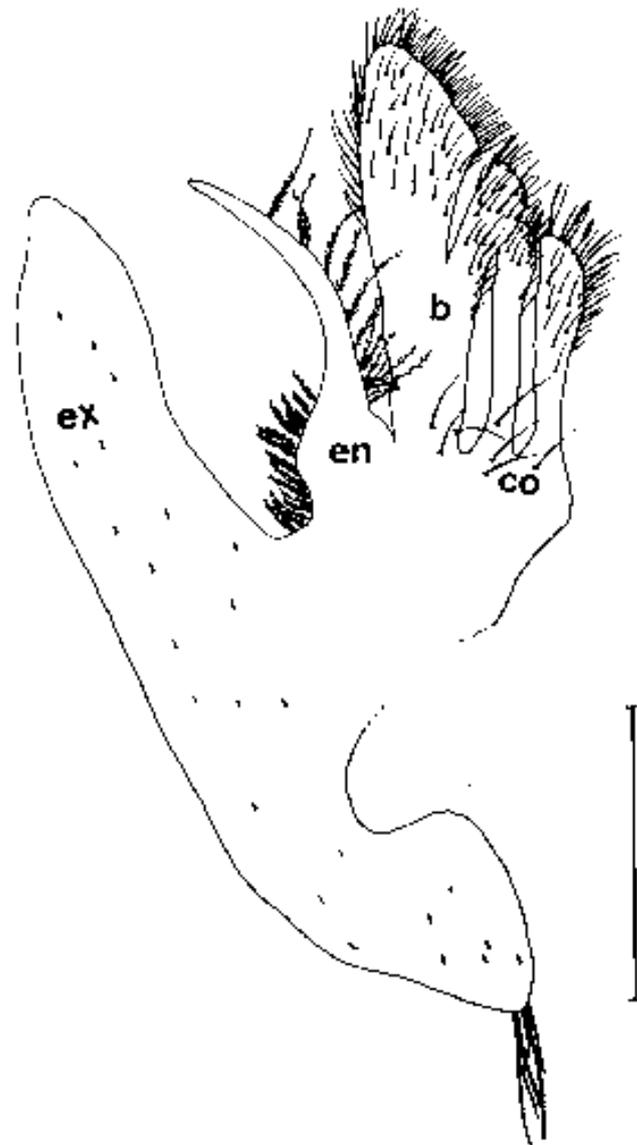


Fig. 32: *Parastacus brasiliensis*. Segunda maxila.(b: basipodito, co: coxopodito, en: endopodito, ex: exopodito). (barra: 5 mm)

PRIMEIROS MAXILÍPODOS (Fig. 33)

Epipodito foliáceo muito alongado. Na sua superfície oral na região médio-distal possui filamentos branquiais tubulares. Em toda a superfície do epipodito se distribuem minúsculas setas gancho. O protopodito é formado por dois lobos com aspecto foliáceo. O lobo proximal é menor com setas paposas cobrindo toda a metade anterior. O lobo distal é maior e de contorno sub-triangular. As margens distal e sub-distal são densamente cobertas com setas simples alongadas, já nas margens laterais as setas são plumodenticuladas e multidenticuladas. Todo o restante da superfície deste lobo possui setas simples de menor tamanho, sendo que na sua parte mais basal há também algumas setas paposas. Aqui, encontramos uma diferença em relação à espécie *A. pallipes* estudada por THOMAS (1970). Para *A. pallipes*, o autor encontrou neste artigo setas serradas (serruladas). Nesta região estas setas não foram observadas em *P. brasiliensis*.

O endopodito é alongado, foliáceo e muito reduzido. Na sua margem lateral apical, do lado aboral, um grande número de setas paposas estão dispostas, sendo que o restante deste artigo é desprovido de setas. O exopodito é bastante alongado e dividido em duas regiões, uma mais basal e um flagelo que se insere na superfície dorsal mediana. A região basal do exopodito tem em suas margens laterais setas do tipo paposas. O flagelo é multiarticulado a partir da região mediana em direção distal e carrega setas plumosas na margem apical.

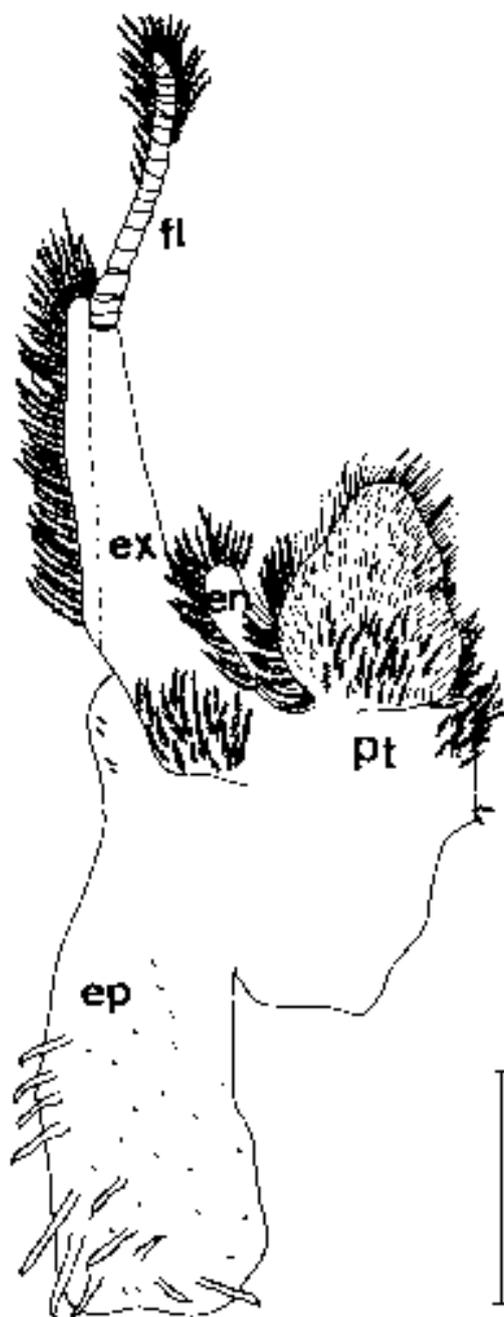


Fig. 33: *Parastacus brasiliensis*. Primeiro maxilípodo. (en: endopodito, ep: epipodito, ex: exopodito, fl: flagelo, pt: protopodito). (barra: 5 mm)

SEGUNDOS MAXILÍPODOS (Fig. 34)

O exopodito é relativamente grande, aproximadamente um terço maior do que no terceiro maxilípodo. A região basal é longa e toda coberta por setas paposas e simples. Nas margens, as setas paposas chegam a atingir o dobro do tamanho daquelas situadas nas faces oral e aboral. O flagelo é multissegmentado com grandes setas plumosas concentradas da região médio-distal para o ápice. O epipodito se dirige para a cavidade branquial onde forma uma podobrânquia. Na articulação deste apêndice com o corpo do animal, se situa uma artrobrânquia. O endopodito é pentarticulado. Na região oral do protopodito estão grandes setas paposas e plumodenticuladas. Todo o restante do artícolo é coberto com setas mais curtas, tanto as simples, quanto as do tipo paposas. O isquiopodito está coberto por pequenos grupos de longas setas simples em sua região oral.

O meropodito é o maior segmento desta peça, de contorno retangular, alongado e achatado dorsoventralmente. Sua face oral é densamente coberta por robustas setas serradas e por uma grande quantidade de longas e afiladas setas simples. Setas simples se distribuem por todo o artícolo e setas paposas de pequeno tamanho concentram-se mais na região basal do meropodito. Os três artícolos mais distais são recurvados na direção bucal do animal. O carpopodito é muito pequeno em relação ao meropodito, tem um contorno trapezóide e é totalmente desprovido de setas. O própodo é assimétrico e possui longas e afiladas setas simples na sua margem aboral superior. Há, nesta região, também, algumas setas serradas. Na sua margem superior aboral existe um pequeno tufo de setas serradas e na região mais apical, próximo a inserção do dactilopodito, dois tufos de setas simples. Dactilopodito sub-cilíndrico, com setas apenas na região apical e sub-apical. Cinco

a seis robustas setas cuspidadas se encontram na região mais apical e estão associadas com seis a dez cuspidadas com dentes, que são bem menores que as anteriores (esta associação só ocorre neste apêndice). THOMAS (1970) ao descrever este mesmo apêndice em *A. pallipes* também notou que a associação de robustas setas cuspidadas com outras de menor tamanho e que apresentavam pequenas denticulações só ocorria neste determinado local.

Na região sub-apical deste artículo em *P. brasiliensis* existem pequenos tufos de setas simples afiladas.

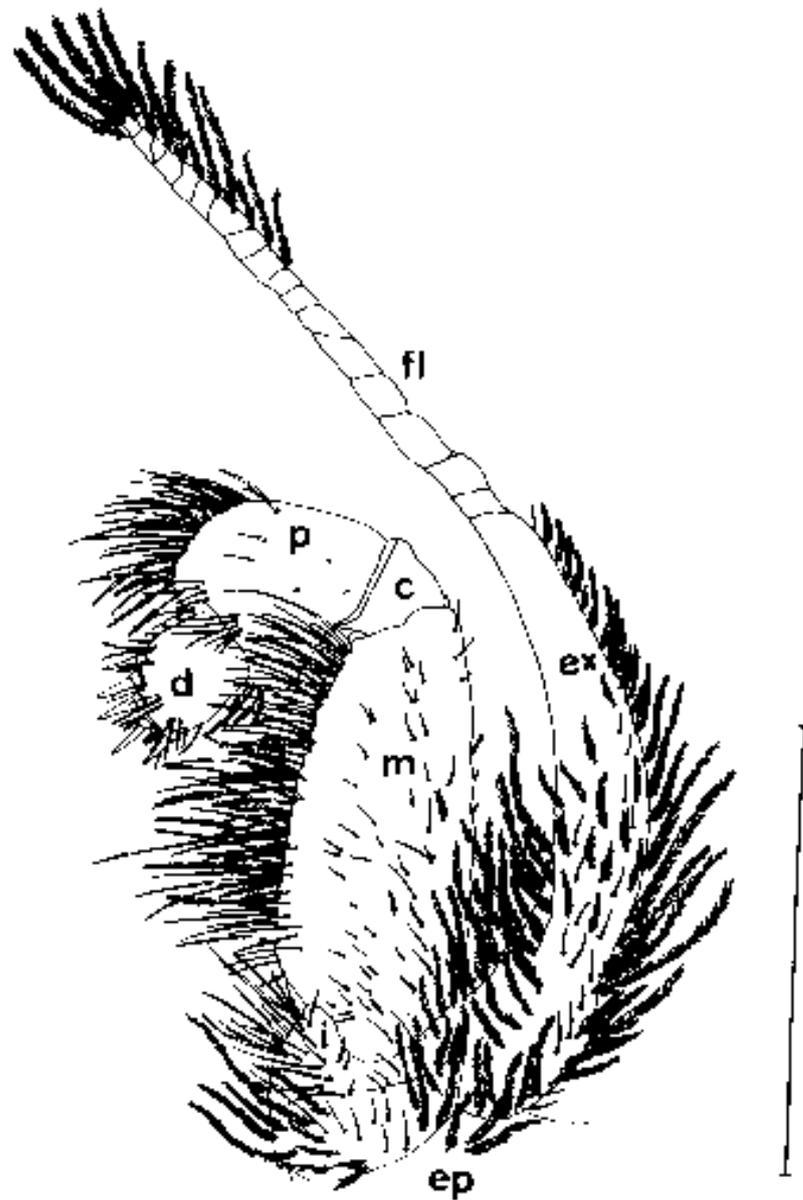


Fig. 34: *Parastacus brasiliensis*. Segundo maxilípodo. (c: carpopodito, d: dactilopodito, ep: epipodito, ex: exopodito, fl: flagelo, i: isquiopodito, m: meropodito, p: própodo). (barra: 5 mm)

TERCEIROS MAXILÍPODOS (Fig. 35)

São os maiores entre os apêndices bucais chegando a medir 26 mm de comprimento. De localização mais externa, cobre as demais peças. Seu endopodito é bem desenvolvido e pentarticulado. Os dois artículos mais desenvolvidos são o isquiopodito e o meropodito. Os segmentos mais distais do endopodito podem ser flexionados em direção ao isquiopodito formando um tipo de gancho. Possui uma crista dentata bastante rígida. O coxopodito e o basipodito são de tamanho reduzido. O epipodito se origina do coxopodito e se estende para a cavidade branquial formando uma podobrânquia. Duas artrobrânquias estão inseridas na articulação deste apêndice. O basipodito possui um grupo de setas simples e de setas paposas e plumodenticuladas na superfície anterior, sendo as paposas de menor tamanho. O exopodito se origina do basipodito. É formado por dois artículos, o primeiro é bastante alongado com setas simples e paposas na sua face aboral. A partir dele se prolonga um flagelo formado por pequenos segmentos. O flagelo possui setas plumosas que formam uma fileira e aumentam em número e em comprimento na região apical, onde são bastante longas.

O isquiopodito tem um formato levemente achatado, de contorno retangular. Na sua margem oral há uma crista dentata com aproximadamente 20 dentes robustos e rígidos, de tamanho irregular. Há um grande número de setas simples longas e finas no lado interno a esses dentes. Na região mais basal do isquiopodito encontramos setas paposas juntamente com as simples. Nas proximidades de implantação dessas setas a superfície não é lisa, mas exhibe pequenas protuberâncias. Do lado oposto à implantação da crista dentata existem pequenas setas simples e paposas que alternadamente formam uma fileira nessa lateral. Também um grande número de setas serradas se dispõem nesse local.

O comprimento do meropodito é aproximadamente duas vezes sua largura e com um leve estreitamento na região distal, o que dá a esse artículo um contorno sub-triangular. É bem menor e menos achatado do que o isquiopodito. Na sua margem aboral encontram-se pequenas setas simples e em pequeno número. Algumas setas paposas estão próximas à articulação com o isquiopodito. A margem oral possui inúmeras setas simples muito longas que compartilham esse espaço com um grande número de setas serradas de menor comprimento.

O carpopodito tem a forma mais cilíndrica, mas é levemente achatado dorsoventralmente. Na sua margem oral há uma predominância de setas serradas, principalmente na região mais apical do artículo. Além dessas, nesta mesma margem, longas setas simples estão presentes. Na sua superfície, o carpopodito retém alguns poucos tufo de pequenas setas simples e paposas.

O própodo é menor e mais afilado do que o carpopodito, também com formato cilíndrico. Em sua superfície, pequenas setas simples estão distribuídas e algumas mais longas e finas se intercalam a um grande número de setas serradas, localizadas na margem oral. Na margem aboral há um predomínio de setas simples.

O dactilopodito tem um formato sub-cilíndrico e também é coberto por um grande número de setas serradas que predominam na margem oral. Na margem aboral elas se encontram em menor número, mas finas setas simples acompanham a mesma disposição.

O terceiro par de maxilípodos pode adquirir função na busca e ingestão de alimentos (BUDD, LEWIS & TRACEY, 1979) *apud* HOLDICH & REEVE (1988) e na limpeza dos restos alimentares.

De acordo com WIERNICKI (1984) *apud* HOLDICH & REEVE (*op cit.*), em *Procambarus clarkii*, o arranjo das setas parece estar melhor equipado para

apanhar pequenas partículas alimentares em seu primeiro ano de vida do que em indivíduos grandes. Os lagostins podem criar um fluxo de água corrente para obter alimentos através do batimento rápido dos exópodos dos maxilípodos em forma de remo. Um filtro é formado por uma fileira de cerdas no segundo e terceiro maxilípodos (BUDD, LEWIS & TRACEY, 1979) *apud* HOLDICH & REEVE (1988).

Para WARNER (1977) os três primeiros pares de apêndices torácicos, chamados maxilípodos, são flexionados em direção à boca onde, juntamente com outras peças bucais, são usados para manipular o alimento. Os maxilípodos são todos birremes e todos conduzem três epípodos com extenso dorso para dentro da câmara branquial onde servem para limpar as brânquias.

Externamente, esses apêndices têm várias responsabilidades: ajudam na obtenção do alimento e certamente servem para manipular e guiar o alimento em direção à boca. Eles são repletos com estruturas mecano e quimiossensoriais que promovem informações para coordenar os movimentos e para provar o alimento. São responsáveis, desta forma, pelo início do processo mastigatório (FACTOR, 1989).

A presença de uma forte crista dentata no isquiopodito do terceiro maxilípedo, existente em *P. brasiliensis* já havia sido notado por McLAUGHLIN (1982) para Astacidea, Palinura e Anomura. Toda a morfologia dos apêndices cefálicos de *P. brasiliensis* segue o padrão que WARNER (1977) chamou de “padrão usual”.

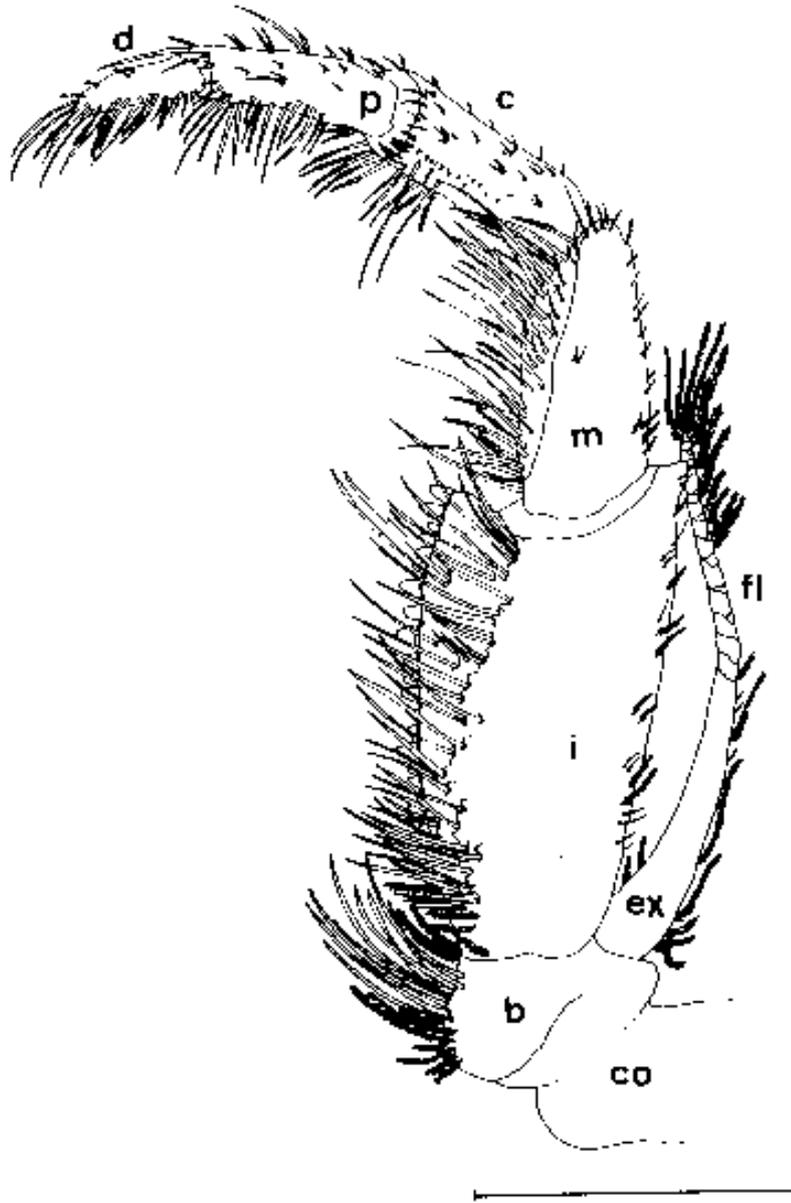


Fig. 35: *Parastacus brasiliensis*. Terceiro maxilípodo. (b: basipodito, c: carpopodito, co: coxopodito, d: dactilopodito, ex: exopodito, fl: flagelo, i: isquiopodito, m: meropodito, p: própodo). (barra: 5 mm).

PRIMEIROS PEREIÓPODOS (Fig. 36)

O primeiro pereiópodo de *P. brasiliensis* é o maior dos apêndices torácicos. O protopodito está formado pelo coxopodito, porção mais quadrangular e basipodito e isquiopodito fusionados, de contorno sub-triangular e maior que o coxopodito. O meropodito é um artículo maior, de contorno sub-retangular, que se articula ao carpopodito. Na região de articulação com o meropodito, o carpopodito é bastante estreito, enquanto sua região distal, de articulação com o própodo é alargada, dando ao artículo um aspecto globoso sub-triangular. O própodo é o artículo mais robusto e forma distalmente um dedo fixo que se articula com um dedo móvel, o dáctilo, formando uma quela bem desenvolvida.

Na região basal do coxopodito, está inserida uma podobrânquia e na sua articulação duas artrobrânquias são encontradas. Próximo a margem dorsal do coxopodito, há um único tufo (fig. 37) de setas muito longas e finas (setobrânquias) que também vão estar presentes nos demais pereiópdos e na margem ventral algumas pequenas setas multidenticuladas.

Na articulação coxa/base-ísquio, no lado externo, este artículo forma uma protuberância bem desenvolvida, a semelhança de um espinho. Neste local encontramos um grupo de pequenas e pouco numerosas setas multidenticuladas. O restante desta margem não possui setas. A margem interna exhibe pequenos tubérculos e setas multidenticuladas de tamanho muito reduzido posicionam-se diante desses tubérculos. O restante do segmento é desprovido de setas.

Na margem interna do meropodito verifica-se a presença de tubérculos que dão a essa região um aspecto de serrilha. Intercaladas a esses tubérculos estão grupos de até quatro setas paposas e simples de tamanho muito

pequeno. Na margem externa também existem tubérculos mas esses estão em menor número e mais arredondados, perdendo o aspecto serrilhado. O carpopodito tem alguns poucos tubérculos em sua superfície, sendo que estes se restringem à face ventral e à margem aboral, onde são bastante salientes. As associações de setas simples e paposas estão localizadas somente na base desses tubérculos. Na face dorsal do carpopodito existem pequenas concavidades de onde partem minúsculas setas simples e paposas (Figs. 38 e 39), o que AMEYAW-AKUMFI & HAZLETT (1975) também observaram e chamaram de sensilas quimiorreceptoras. Em *P. brasiliensis* também notou-se a presença destes tufo de sensilas, concordando com os autores que admitiram que estas sensilas seriam comuns a todos os lagostins.

Toda a superfície ventral e dorsal do própodo e dactilopodito está coberta dessas concavidades, que formam pontuações longitudinais. Nas margens laterais os tubérculos se destacam, podendo-se notar tufo de setas paposas nas suas bases (Fig. 40).

A pinça formada pelo própodo e dactilopodito é bastante robusta, com tubérculos nas superfícies de oclusão de ambos os dedos, com se fossem dentes. Na região mais proximal, esses tubérculos são maiores do que na região distal, que termina com uma pequena garra, ou unha apical. Juntamente com os tubérculos toda essa superfície de oclusão está coberta com discretos tufo de pequeníssimas setas paposas.

KAESTNER (1980) observou que em muitos decápodos o primeiro par de pereiópodos usualmente não é usada para locomoção mas carrega um grande quelípodo para agarrar a presa e se defender. O tamanho deste quelípodo e a forma são adaptados aos hábitos do animal.

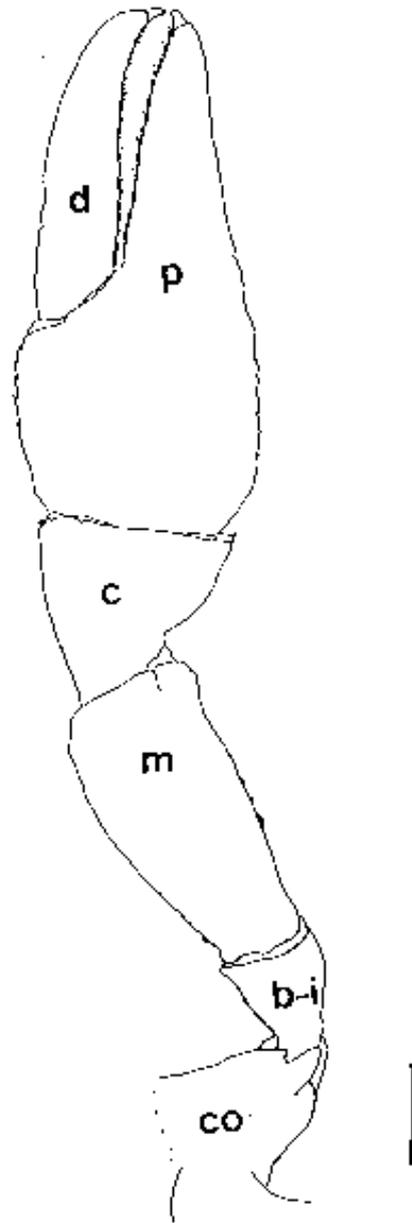


Fig. 36: *Parastacus brasiliensis*. Vista dorsal do primeiro pereiópodo. (b-i: base/ísquio, c: carpopodito, co: coxopodito, d: dactilopodito, m: meropodito, p: própodo). (barra: 5 mm)

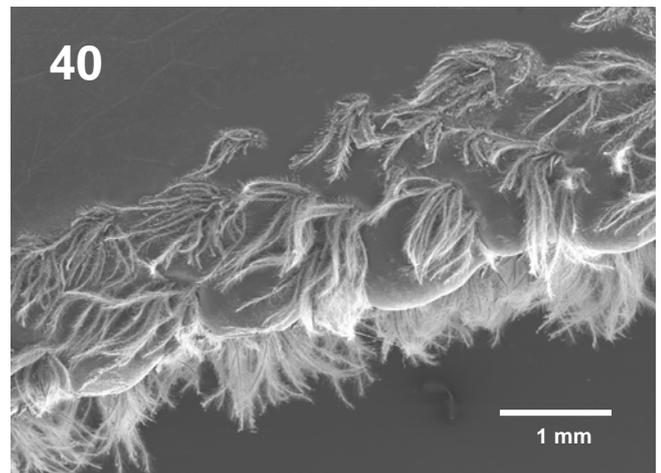
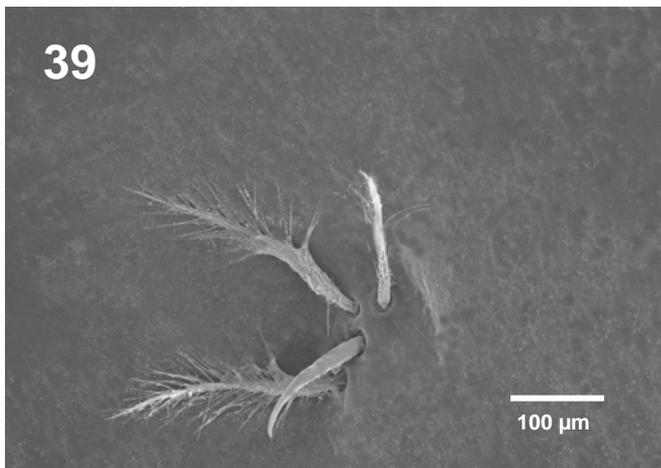
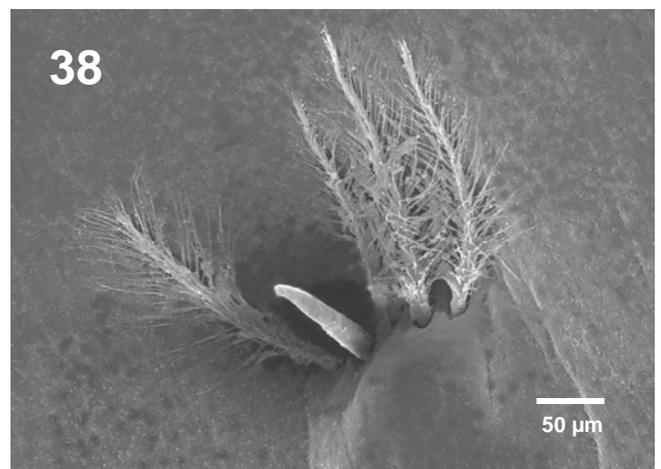
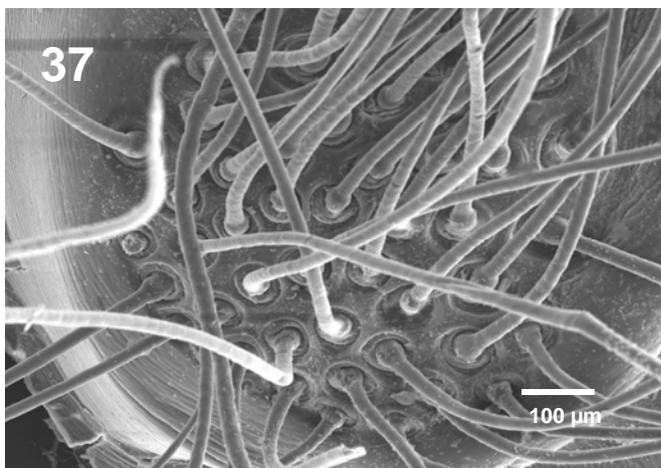


Fig. 37: *Parastacus brasiliensis*. Face dorsal do coxopodito; **Figs. 38 e 39:** *Parastacus brasiliensis*. Superfície dorsal do carpopodito; **Fig. 40:** *Parastacus brasiliensis*. Margem lateral externa do dactilopodito.

SEGUNDOS PEREIÓPODOS (Fig. 41A)

No epipodito dos segundos pereiópodos de *P. brasiliensis* estão inseridas uma podobrânquia e duas artrobrânquias. Na base da inserção da podobrânquia há uma protuberância cilíndrica de onde parte um tufo de longas setobrânquias. Toda a base de inserção das brânquias está coberta por setas multidenticuladas. A região basal do epipodito possui muitas setas paposas de pequeno tamanho. O protopodito se divide em dois artículos: coxopodito, que também carrega um tufo de setobrânquias e basipodito e ísquiopodito fusionados. O basipodito e o ísquiopodito possuem um formato semi-cilíndrico, tendo na sua margem ventral tufos de pequenas setas simples associadas com setas multidenticuladas de tamanho maior. Já na margem dorsal, as setas estão concentradas na região basal, até o terço médio da peça. São setas simples de tamanho bastante reduzidos distribuídas ao redor de três setas paposas de tamanho maior, que se destacam entre as demais. O meropodito é bastante alongado e possui um achatamento dorsoventral que dá a ele um aspecto mais retangular do que cilíndrico. Possui as margens cobertas por pequenas setas simples, sendo que na margem dorsal elas têm distribuição mais esparça. O carpopodito é menor que o meropodito, de aspecto triangular alongado, achatado dorsoventralmente. As setas se distribuem nas suas margens. São simples, de tamanhos variados, com predomínio das maiores. Na região distal próximo à margem dorsal há um pequeno tufo de setas simples de tamanho bastante reduzido. O própodo, também com aspecto achatado, forma com o dactilopodito (dedo móvel) uma pinça bastante potente que termina numa unha apical. A superfície ventral e dorsal do própodo e do dactilopodito é coberta por tufos de setas simples em grande quantidade mas de tamanho reduzido,

que partem de leves depressões da superfície. As margens também estão cobertas por esses tufos, porém aqui as setas simples são de tamanho maior. Toda a margem de oclusão entre o dactilopodito e o própodo está coberta por setas dentiformes, dando a essa margem um aspecto serrilhado.

TERCEIROS PEREIÓPODOS (Fig. 41B):

De aspecto muito similar aos segundos pereiópodos. O epipodito carrega o mesmo número de brânquias. A forma dos artículos é muito semelhante, mas pode-se destacar algumas diferenças, a saber: suas margens possuem os mesmos tipos de setas, mas em menor número, sendo que as margens do própodo, com exceção das regiões distais, são praticamente desprovidas de setas. Ventralmente, na base do coxopodito encontra-se o poro genital feminino de contorno ovóide, que pode estar total o parcialmente obstruído, dependendo da fase sexual do animal. Setas paposas e simples, muito pequenas, contornam a região marginal dos poros. Região dorsal do coxopodito com um tufo de setobrânquias.

O carpopodito é levemente mais alongado, porém esse alongamento é perfeitamente visível no própodo, que também é mais afilado do que nos segundos pereiópodos.



Fig. 41: *Parastacus brasiliensis*. **A:** segundo pereiópodo; **B:** terceiro pereiópodo. (barra: 5 mm).

QUARTOS PEREIÓPODOS (Fig. 42A):

O epipodito possui uma podobrânquia e duas artrobrânquias, sendo uma delas vestigial. Os segmentos proximais são muito similares, obedecendo o mesmo padrão dos dois anteriores, mas algumas diferenças nos segmentos distais são fundamentais. O membro termina com um dactilopodito simples, formando uma ponta e não uma quela. O própodo, além de possuir tufo de delicadas setas simples em sua superfície, também tem setas serradas. Estas estão distribuídas em densos tufo que se espalham por toda a margem médio-ventral do artículo. Cobrem também a margem distal, onde dividem o espaço com grupos de setas simples de tamanho similar. O dactilopodito possui somente tufo de setas simples e sua margem ventral é coberta por uma fileira de setas dentiformes. Em seu ápice há um espinho, em forma de garra, formando uma unha apical.

QUINTOS PEREIÓPODOS (Fig. 42B):

O quinto pereiópodo não possui brânquias. É muito parecido com os demais, com diferenças bastante sutis. Uma delas é que os densos tufo de setas serradas do própodo estão mais restritos à margem ventral do que no quarto pereiópodo e principalmente na margem apical, onde poucas setas simples são observadas. O meropodito é pouco menor e o própodo discretamente mais alongado. Ventralmente na base do coxopodito, há o poro genital masculino, de dimensões mais reduzidas que o feminino, mas formando uma pequena protuberância. Ao redor dos poros, pequenas setas simples e paposas se distribuem e dorsalmente no coxopodito nota-se a presença de setobrânquias.

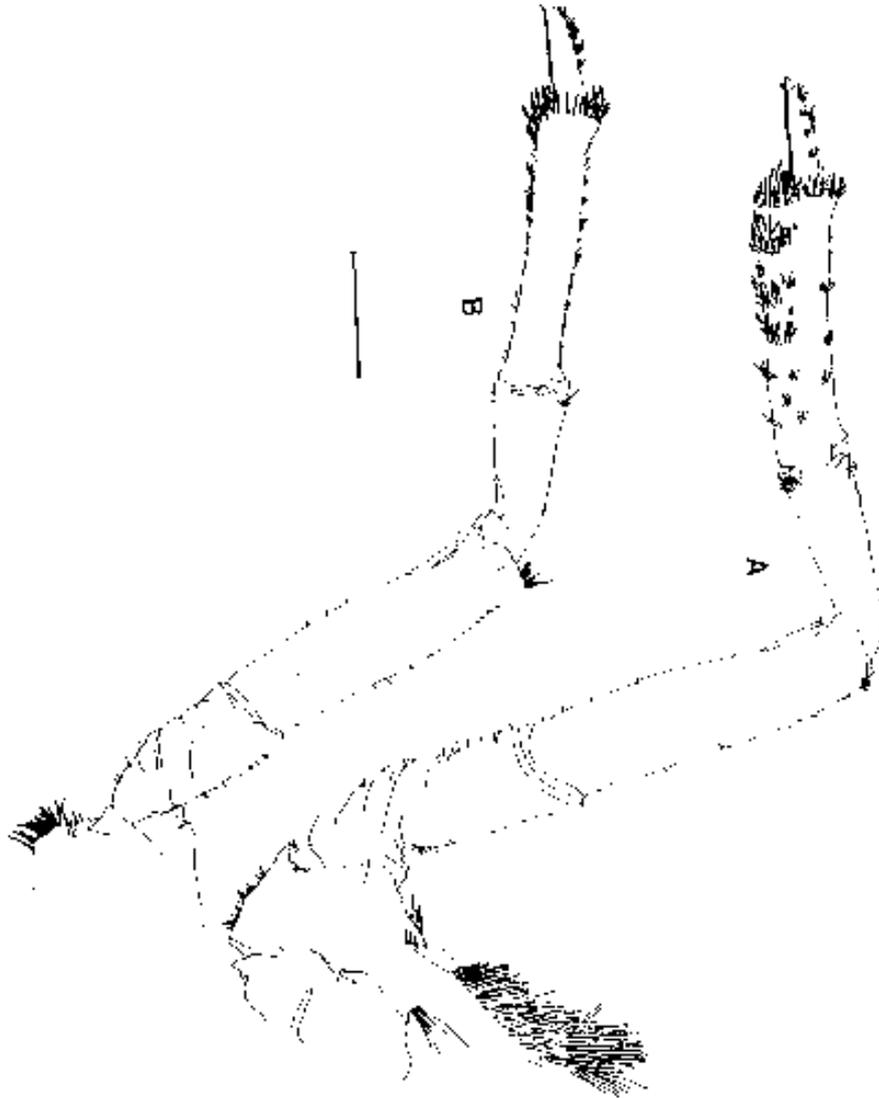


Fig. 42: *Parastacus brasiliensis*. **A:** quarto pereiópodo; **B:** quinto pereiópodo. (barra: 5 mm).

PLEÓPODOS (Fig. 43)

O primeiro par de pleópodos em *P. brasiliensis* está ausente.

De localização ventral, do segundo ao quinto segmento abdominal, os quatro pares de pleópodos têm formato muito semelhante, sendo que a única diferença observada é uma discretíssima diminuição de tamanho em ordem crescente de posição. O protopodito tem formato tubular e possui em suas margens diminutas setas simples muito espaçadas. Em uma de suas margens há um pequeno tufo de setas plumosas, localizadas próximas à inserção do outro artícuo (endopodito). Do protopodito partem o endopodito e o exopodito que têm um aspecto mais achatado e não tubular como o protopodito. Observando ventralmente o animal, o endopodito tem posição distal e é levemente maior que o exopodito, de posição proximal. Grande quantidade de setas plumosas cobrem totalmente os dois ramos pleopodais.

Sobre os pleópodos birremes KAESTNER (1980) comenta o fato de serem delicados em Palinura e Astacidae, como o observado em *P. brasiliensis* onde assumem a mesma função natatória dos grupos citados. Porém, naqueles grupos os dois primeiros pares de pleópodos freqüentemente são modificados para formar gonóporos, enquanto em *P. brasiliensis* isso não ocorre. HORWITZ (1988) já havia notado que os membros da família Parastacidae não possuem pleópodos no primeiro somito abdominal, fato esse devido a diferença no tipo de reprodução desses grupos, que será abordado posteriormente.

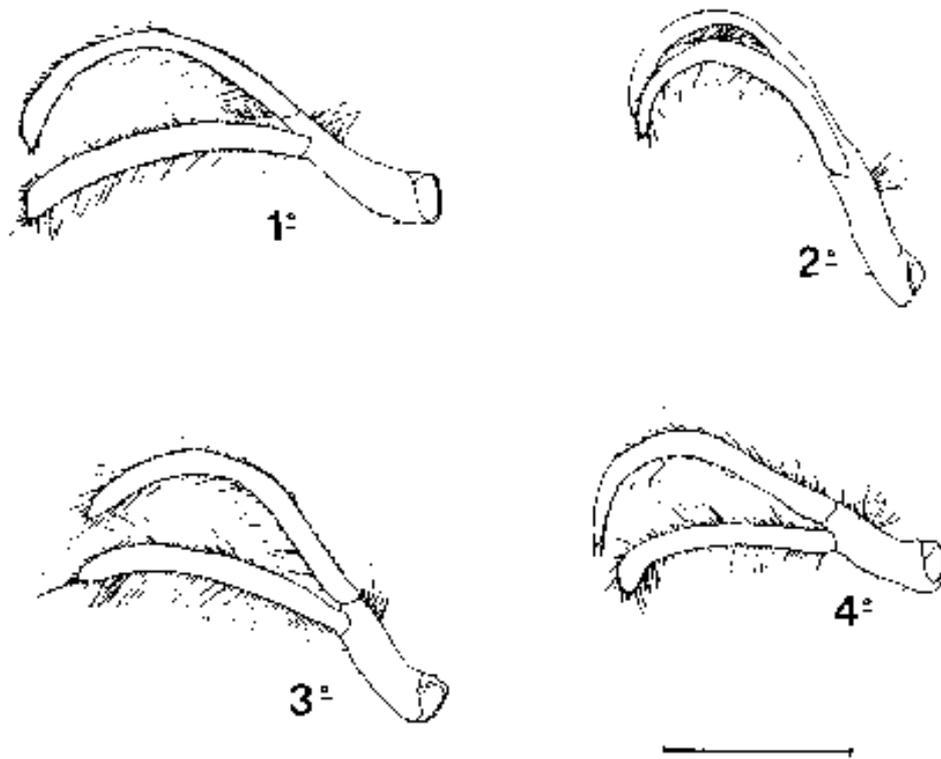


Fig. 43: *Parastacus brasiliensis*. Pleópodos (1º ao 4º).
(barra: 5 mm)

LEQUE CAUDAL (Fig. 44)

A cauda é usada para locomoção e consiste de um telso, a parte mediana do leque caudal, com dois urópodos, um em cada lado do telso.

TELSO

As margens laterais do telso são retilíneas, terminando em um espinho. A margem distal, entre os dois espinhos é convexa, formando um semicírculo. Toda a extensão dessa margem é densamente coberta por setas que se distribuem em duas fileiras: a primeira, mais dorsal, é formada por setas simples, de tamanho pequeno a médio, mas que nunca ultrapassam em tamanho as setas da segunda fileira, de posição mais ventral, formada por grandes setas plumosas. Nas margens laterais há um predomínio de setas plumosas, mas de tamanho bem reduzido.

Este apêndice tem uma discreta elevação na sua região mais central, não tendo, desta maneira, um aspecto achatado. Pequenas setas simples e paposas estão distribuídas conjuntamente ao longo de todo o apêndice, formando pequenos tufo de até 5 setas. A abertura do ânus se dá na região basal ventral do telso, que é desprovida de setas (Fig. 45).

URÓPODOS

Os urópodos são apêndices do sexto segmento abdominal modificados e achatados para formar, juntamente com o telso, um leque caudal de grande superfície, usado para movimentação rápida (HOLDICH, 2002).

Em *P. brasiliensis*, o protopodito forma um pequeno lobo com margem em forma de dois semicírculos ladeados. Pequenas setas simples e paposas se localizam em toda a região, inclusive nas margens. Deste artículo partem o endopodito e o exopodito. O endopodito tem sua região basal bem mais estreita do que a distal. Dois fortes espinhos são facilmente notados. Um deles se localiza na região mediana, no terço mais distal e outro no final da margem externa, onde começa uma emarginação na peça, para formar o contorno distal. Essa margem é toda coberta por setas plumosas e simples que, como no telso, formam duas fileiras. Na margem lateral externa não há setas e a margem lateral interna as tem a partir da sua metade distal. Na região ântero-lateral interna encontram-se setas paposas de tamanho pequeno, que ficam encobertas pela margem externa do telso. Em todo o restante do endopodito, tufos de pequenas setas idênticas às distribuídas no telso podem ser notadas.

O exopodito, assim como o endopodito, também tem sua região basal bastante reduzida, dando à peça um contorno semi-circular, porém mais arredondado na porção distal. Este artículo possui uma sutura no seu terço distal. Suas margens laterais seguem retilíneas até o começo desta sutura, onde inicia a emarginação da peça. Nesta altura da margem externa há um espinho bastante robusto. Daí até a outra margem segue-se uma fileira formada por espinhos pequenos, mas bem visíveis, que podem ter uma pequena variação de tamanho e se intercalam a setas simples e paposas de pequeno tamanho. A porção distal do artículo forma uma meia lua de margem distal convexa toda coberta por grandes setas plumosas dispostas em uma fileira ventral e setas simples em fileira dorsal, mas que não conseguem sobrepor as setas plumosas devido ao seu tamanho reduzido. Na margem lateral externa também percebe-se esta mesma disposição de setas, enquanto a margem

lateral interna é desprovida de setas. Toda a superfície dorsal do exopodito é também coberta por tufo de pequenas setas simples e paposas. A superfície ventral dos urópodos é desprovida de setas.

A morfologia, disposição e tipos de setas encontradas no leque caudal de *P. brasiliensis* assemelha-se às descrições feitas para outros lagostins (MATTHES, 1952; THOMAS, 1970).

A representação esquemática do leque caudal não contemplou as setas deste apêndice devido a grande densidade destas, o que deixaria a representação muito distante da real disposição dessas setas.

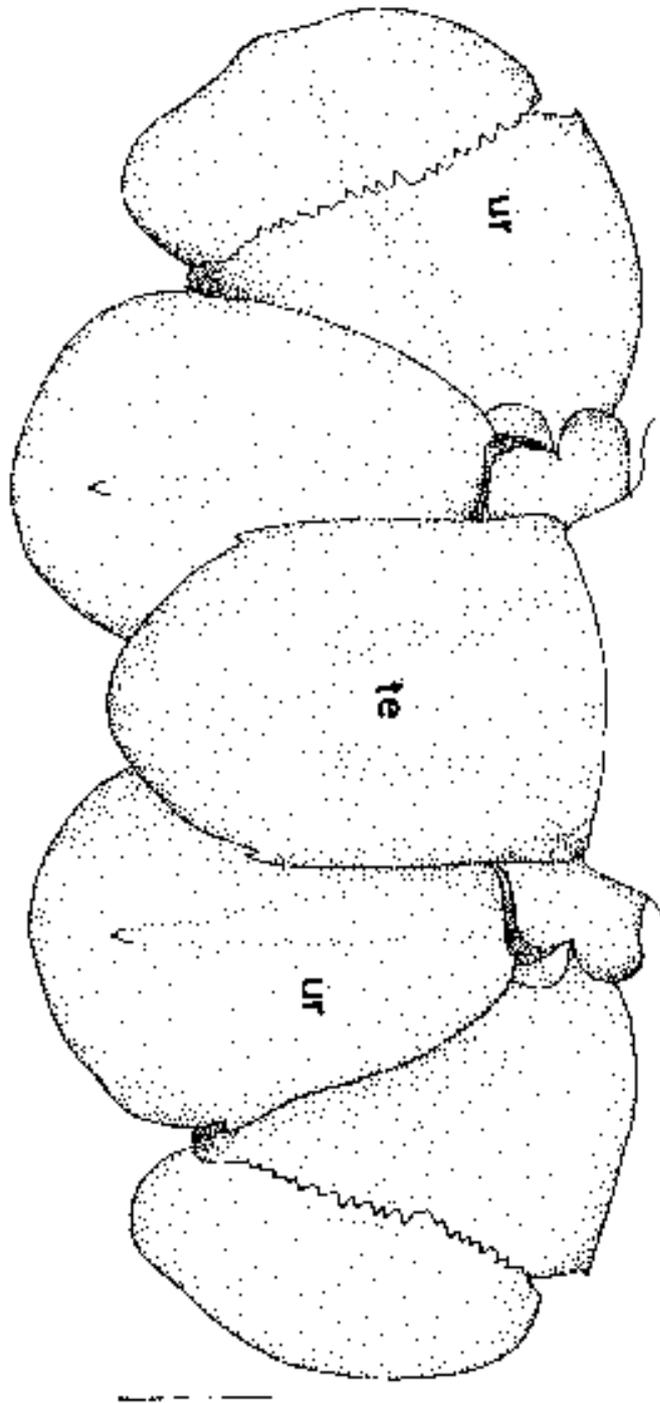


Fig. 44: *Parastacus brasiliensis*. Vista dorsal do leque caudal. (te: telso, ur: urópodos). (barra: 5mm)

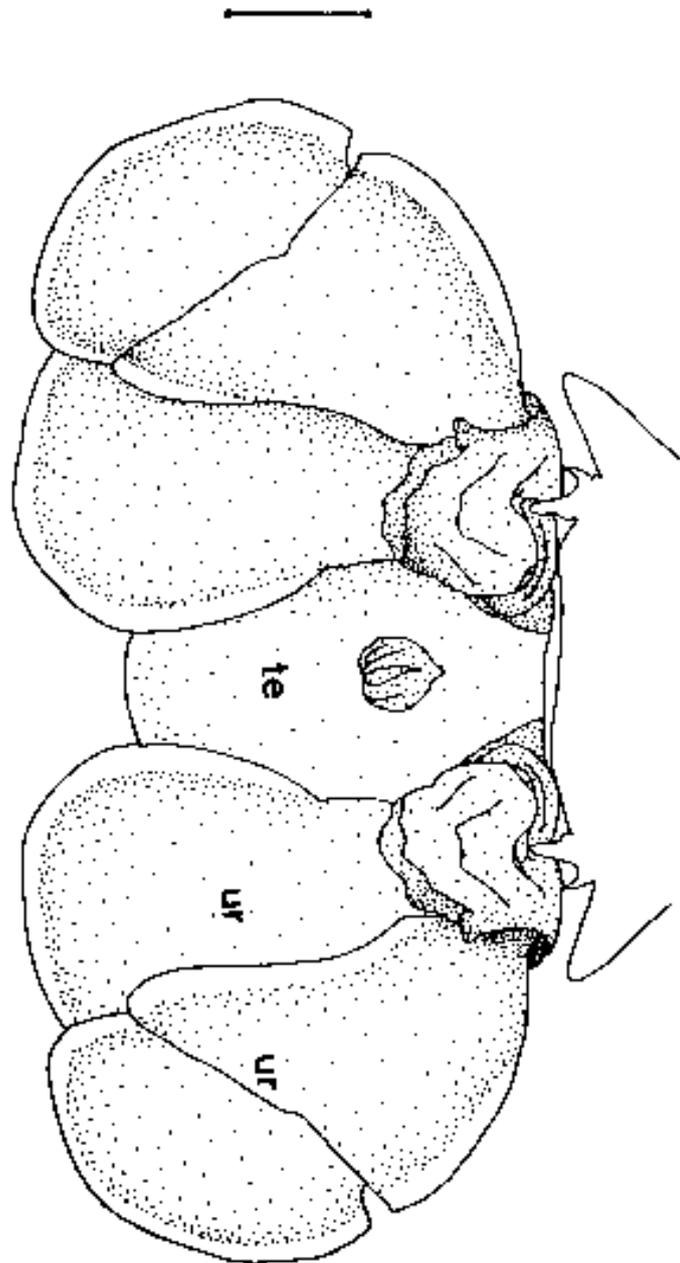


Fig. 45: *Parastacus brasiliensis*. Vista ventral do leque caudal. (te: telso, ur: urópodos). (barra: 5 mm)

II. MORFOLOGIA INTERNA

a) Sistema Digestivo

De acordo com McLAUGHLIN (1983) o estômago dos crustáceos pode variar na forma, consistindo de um simples tubo para a passagem do alimento como nos branquiópodos, até uma estrutura complexa e especializada como entre os decápodos. THOMAS (1970) já havia definido o canal alimentar como o maior órgão do sistema na cavidade corporal dos lagostins.

Examinando o aparelho digestivo de *P. brasiliensis*, vemos na região mais anterior do cefalotórax um estômago muito amplo. O esôfago é um tubo curto e cilíndrico situado ventralmente ao estômago e que desce verticalmente para a abertura bucal. O estômago de *P. brasiliensis* é constituído de duas regiões bem definidas: o estômago cardíaco e o estômago pilórico (Fig. 46), já citado por HUXLEY (1879) para *A. fluviatilis*.

Como já fora salientado por MEISS & NORMAN (1977), o estômago dos decápodos apresenta-se com um plano básico similar, embora o hábito alimentar possa influir em sua estrutura fina. De uma forma geral, o estômago de *P. brasiliensis* não fugiu ao plano básico dos demais Astacídeos e Parastacídeos, apresentando-se bastante semelhante.

O estômago cardíaco localiza-se na região anterior, e apresenta-se como uma grande câmara com formato triangular, armada por um conjunto de ossículos, que são estruturas calcificadas fortemente espessas, como os ossículos urocárdico e propilórico (Fig. 47) e por placas calcificadas mais finas, que atuam como suporte, como o ossículo mesocárdico .

Um par de ossículos bem desenvolvido é o zigocárdico, onde estão inseridos os dentes laterais. Este ossículo se articula com o mesocárdico por meio de

outro ossículo, o pterocárdico (Fig. 48). O ossículo urocárdico está localizado entre os zigocárdicos e também é bastante desenvolvido. Nele localiza-se o dente medial. O par de ossículos pectineal também é notado com facilidade e, em sua extremidade distal forma um dente acessório de cada lado. LOYA-JAVELLANA *et al.*(1994) descrevem e ilustram esse dente acessório, mas comparações de tamanho não são possíveis aqui, já que os autores descrevem estágios juvenis do lagostim *Cherax quadricarinatus* von Martens, 1868. Logo abaixo de cada um dos dentes acessórios podemos notar uma grande almofada setosa, formada por um tufo muito denso de setas simples (Fig. 49), também descritos em *C. quadricarinatus* por LOYA-JAVELLANA *et al.*(*op cit.*).

Os dentes laterais do ossículo zigocárdico formam estruturas bem robustas chamadas processos molares (Fig. 50). Conforme ICELLY & NOTT (1992), o conjunto de ossículos presentes no estômago cardíaco é responsável pela mastigação e trituração do alimento que vem do esôfago, reduzindo-o a pequenas partículas alimentares. Os outros ossículos que constituem o estômago cardíaco servem para dar sustentação à estrutura, como os ossículos e placas quitinosas das paredes laterais e da válvula cárdio pilórica, uma estrutura que serve para regular a passagem das partículas alimentares trituradas pelo moinho gástrico para o estômago pilórico, onde estas serão filtradas.

O estômago pilórico é uma câmara menor, recurvada, situada na região posterior do estômago. Essa região é caracterizada por vários ossículos, válvulas, sulcos, canais, e duas ampolas cilíndrico-arredondadas (Fig. 51) que, de acordo com ICELLY & NOTT (*op cit.*) constituem um aparato filtrador. A delimitação dos estômagos cardíaco e pilórico é dada pela válvula cárdio-pilórica.

A disposição dos apêndices bucais e a existência de um amplo estômago triturador com possantes dentes permitem a *P. brasiliensis* ingerir grandes quantidades de alimento. Os ossículos do estômago examinados em *P. brasiliensis* não fogem ao arranjo básico descrito por MEISS & NORMAN (1977) para *P. clarkii*, *O. virilis* e *C. bartonii*, já que também estão adaptados à omnivoria. Conforme os autores as variações que podem ocorrer dizem respeito ao tamanho, forma, número, grau de calcificação e fusão ou desaparecimento de um ou mais ossículos. Os autores sustentam que é possível relacionar a eficiência mastigatória interna com o grau de complexidade dos ossículos do moinho gástrico e das mandíbulas, sendo que o tipo de moinho gástrico mais simples ocorre nos camarões Penaeidae e o tipo mais complexo nos anomuros Paguroidea e nos caranguejos Brachyura.

Comparações com espécies australianas apresentadas por GROWS & RICHARDSON (1990) mostram que a forma do dente medial do ossículo urocárdico e o ossículo zigocárdico de *P. brasiliensis* aproxima-se do padrão descrito para *Parastacoides tasmanicus tasmanicus* (Erichson, 1846) um lagostim escavador, que possui um ossículo zigocárdico longo e dente medial de laterais mais curtas. Entretanto, os autores reforçam a idéia de que comparações só poderão ser interpretadas se incluírem gêneros de espécies de mesmo hábitat, o que não é o caso neste trabalho, pois o ambiente ocupado por *P. brasiliensis* é diferente daquele ocupado por *P. tasmanicus tasmanicus*.

Em duas dilatações laterais do estômago encontramos os gastrólitos, concreções hemisféricas e côncavas brancas de carbonato de cálcio. Quanto a presença, localização e formato dos gastrólitos, em *P. brasiliensis* não notou-se diferenças em relação aos demais agostins como *A. astacus* e *A. fluviatilis* onde

HUXLEY (1879) descreveu a presença de duas massas calcáreas de formato lenticular. De acordo com este autor, o carbonato de cálcio presente para formar os gastrólitos encontrados no estômago dos lagostins, pode ser aproveitado para a formação da carapaça nova depois da muda.

Toda a região membranosa interna do estômago cardíaco de *P. brasiliensis* é coberta por setas plumodenticuladas (Fig. 52).

Do estômago pilórico segue um intestino médio muito curto (Fig.53) e a partir dele um longo intestino posterior (Fig. 54). Este, consta de um tubo calibroso que se estende sobre a musculatura abdominal até o ânus e que se abre de forma circular na região ventral do telso (Fig. 45).

Ligado ao intestino médio há um pequeno ceco dorsal.

O hepatopâncreas é o órgão mais volumoso do corpo do *Parastacus*, ocupando grande parte da cavidade torácica. É composto de duas porções – esquerda e direita, que se unem no estômago pilórico. É formado por uma série de pequenos e numerosos túbulos de coloração castanho-amarelada (Fig.55).

Apesar de SMITH (1978) observar que o intestino médio dos lagostins é bem desenvolvido, se compararmos sua extensão com a do intestino posterior, ele parece ser bastante curto, o que assemelha-se às descrições feitas por MATTHES (1952) para *A. fluviatilis*. Também o hepatopâncreas segue o padrão já determinado para os demais lagostins estudados, como o que foi descrito por MATTHES (*op cit.*) que observou que o hepatopâncreas é composto por numerosos túbulos muito estreitos com a função de secretar substâncias destinadas à digestão gástrica, absorção dos alimentos já digeridos e acumulação de substâncias de reserva. VOGT (2002) também citou para o hepatopâncreas essas funções e acrescentou sua

participação na detoxificação de xenobióticos e na síntese de vitelogenio e proteínas do sangue como hemocianina.

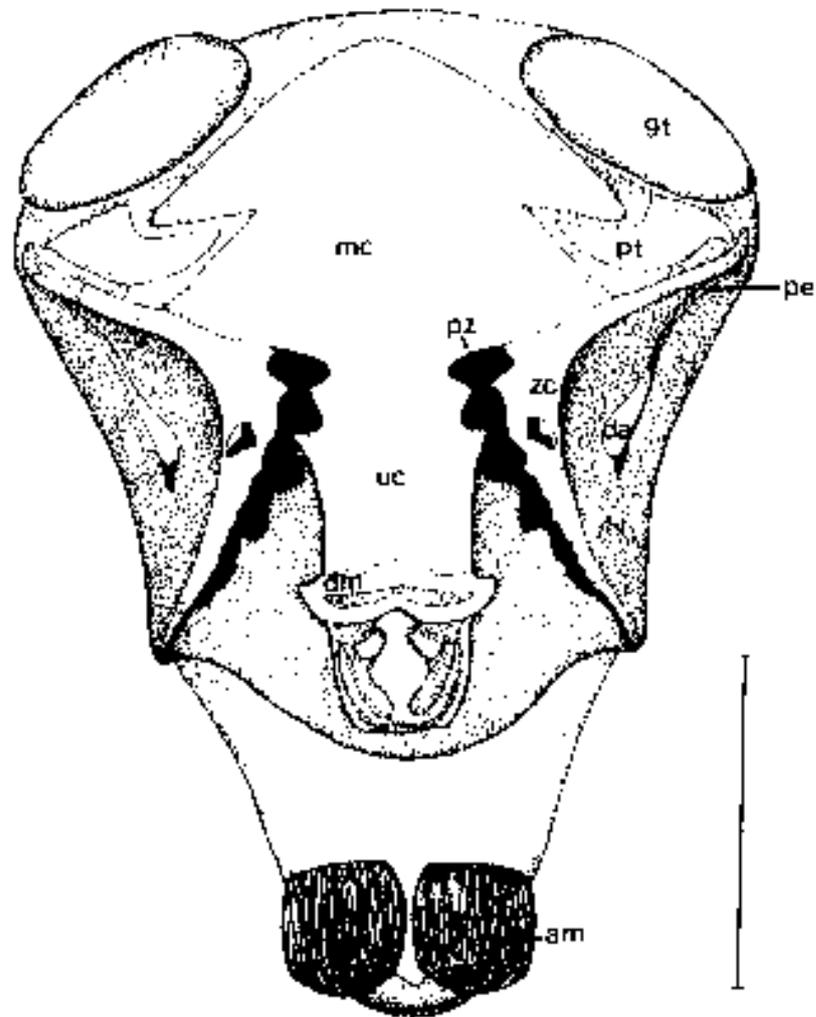
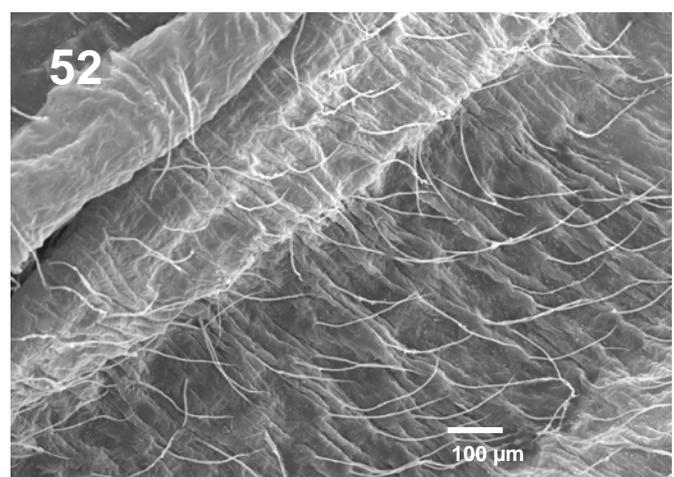
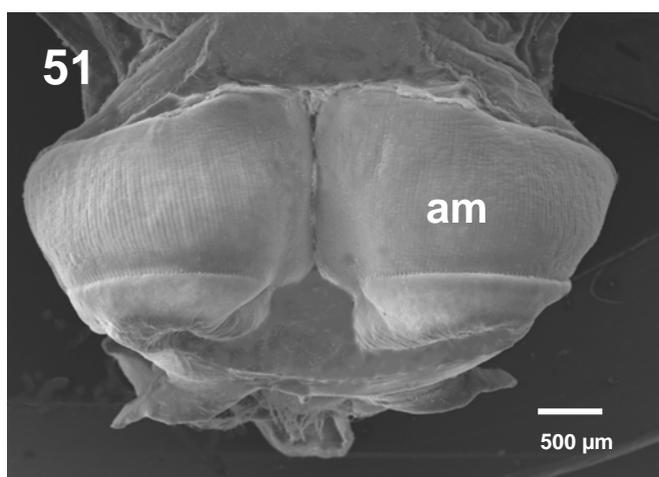
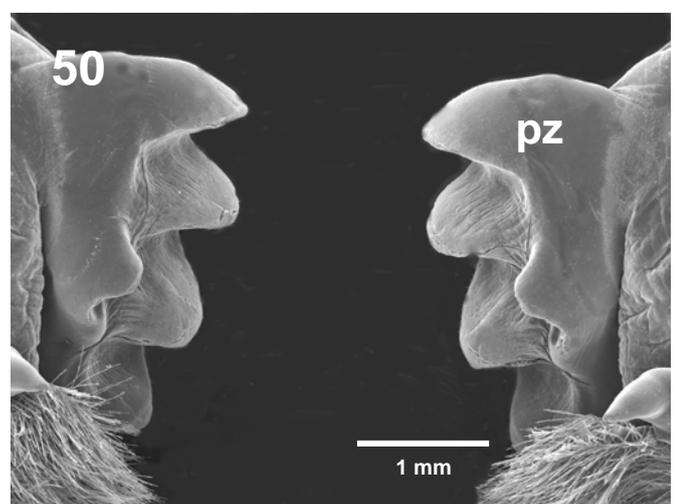
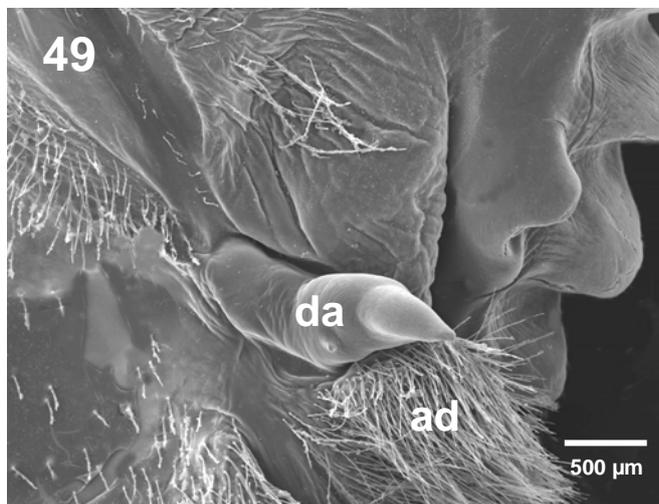
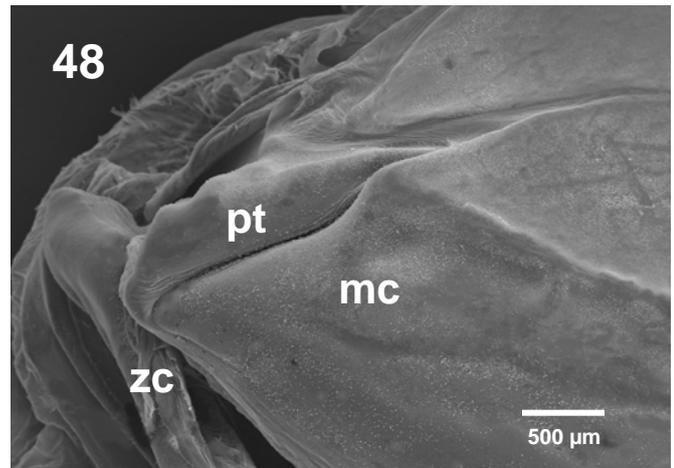
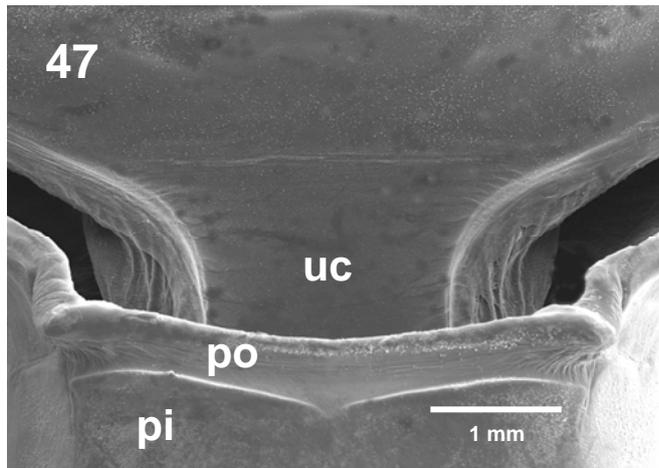


Fig. 46: *Parastacus brasiliensis*. Vista ventral do estômago. (am: ampolas, da: dente acessório, dm: dente medial, gt: gastrólitos, mc: ossículo mesocárdico, pe: ossículo pectineal, pt: ossículo pterocárdico, pz: processos molares do ossículo zigocárdico, ur: ossículo urocárdico, zc: ossículo zigocárdico). (barra: 5 mm)



Figs. 47-52: *Parastacus brasiliensis*. 47 e 48: vista dorsal do estômago cardíaco (uc: ossículo urocárdico; po: ossículo propilórico; pi: ossículo pilórico; mc: ossículo mesocárdico; pt: ossículo pterocárdico; zc: ossículo zigocárdico). 49 e 50: porção do estômago cardíaco seccionada (da: dente acessório; ad: almofada setosa dorsal; pz: processos molares do ossículo zigocárdico). 51: ampolas do estômago pilórico. 52: setas plumodenticuladas cobrindo a região membranosa interna do estômago cardíaco.

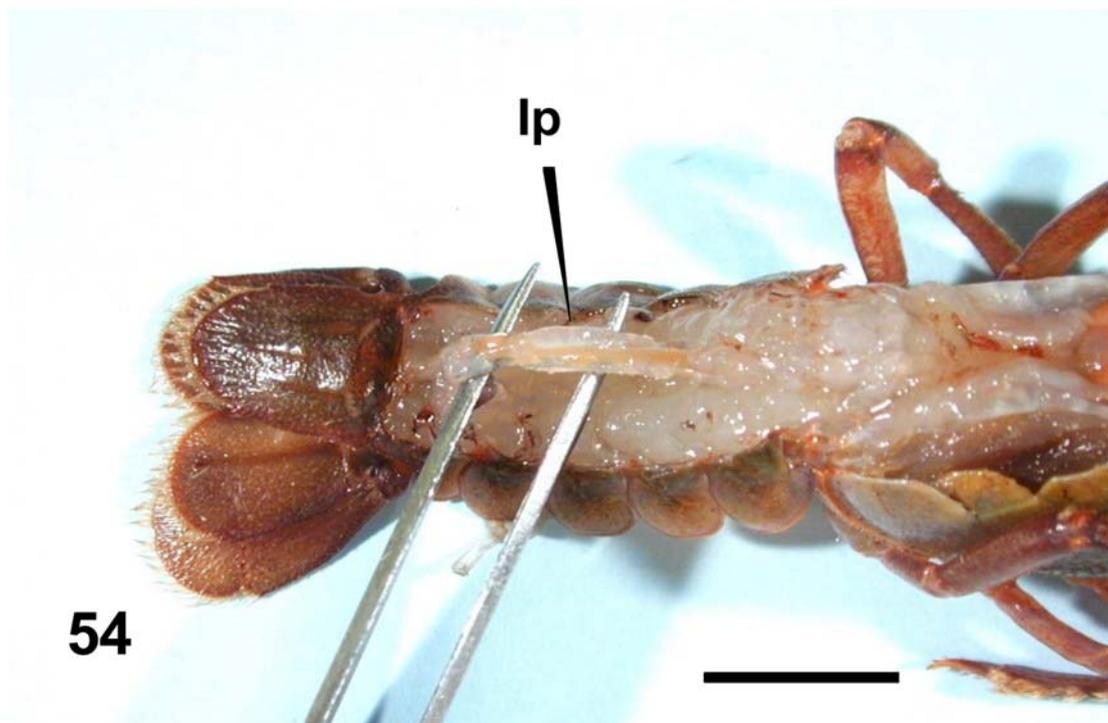
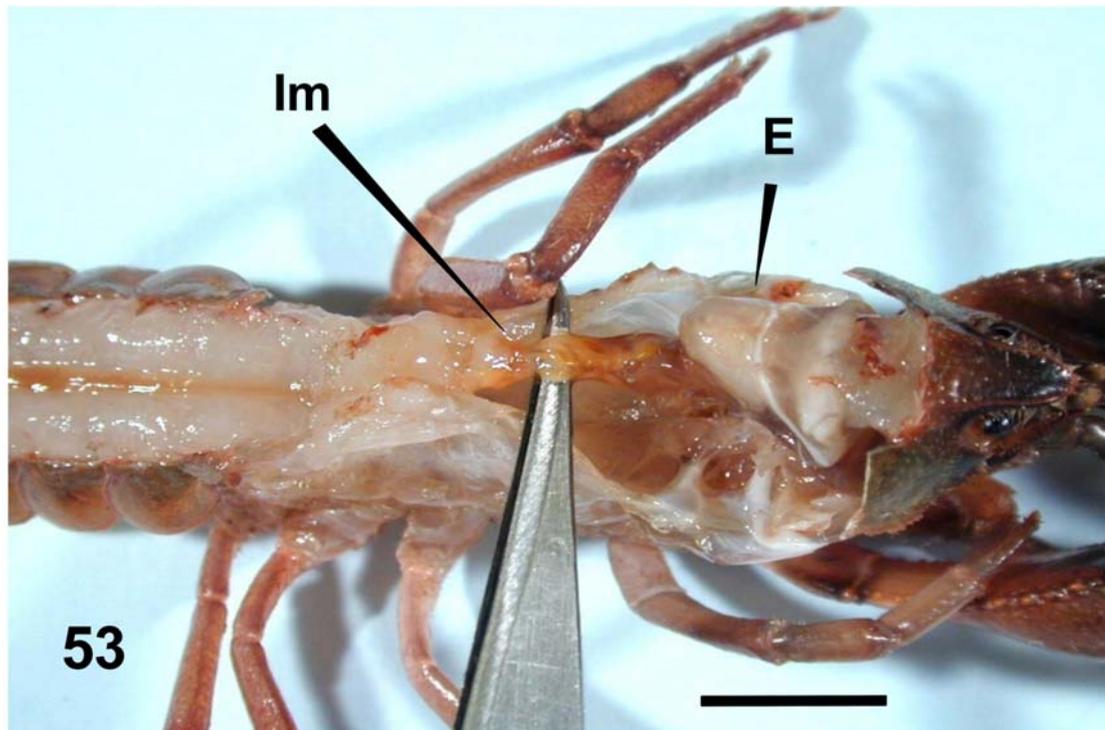


Fig. 53: *Parastacus brasiliensis*. Vista dorsal do cefalotórax (E: estômago; Im: intestino médio) (barra: 10 mm); **Fig. 54:** *Parastacus brasiliensis*. Vista dorsal do abdome (Ip: intestino posterior) (barra: 10 mm).

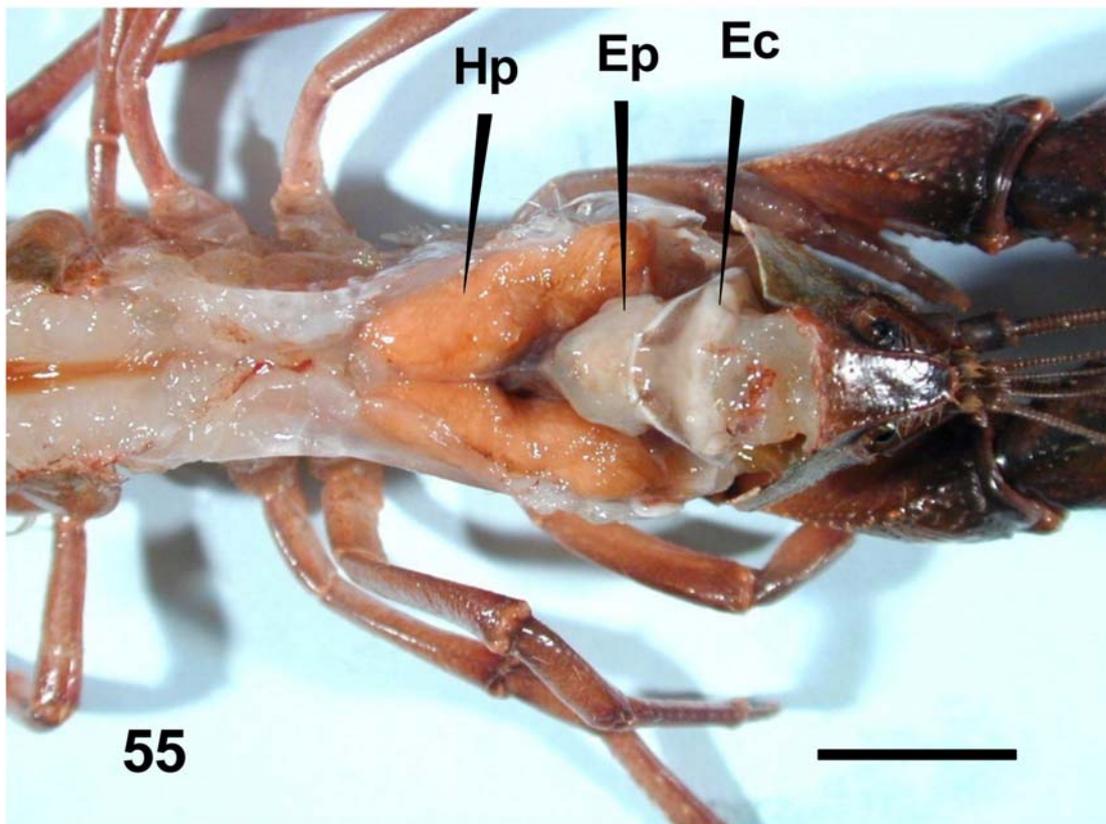


Fig. 55: *Parastacus brasiliensis*: Vista dorsal do cefalotórax (Hp: hepatopâncreas; Ec: estômago cardíaco; Ep: estômago pilórico). (barra: 10 mm)

b) Sistema Circulatório

Quando a carapaça de *Parastacus brasiliensis* é removida da região mediana, atrás do sulco cervical, isto é, quando a parede dorsal ou tergal do tórax é removida, uma câmara espaçosa é aberta. Esta cavidade é o pericárdio, ou seio pericárdico. O coração se aloja na região medial deste seio (Fig. 56).

O coração é suspenso na cavidade pericardial por uma série de ligamentos, que correspondem aos ligamentos contráteis observados por HUXLEY (1879) em *A. fluviatilis*. É um corpo muscular, com contorno hexagonal irregular quando visto de cima, um ângulo hexagonal anterior e outro posterior. Os ângulos laterais do hexágono são conectados por bandas de tecido fibroso à parede do seio pericardial. O coração possui três pares de ostíolos. Um par localizado lateralmente, um par dorsal anterior e um par dorsal posterior. HUXLEY (1879) examinando o coração de *A. fluviatilis* também notou a presença de três ostíolos. A posição destes é a mesma observada para *P. brasiliensis*. Quanto à localização e estrutura do coração não há diferença do que já foi investigado para os demais lagostins.

Do coração partem sete artérias principais: uma artéria oftálmica, um par de artérias antenais, um par de artérias hepáticas ou hepatopancreáticas, uma artéria abdominal dorsal e uma artéria esternal.

A artéria oftálmica origina-se a partir do ponto médio anterior do coração. Estende-se anteriormente de forma linear e forma aproximadamente em seu terço médio uma pequena dilatação que na literatura é chamada de *cor frontale*. O par de artérias antenais origina-se na região frontal do coração em ambos os lados do ponto de inserção da artéria oftálmica. Cada artéria antenal estende-se obliquamente em direção anterior à carapaça e dispõe-se por sobre o hepatopâncreas em grande parte do seu trajeto.

As artérias hepatopancreáticas inserem-se na porção ventro-anterior do coração em dois pontos situados aproximadamente embaixo dos ostíolos dorsais anteriores. Cada artéria hepática estende-se por entre os túbulos do hepatopâncreas, tanto no lóbulo anterior como no posterior desse órgão, apresentando numerosas ramificações (Fig. 57).

A artéria abdominal dorsal insere-se na superfície ventro-posterior do coração e dirige-se posteriormente por baixo do seio pericárdico emitindo ramificações para o intestino. Na altura do 2^o segmento abdominal, esta artéria bifurca-se em dois grandes ramos que se prolongam até o telso, por sobre o intestino posterior (Fig. 58).

Nos lados direito e esquerdo do ponto de inserção da artéria abdominal dorsal, insere-se também a artéria esternal que desce em direção ventral, formando dois ramos que contornam o intestino (Fig. 59). Após passar por entre os lóbulos posteriores do hepatopâncreas esses dois ramos se unem e passam por um forame no centro do gânglio torácico dando origem à artéria ventral torácica e à ventral abdominal (Fig. 60). A artéria ventral abdominal dispõe-se abaixo do gânglio torácico. Apresenta um par de ramificações laterais para o quarto e quinto pereiópodos. Posteriormente ao par de ramificações para o quarto e quinto par de pereiópodos, essa artéria prolonga-se como um ramo estreito abaixo do cordão nervoso na superfície ventral do abdome. As ramificações da artéria ventral abdominal dirigem-se, juntamente com os nervos ganglionares, para os respectivos apêndices. As brânquias são irrigadas por vasos branquipericardiais, que partem diretamente da cavidade pericardial (Fig. 61) A artéria ventral torácica, que se origina a partir da artéria esternal, juntamente com a artéria ventral abdominal, lança um par de ramificações laterais para cada um dos demais pereiópodos (3^o, 2^o e 1^o) e

apêndices bucais (Figs. 62 e 63). Arteriolas orais são ramificações que partem desta mesma artéria para irrigar os terceiros maxilípodos (Fig. 64), os segundos maxilípodos (Fig. 65), os primeiros maxilípodos, segundas maxilas (Fig. 66) e primeiras maxilas. No seu extremo anterior, a artéria ventral torácica apresenta ainda três ramificações em pequenas arteriolas para irrigar a mandíbula, musculatura da mandíbula e esôfago (Fig.67).

Sobre a irrigação dos apêndices bucais, poucas citações são encontradas. KAESTNER (1980) comenta que um ramo proximal de uma das artérias laterais supre externamente a mandíbula e BAUMANN (1921) *apud* VOGT (2002) descreve que artérias anteriores de *A. astacus* abastecem os órgãos do cefalotórax.

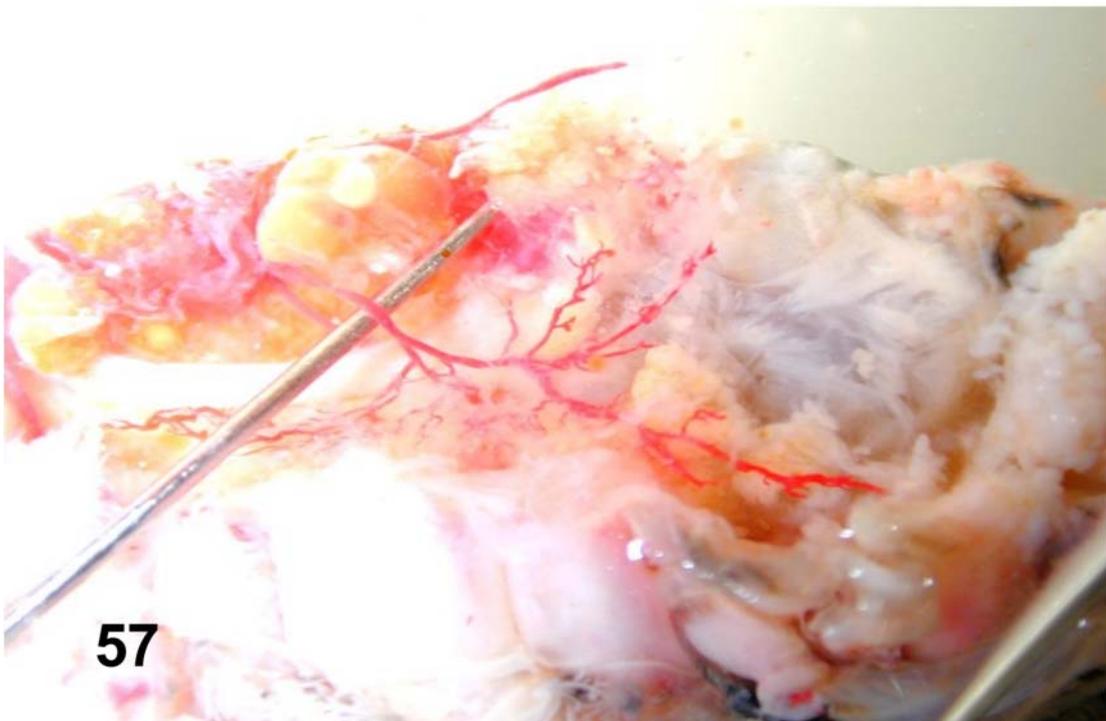
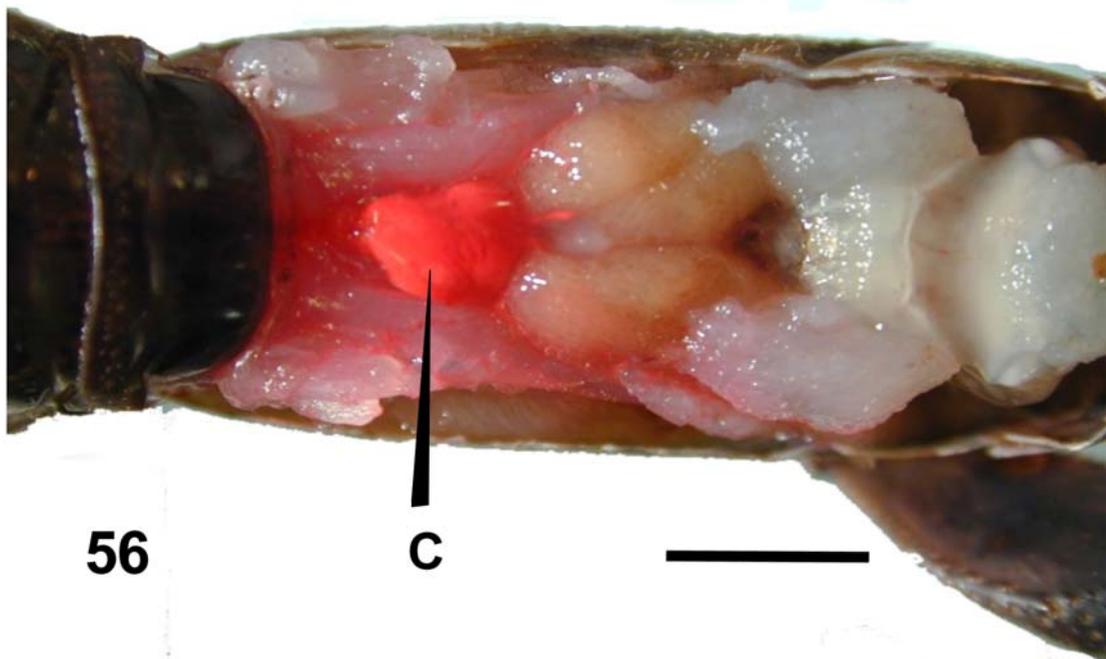
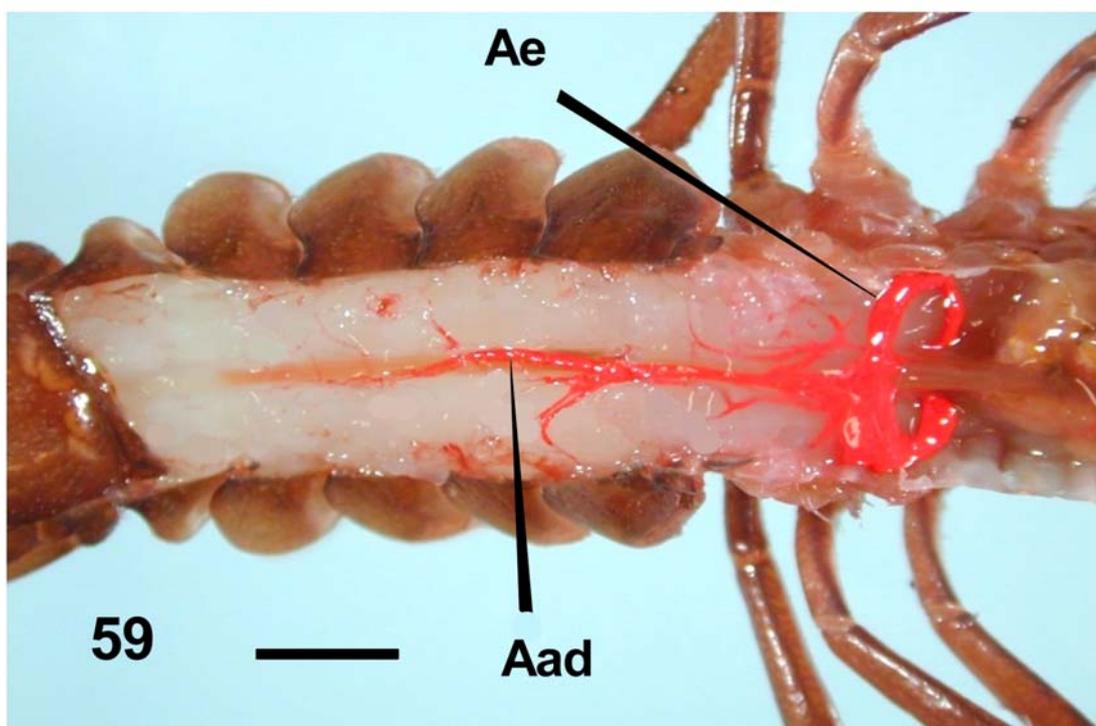
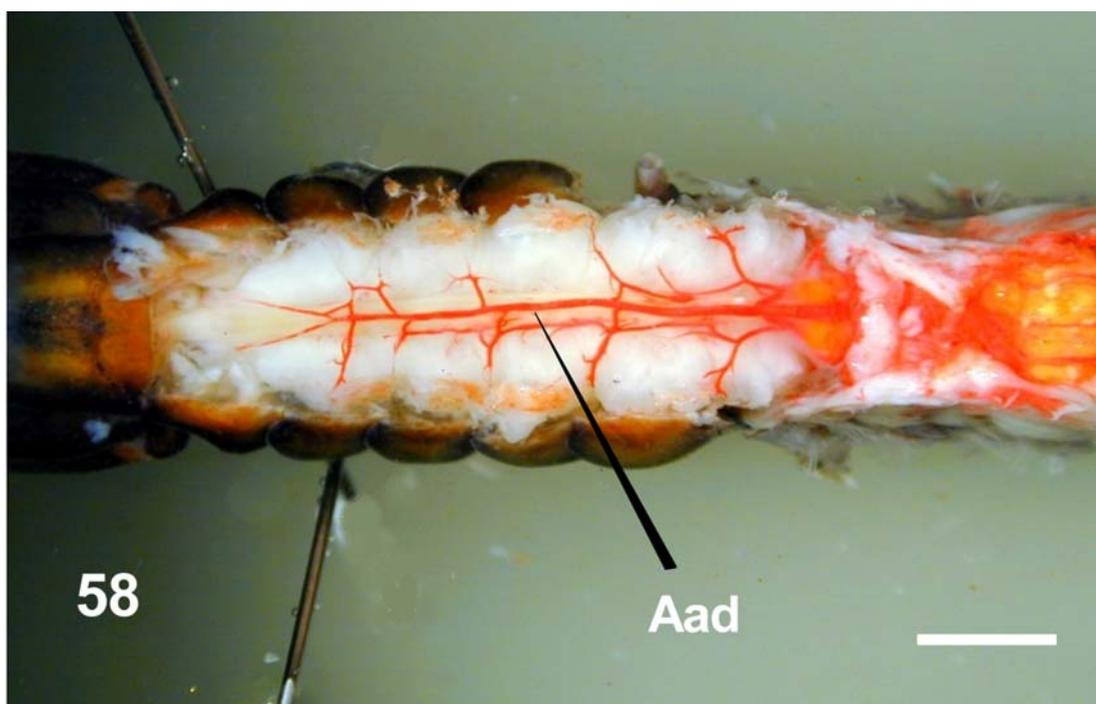


Fig. 56: *Parastacus brasiliensis*. Vista dorsal do cefalotórax (C: coração). (barra: 5 mm). **Fig. 57:** *Parastacus brasiliensis*. Vista lateral do cefalotórax – ramificações da artéria hepatopancreática.



Figs. 58 e 59: *Parastacus brasiliensis*: Vista dorsal do abdome (Aad: artéria abdominal dorsal; Ae: artéria esternal). (barra: 5 mm).

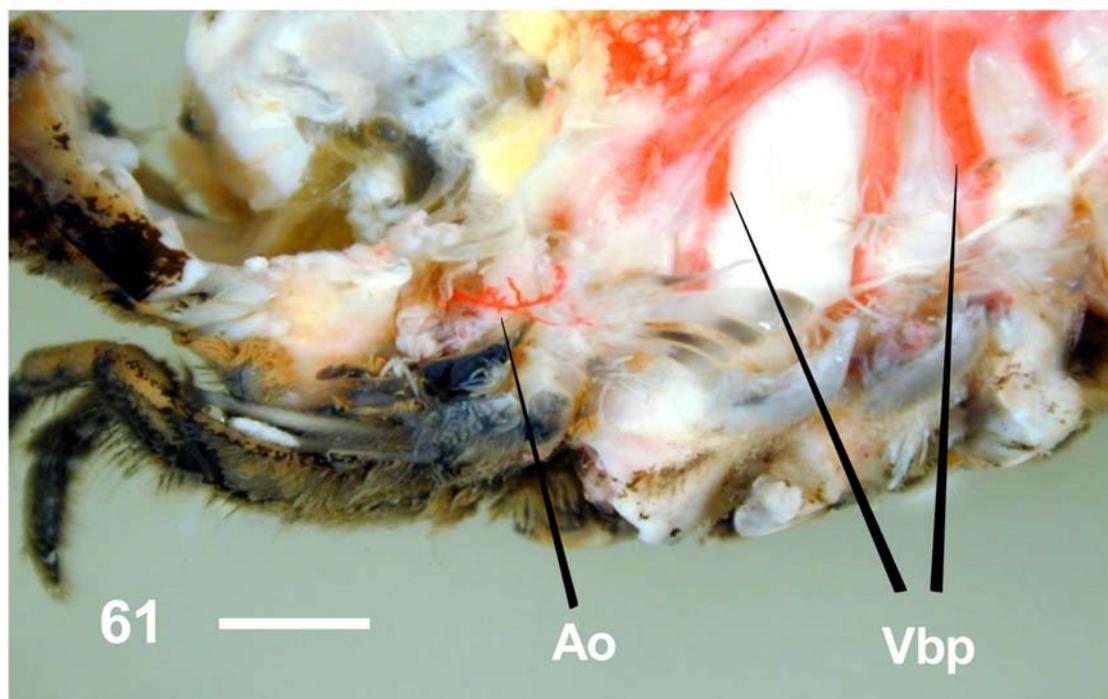
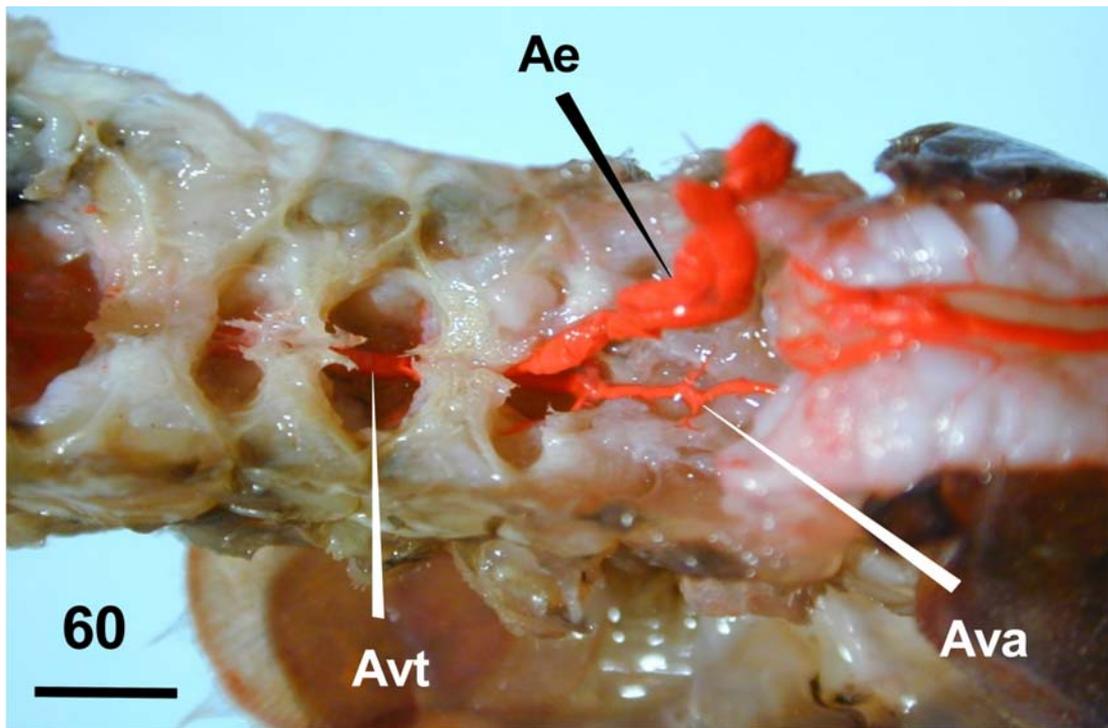


Fig. 60: *Parastacus brasiliensis*. Vista dorsal do cefalotórax. (Ae: artéria esternal; Ava: artéria ventral abdominal; Art: artéria ventral torácica). (barra: 5mm); **Fig. 61:** *Parastacus brasiliensis*. Região cefalotorácica vista lateralmente (Ao: arteríolas orais; Vbp: vasos branquiopericardiais). (barra: 5 mm).

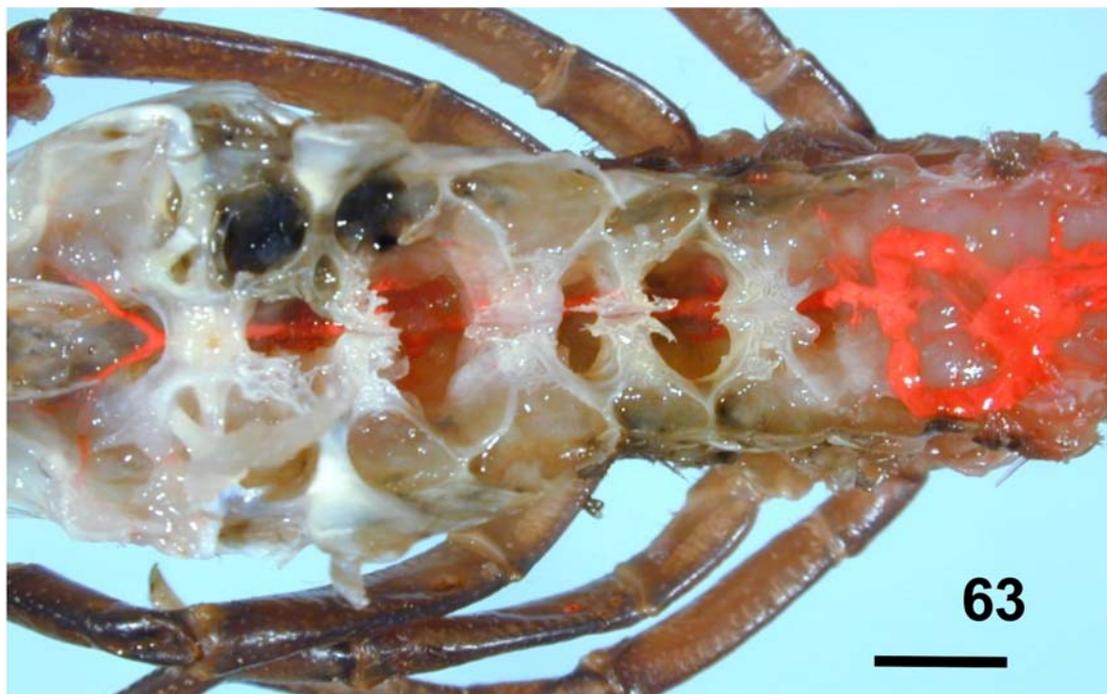
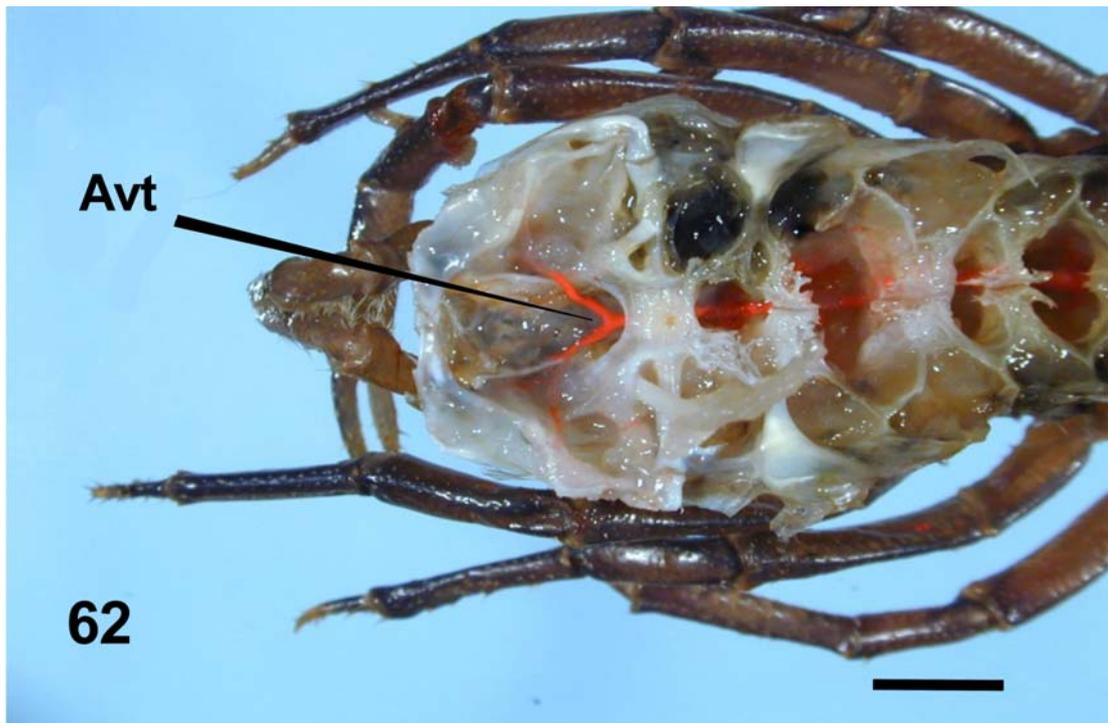


Fig. 62: *Parastacus brasiliensis*. Ramificações terminais da artéria ventral torácica na área bucal (Avt: artéria ventral torácica) (barra: 5 mm); **Fig. 63:** *Parastacus brasiliensis*. Vista dorsal do cefalotórax. Extensão total da artéria ventral torácica. (barra: 5 mm).



Fig. 64: *Parastacus brasiliensis*. Irrigação sangüínea do terceiro maxilípodo (barra: 1 mm); **Fig. 65:** *Parastacus brasiliensis*. Irrigação sangüínea do segundo maxilípodo (barra: 1 mm)



Fig. 66: *Parastacus brasiliensis*. Irrigação sangüínea da segunda maxila (barra: 1 mm); **Fig. 67:** *Parastacus brasiliensis*. Irrigação sangüínea da mandíbula (barra: 1 mm).

b) Sistema Respiratório

Parastacus brasiliensis, como os demais astacídeos, possui brânquias do tipo tricobrânquias, (Fig. 68) que totalizam seis pares de podobrânquias, seis pares de artrobrânquias anteriores, cinco pares de artrobrânquias posteriores e quatro pares de pleurobrânquias.

A margem do branquistegito é densamente coberta por pequenas setas plumodenticuladas. Retirando-se essa placa podemos observar a implantação das brânquias em um dos lados do corpo do animal. Seis podobrânquias estão fixadas na base do coxopodito do primeiro ao quarto pereiópodo e também no epipodito do segundo e terceiro maxilípodos que são modificados para originar essas brânquias. Elas aumentam em tamanho a partir do segundo maxilípodo em direção distal e possuem um aspecto alongado. São mais largas na região basal e diminuem gradualmente em direção ao ápice.

Retirando-se as podobrânquias aparecem as artrobrânquias, fixadas na membrana de articulação entre o coxopodito e o corpo do animal e ficam totalmente encobertas pelas podobrânquias. Estão distribuídas da seguinte maneira: uma na articulação do segundo maxilípodo, um par no terceiro maxilípodo, um par do primeiro ao quarto pereiópodos, sendo que, neste último par a artrobrânquia anterior está atrofiada.

Quatro pleurobrânquias estão fixadas na placa lateral do corpo, na altura do segundo ao quinto pereiópodos. Ficam totalmente encobertas pelas demais brânquias somente sendo possível sua visualização após a retirada daquelas.

As artrobrânquias alcançam aproximadamente a metade do tamanho das podobrânquias e as pleurobrânquias são discretamente menores que as artrobrânquias.

Comparações feitas com *Astacus astacus* mostram diferenças no número das artrobrânquias e pleurobrânquias. Em *P. brasiliensis* encontramos seis pares de artrobrânquias anteriores e cinco pares de artrobrânquias posteriores, sendo que o último desses pares é rudimentar. Já em *A. astacus* são cinco pares de artrobrânquias anteriores e seis pares de artrobrânquias posteriores bem desenvolvidas e mais um par rudimentar. As pleurobrânquias que em *P. brasiliensis* são quatro pares, em *A. astacus* apenas o último par é normal, enquanto os três restantes são vestigiais (HUXLEYI, 1879; BAUER, 1989). Já *Procambarus clarkii*, segundo BAUER (*op cit.*) possui um número bem maior de artrobrânquias, sendo onze pares, fato esse que compensaria a ausência de pleurobrânquias nesta espécie. Em *Pacifastacus leniusculus* as pleurobrânquias também são vestigiais.

Nas quatro espécies citadas, o número de podobrânquias é igual, o que concorda com as observações de SWAIN *et al.* (1988) em seu trabalho de comparação da morfologia das brânquias e câmara branquial, que elas são as maiores responsáveis pela respiração, já que carregam mais de 60% do total de filamentos branquiais.

As artrobrânquias e as pleurobrânquias de *P. brasiliensis* são de estrutura muito similar. Elas consistem de uma haste que contém dois vasos verticais muito finos que percorrem toda a sua extensão e são separados por um pequeno sulco. São vasos de irrigação sanguínea das brânquias (Fig. 69). Em torno da haste, numerosos e delicados filamentos branquiais se organizam obliquamente de maneira que seus ápices estejam voltados para a parte superior do eixo.

Nas podobrânquias, o epipodito forma uma lâmina alongada com aproximadamente 12 mm de comprimento por 3 mm de largura. Essa lâmina se

estende a partir do terço proximal do eixo principal da brânquia, de maneira perpendicular a este, no seu lado interno. Toda a superfície dessa lâmina é provida de setas gancho. Notam-se também setas multidenticuladas cobrindo toda a margem dessa lâmina. Longas setobrânquias se estendem da base do coxopodito dos pereiópodos para dentro da câmara branquial ficando entre os filamentos das podobrânquias e artrobrânquias. No lado externo do eixo, grande quantidade de filamentos branquiais estão dispostos de maneira idêntica às demais brânquias. Dentro do eixo principal da podobrânquia dois vasos estão presentes. Um aferente, anterior e um eferente, posterior, responsáveis pela irrigação sanguínea das brânquias (Fig. 70).

Os filamentos branquiais terminam com um pequeníssimo espinho apical, mais facilmente observados nos filamentos branquiais do epipodito do primeiro maxilípodo, já que esses filamentos estão em menor número e são um pouco maiores que os de localização diferente.

Em decapoda, uma redução no número de brânquias pode indicar um estágio derivado de um antecessor com mais brânquias ou uma adaptação para o hábitat. Entretanto, SWAIN *et al.*(1988) acha que a redução no número de brânquias entre lagostins é possível independente do hábitat, citando que as espécies cavadoras e anfíbias são mais bem sucedidas que as espécies terrestres. SWAIN *et al.* (*op cit.*) escrevem que espinhos apicais em filamentos branquiais parece ser fato comum a todos os Parastacídeos. Também especulam a função do espinho apical e seta gancho na câmara branquial. Eles descrevem uma função sensorial para a seta e mecânica para os espinhos apicais, para reduzir a possibilidade de colapso, aliviando o depósito de sujeira na superfície respiratória e ajudando a evitar uma conseqüente redução na superfície respiratória, durante prolongada exposição aérea.

McLAUGHLIN (1983) se refere a movimentos intencionais dos apêndices torácicos como sendo um aperto do processo setífero e das brânquias na base das patas. De acordo com esse autor, o comportamento é resultado do processo passivo de limpeza, como observado em *Procambarus clarkii*. Em alguns anomuros a densidade das setas do 5° pereiópodo é usada para escovar as brânquias ou sustentá-las mais abaixo da carapaça. Com essa ação há uma maior inalação respiratória de água pelas brânquias (POHLE, 1989b). Em *P. brasiliensis* também percebe-se um mecanismo passivo de limpeza das brânquias através das setas presentes no branquiostegito. Setobrânquias se estendem para dentro da câmara branquial, o que também é notado para as demais espécies investigadas (BATANG & SUZUKI, 2000; BAUER, 1989; BAUER, 1998 apud VOGT, 2002; HUXLEI, 1879; MAINA, 1990; SWAIN *et al.*, 1988 e THOMAS, 1970).

As setas multidenticuladas do escafognatito foram recentemente reconhecidas por BAUER (*op cit.*) como setas de limpeza que ajudam a reter partículas indesejáveis. Como essas setas são encontradas em *P. brasiliensis*, acredita-se que nesta espécie também possuem a mesma função.

Com relação à forma de cada tricobrânquia e sua localização não são notadas diferenças das já citadas na literatura com as de *P. brasiliensis*. Também não ocorrem as mastigobrânquias em *P. brasiliensis*, como foi observado por LOCHHEAD (1950) *apud* McLAUGHLIN (1983), para os lagostins do Hemisfério Sul.

À semelhança do descrito por BATANG & SUZUKI (*op cit.*) para *Cherax quadricarinatus*, também foram encontrados em *P. brasiliensis*, no epipodito do primeiro maxilípodo, filamentos branquiais tubulares que apicalmente terminam com um gancho. Entretanto, pelo que foi exposto por aqueles autores, o número

desses filamentos é bem maior do que o encontrado em *P. brasiliensis*. BATANG & SUZUKI (2000) referem-se ainda ao epipodito do primeiro maxilípodo, por carregar esses filamentos, como uma podobrânquia não desenvolvida, já que, com exceção da estrutura apical, esses filamentos são morfológicamente similares aos das outras brânquias. Esse fato não parece ser verdadeiro para *P. brasiliensis*, visto ao reduzido número desses filamentos nessa espécie.

De acordo com o que foi descrito por McLAUGHLIN (1983) e por MAINA (1990) as brânquias consistem essencialmente de um eixo central alongado com uma série de ramificações laterais, com um eixo central provido com canais sanguíneos aferentes e eferentes. A posição dos canais sanguíneos que irrigam as brânquias de *P. brasiliensis* não difere da organização citada por estes autores.

PRICE *et al.* (1995) e BAUER (1989) afirmam que pleurobrânquias e artrobrânquias de todas as famílias e podobrânquias de Parastacoidea seguem o mesmo esquema geral. Escrevem também sobre as podobrânquias de Astacoidea como sendo as mais complexas por possuírem uma placa epipodal com uma extensão distal em forma de asa (uma lâmina cuja face anterior é revestida pelos filamentos branquiais). Nossas observações, no entanto, nos permitem afirmar que essas lâminas também são observadas nas podobrânquias de *P. brasiliensis*, mais estreitas do que as descritas por aqueles autores para Astacoidea, mas não inconspícuas.



Fig. 68: *Parastacus brasiliensis*. Desenho esquemático de tricobrânquias.
(barra: 5mm)



Fig. 69: *Parastacus brasiliensis*. Vasos de irrigação sangüínea da artrobrânquia (barra: 1 mm); **Fig. 70:** *Parastacus brasiliensis*. Vasos de irrigação sangüínea da podobrânquia (barra: 1 mm).

d) Sistema Reprodutivo

Todos os indivíduos da espécie *P. brasiliensis* possuem dois pares de poros genitais. Os poros femininos, situados na base do terceiro par de pereiópos, de aspecto mais ovalado e de tamanho bem maior que os poros masculinos. Estes situam-se na base do quinto par de pereiópodos e possuem uma pequena protuberância. As margens externas dos poros, tanto masculinos quanto femininos, são cobertas por pequenas setas simples e paposas (Fig. 71).

Aspectos anatômicos e funcionais do aparelho reprodutor foram o tema de uma investigação detalhada de ALMEIDA & BUCKUP (1997). O trabalho dos referidos autores descreve que em *P. brasiliensis*, as gônadas são torácicas, tubulares e pares, justapostas no plano sagital, com forma e estrutura próprias de cada sexo. Escrevem ainda que, tanto os testículos como os ovários têm uma porção anterior vertical, situada atrás do estômago e circundada por parte do hepatopâncreas, e uma posterior horizontal, situada sob o coração e sobre o intestino. Constataram, em testículos e ovários, a existência de dois pares de dutos genitais: um par anterior, que se estende até os gonóporos femininos, situados nos coxopoditos do terceiro par de pereiópodos e um par posterior que se estendia até os gonóporos masculinos, situados nos coxopoditos do quinto par de pereiópodos. ALMEIDA & BUCKUP (2000) investigaram a ocorrência de hermafroditismo em *P. brasiliensis*. Fizeram análise anatômica e histológica das gônadas e, associando aos conhecimentos adquiridos anteriormente, indicaram a existência de três formas sexuais para essa espécie: machos intersexuados, transicionais e fêmeas intersexuadas. Os indivíduos transicionais também possuem dois pares de dutos genitais, com ootestículos, onde

células germinativas de ambos os sexos podem ser produzidas, indicando com isso, um caso de hermafroditismo protândrico.

A intersexualidade também é uma característica presente em *P. defossus*, pois ambos os sexos apresentam aberturas e dutos genitais do sexo oposto (ALMEIDA & BUCKUP, 1999). De acordo com esses autores, como *P. defossus* possui uma grande similaridade entre habitats e hábitos de vida com *P. pugnax* e *P. nicoleti* (espécies chilenas) as razões para a existência de um hermafroditismo seriam as mesmas, como a reduzida possibilidade de dispersão pela ausência de larvas, presença de barreiras, populações pequenas e isoladas ou o tamanho e idade de maturação diferente entre os sexos.

Conforme HOLDICH & REEVE (2002) em Astacídeos e Cambarídeos os testículos consistem de um par de lobos anteriores pareados e alongados e um lobo posterior único; o ovário é trilobado. Isso demonstra uma diferença significativa na morfologia desses grupos.

Nas famílias Astacidae e Cambaridae, do hemisfério norte, o principal caráter externo de dimorfismo sexual é a forma dos pleópodos, especialmente os do primeiro somito abdominal, que são vestigiais nas fêmeas e modificados em órgãos copulatórios nos machos. As aberturas genitais femininas situam-se nos coxopoditos do 3°. par de pereiópodos e as masculinas nos coxopoditos do 5°. par de pereiópodos (HOLDICH & REEVE, 1988). Nos lagostins pertencentes à família Parastacidae, ao contrário dos Astacidae e Cambaridae, nem machos, nem fêmeas, possuem pleópodos no primeiro somito abdominal, nem mesmo vestigiais (HORWITZ, 1988).

Isso provavelmente se deve à diferença na forma de reprodução desses grupos. SOKOL (1988) notou que entre os parastacídeos australianos a ocorrência de indivíduos intersexuados é razoavelmente comum, fato este também investigado em lagostins sul-americanos por ALMEIDA & BUCKUP (1997, 2000). Para RIEK (1972), *Parastacus* seria o único gênero da família em que as aberturas genitais masculinas e femininas existem em todos os indivíduos em todas as espécies. No entanto, os resultados obtidos por RUDOLPH (1990, 1995b), em *P. nicoleti*, contrariam a afirmativa de RIEK (*op cit.*), pois nesta espécie uma pequena porcentagem das populações estudadas é composta por indivíduos com dois pares de aberturas genitais.



Fig. 71: *Parastacus brasiliensis*. Coxopodito do terceiro (A) e quinto (B) pereiópodos. (barra: 5 mm)

CONCLUSÕES

- O processo de utilização das armadilhas mostrou-se eficaz para a captura de exemplares da espécie *Parastacus brasiliensis*;
- A técnica de dissecação proposta por MATTHES (1952) para *Astacus fluviatilis* fez-se adequado para a adaptação em *P. brasiliensis*;
- A utilização da técnica de perfusão com resinas coloridas foi bastante eficiente para o estudo do sistema circulatório;
- Os tipos e o padrão de distribuição das setas de *P. brasiliensis* segue o já descrito para *A. pallipes* por THOMAS (1973), diferenciando-se, porém, no basipodito e coxopodito do primeiro maxilípodo e primeira maxila, onde não foram encontradas setas serradas mas sim plumodenticuladas e multidenticuladas;
- A anatomia externa de *P. brasiliensis* assemelha-se às descrições feitas para os demais gêneros da família Parastacidae;
- Notou-se que as antênulas de *P. brasiliensis* alojam o estatocisto, principal órgão de equilíbrio dos lagostins, descrito por HUXLEY (1879) e MATTHES (1952) para *A. fluviatilis* e por VOGT (2002) para *Orconectes limosus*. Nas antenas foi possível observar os estetascos, mecanorreceptores;
- Os apêndices bucais de *P. brasiliensis* são bastante desenvolvidos, assim como a crista dentata do terceiro maxilípodo, características típicas da omnivoria, o que também pode ser observado por um estômago bem desenvolvido, com a presença de dentes e ossículos bastante robustos e um hepatopâncreas volumoso;
- O sistema circulatório de *P. brasiliensis* é aberto. A vascularização atinge todos os apêndices bucais, que recebem sangue através de pequenas arteríolas orais, ramificações da artéria ventral torácica;

- *P. brasiliensis* possui brânquias do tipo tricobrânquias que em número e grau de desenvolvimento diferem dos representantes Astacoidea, já que *P. brasiliensis* possui pleurobrânquias bem desenvolvidas nos pereiópodos 2 ao 4 enquanto na outra superfamília, as pleurobrânquias são vestigiais. Já as artrobrânquias dos representantes Astacoidea estão em maior número do que as de *P. brasiliensis*;

- *P. brasiliensis* possui dois pares de poros genitais, confirmando o hermafroditismo estudado por ALMEIDA & BUCKUP (2000). O primeiro par de pleópodos está ausente e não há qualquer modificação associada a reprodução e nenhum tipo de dimorfismo sexual foi observado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHE, B. 1982. Chemoreception and thermoreception, p. 369-398. *In*: H.L. ATWOOD & D.C. SANDEMAN (Eds). **The biology of Crustacea – Neurobiology: structure and function. 3**. Academic Press, New York, XXII + 479p.
- ALMEIDA, A.O. & L. BUCKUP. 1997. Aspectos anatômicos e funcionais do aparelho reprodutor de *Parastacus brasiliensis* (von Martens) (Crustacea, Decapoda, Parastacidae). **Revta bras. de Zool.**, **14** (2): 497-509.
- _____. 1999. Caracteres sexuais primários e secundários do lagostim *Parastacus defossus* Faxon, 1898 (Crustacea, Parastacidae). **Nauplius**, **7**: 113-126.
- _____. 2000. Occurrence of protandric hermaphroditism in a population of the neotropical freshwater crayfish *Parastacus brasiliensis* (Parastacidae). **J. Crustacean Biol.**, **20** (2): 224-230.
- AMEYAW-AKUMFI, C. & B. A. HAZLETT. 1975. Sex recognition in the crayfish *Procambarus clarkii*. **Science**, **190**: 1225-1226.
- BARBER, S.B. 1961. Chemoreception and thermoreception, p. 109-131. *In*: T.H. WATERMAN (Ed). **The Physiology of Crustacea. II**. Academic Press, New York, XIV + 681p.
- BARRADAS, C.; S. DUNEL-ERB; J. LIGNON & A. PÉQUEUX. 1999. Superimposed morphofunctional study of ion regulation and respiration in single gill filaments of the crayfish *Astacus leptodactylus*. **J. Crustacean Biol.**, **19** (1): 14-25.
- BATANG, Z.B. & H. SUZUKI. 1999. Gill-cleaning mechanisms of the mud lobster *Thalassina anomala* Herbst, 1804 (Decapoda: Thalassinidea:Thalassinidae). **J. Crustacean Biol.**, **19** (4): 671-683.
- _____. 2000. Gill structure and gill-cleaning mechanisms of the redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (Decapoda, Astacidea, Parastacidae). **J. Crustacean Biol.**, **20** (4): 699-714.
- BAUER, R.T. 1989. Decapod crustacean grooming: functional morphology, adaptive value, and phylogenetic significance, p. 49-73. *In*: B.E. FELGENHAUER *et al.* (Eds). **Functional morphology of feeding and grooming in Crustacea. Crustacean Issues 6**. A. A. Balkema, Rotterdam, The Netherlands, X + 225p.

- BOND-BUCKUP, G.; N.F. FONTOURA; N.P. MARRONI & L.C. KUCHARSKI. 1991. **O caranguejo – Manual para o ensino prático em zoologia**. Editora da Universidade, UFRGS, Porto Alegre, 71p.
- BOND-BUCKUP, G.; A.A.P. BUENO & K.A. KEUNECKE. 1996. Primeiro estágio juvenil de *Aegla prado* SCHMITT (Crustacea, Decapoda, Anomura, Aeglidae). **Revta bras. de Zool.**, **13** (4): 1049-1061.
- _____. 1998. Morphological characteristics of juvenile specimens of *Aegla* (Decapoda, Anomura, Aeglidae). **Proceedings of the Fourth International Crustacean Congress, Amsterdam**, **1**: 371-381.
- BUCKUP, L. & A. ROSSI. 1980. O gênero *Parastacus* no Brasil (Crustacea, Decapoda, Parastacidae). **Rev. Brasil. Biol.**, **40** (4): 663-681.
- _____. 1993. Os Parastacidae do espaço meridional andino (Crustacea, Astacidea). **Rev. Brasil. Biol.**, **53** (2): 167-176.
- BUENO, A.A.P. & G. BOND-BUCKUP. 1996. Os estágios iniciais de *Aegla violacea* Bond-Buckup & Buckup (Crustacea, Anomura, Aeglidae). **Nauplius**, **4**: 39-47.
- BROOK, H.J.; T.A. RAWLINGS & R.W. DAVIES. 1994. Protogynous sex change in the intertidal isopod *Gnorimosphaeroma oregonense* (Crustacea: Isopoda). **Biol. Bull.**, **187**: 99-111.
- BROWN, P.B. 1995. Physiological adaptations in the gastrointestinal tract of crayfish. **Amer. Zool.**, **35** (1): 20-27.
- BUSH, B.M.H. & M.S. LAVERACK. 1982. Mechanoreception, p. 399-468. *In*: H.L. ATWOOD & D.C. SANDEMAN (Eds). **The biology of Crustacea – Neurobiology: structure and function. 3**. Academic Press, New York, XXII + 479p.
- CALAZANS, D. & R. INGLE. 1998. The setal morphology of the larval phases of the Argentinean red shrimp *Pleoticus muelleri* Bate, 1888 (Decapoda: Solenoceridae). **Invert. Reprod. Devel.**, **33** (2-3): 109-126.
- CASTRO, T.S. & G. BOND-BUCKUP. 2003. The morphology of cardiac and pyloric foregut of *Aegla platensis* Schimitt (Crustacea, Anomura, Aeglidae). *Memoirs of Museum Victoria*, **60** (1): 53-57.
- CHAPPLE, W.D. 1982. Muscle, p. 151-184. *In*: H.L. ATWOOD & D.C. SANDEMAN (Eds) **The biology of Crustacea – Neurobiology: structure and function. 3**. Academic Press, New York, XXII + 479p.

- CHARNIAUX-COTTON, H. & G. PAYEN. 1985. Sexual Differentiation, p. 217-299. *In*: D.E. BLISS (Ed). **The Biology of Crustacea. 9**. New York, Academic Press, X + 550p.
- CHISAKA, H.; M. UENO & Y. FUTAESAKU. 1999. Spines in the hindgut of the crayfish *Procambaeus clarkii* (Decapoda): their distribution and correlation with hindgut muscles. **J. Crustacean Biol.**, **19** (2): 337-343.
- COHEN, M.J. & S. DIJKGRAF. 1961. Mechanoreception, p. 65-108. *In*: T.H. WATERMAN (Ed). **The Physiology of Crustacea. II**. Academic Press, New York, XIV + 681p.
- COOKE, I.M. & R.E. SULLIVAN. 1982. Hormones and neurosecretion, p. 205-290. *In*: H.L. ATWOOD & D.C. SANDEMAN (Eds). **The biology of Crustacea – Neurobiology: structure and function. 3**. Academic Press, New York, XXII + 479p.
- DALL, W. & D.J.W. MORTIARY. 1983. Functional Aspects of Nutrition and Digestion, p. 215-261. *In*: L.H.MANTEL (Ed). **The biology of Crustacea - Internal anatomy and physiological regulation. 5**. Academic Press, New York, XXIII + 471p.
- DENNEL, R. 1960. Integument and Exoskeleton, p. 449-472. *In*: T.H. WATERMAN (Ed). **The Physiology of Crustacea. I**. Academic Press, New York, XVII + 670p.
- DRACH, P. & F. JACQUES. 1977. Système sétifère des crustacés décapodes: Principes d'une classification générale. **C. R. Acad. Sci.**, Paris, 284, 1995-1998.
- DÍAZ, H. & G. RODRÍGUEZ. 1977. The branchial chamber in terrestrial crabs: a comparative study. **Biol. Bull.**, **153** (3): 485-504.
- EVOY, W.H. & J. AYRES. 1982. Locomotion and Control of Limb Movements, p. 61-105. *In*: D.C. SANDEMAN & H.L. ATWOOD (Eds). **The biology of Crustacea – Neural integration and behaviour. 4**. Academic Press, New York, XXII + 327p.
- FACTOR, J.R. 1989. Development of the Feeding Apparatus in Decapod Crustaceans, p.185-203. *In*: B.FELGENHAUER, WATLING & THISTLE (Eds). **Functional morphology of feeding and grooming in Crustacea. Crustacean Issues 6**. A.A. Balkema, Rotterdam, The Netherlands, X + 225p.

- FARMER, A.S. 1974. The functional morphology of the mouthparts and pereopods of *Nephrops norvegicus* (L.) (Decapoda:Nephropidae). **J. Nat. Hist.**, **8**: 121-142.
- FAXON, W. 1898. Observations on the Astacidae in the United States National Museum and in the Museum of Comparative Zoology, com descriptions of new species. **Proc. U. S. Nat. Mus.**, **20**: 643-694.
- _____. 1914. Notes on the crayfishes in the United States National Museum and the Museum of Comparative Zoology with descriptions of new species and subspecies to wich is append a catalogue of the known species and subspecies. **Mem. Mus. Comp. Zool. Harvard College**, **40** (8): 351-427.
- FELGENHAUER, B.E. 1987. Techniques for preparing crustaceans for scanning eletron microscopy. **J. Crustacean Biol.**, **7** (1): 71-76.
- FELGENHAUER, B.E. & L.G. ABELE. 1985. Feeding structures of two atyid shrimps, with comments on caridean phylogeny. **J. Crustacean Biol.**, **5** (3):397-419.
- FINGERMAN, M. 1995. Endocrine Mechanisms in Crayfish, with Emphasis on Reproduction and Neurotransmitter Regulation of Hormone Release. **Amer. Zool.**, **35** (1): 68-78.
- FISH, S. 1972. The setae of *Eurydice pulchra* (Crustacea: Isopoda). **J. Zool.**, 166: 163-177.
- FONTOURA, N.F. & L. BUCKUP. 1989a. O crescimento de *Parastacus brasiliensis* (von Martens, 1869) (Crustacea, Decapoda, Parastacidae). **Revta bras. de Zool.**, **49** (4): 897-909.
- _____. 1989b. Dinâmica populacional e reprodução em *Parastacus brasiliensis* (von Martens, 1869) (Crustacea, Decapoda, Parastacidae). **Revta bras. de Zool.**, **49** (4): 911-921.
- FRETTER, V. & A. GRAHAM. 1976. **A Functional Anatomy of Invertebrates**. Academic Press, New York.
- FULLER, E.G.; G.J. HIGHISON; F. BROWN & C. BAYER. 1989. Ultrastructure of the Crayfish Antennal Gland Revealed by Scanning and Transmission Electron Microscopy Combined With Ultrasonic Microdissection. **J. Morphol.**, **200**: 9-15.
- GHISELIN, M.T. 1969. The evolution of hermaphroditism among animals. **Q. Rev. Biol.**, **44**: 189-208.

- GINSBURGER-VOGEL, T. 1991. Intersexuality in *Orchestia mediterranea* Costa, 1853, and *Orchestia aestuarensis* Wildish, 1987 (Amphipoda): a consequence of hybridization or parasitic infestation? **J. Crustacean Biol.**, **11** (4): 530-539.
- GORGELS-KALLEN, J.L.; VAN HERP, F. & LEUVEN, R.S.E.W. 1982. A Comparative Immunocytochemical Investigation of the Crustacean Hyperglycemic Hormone (CHH) in the Eyestalks of Some Decapod Crustacea. **J. Morphol.**, **174** (2): 161-168.
- GOVIND, C.K. & ATWOOD, H.L. 1982. Organization of neuromuscular systems, p. 63-150. *In*: H.L. ATWOOD & D.C. SANDEMAN (Eds). **The biology of Crustacea – Neurobiology: structure and function. 3**. Academic Press, New York, XXII + 479p.
- GROWNS, I.O. & RICHARDSON, A.M.M. 1990. A comparison of the gastric mills of nine species de parastacid crayfish from a range of habitats, using multivariate morphometrics (Decapoda, Astacoidea). **Crustaceana**, **58** (1): 33-44.
- HASEGAWA, Y.; E. HIROSE & Y. KATAKURA. 1993. Hormonal control of sexual differentiation and reproduction in Crustacea. **Amer. Zool.**, **33** (3): 403-411.
- HOBBS, H. H. JR. 1974. Synopsis of the families and genera of crayfishes (Crustacea:Decapoda). **Smithson. Contrib. Zool.**, **164**: 1-32.
- HOBBS, H. H. JR. 1987. A Review of the Crayfish Genus Astacoides (Decapoda: Parastacidae). **Smithson. Contrib. Zool.**, **443**.
- _____. 1988. Crayfish distribution, adaptive radiation and evolution, p. 52-82. *In*: D. M. HOLDICH & R.S. LOWERY (Eds). **Freshwater crayfish: biology, management and exploitation**. Portland, Timber Press, VIII + 498p.
- HODGSON, G. 1958. Electrophysiological studies of arthropod chemoreceptors. III. Chemoreceptors of terrestrial and freshwater arthropods. **Biol. Bull.**, **115**: 114-25.
- HOGGER, J.B. 1988. Ecology, Population Biology and Behaviour, p. 114-144. *In*: D. M. HOLDICH & R. S. LOWERY (Eds). **Freshwater crayfish: biology, anagement and exploitation**. Portland, Timber Press, VIII + 498p.
- HOLDICH, D.M. 2002. Background and Functional Morphology, p. 3-29. *In*: D.M. HOLDICH (Ed). **Biology of freshwater crayfish**. London, Blackwell Science, VII + 702p.

- HOLDICH, D.M. & I.D. REEVE. 1988. Functional Morphology and Anatomy, p.11-51. *In*: D. M. HOLDICH & R. S. LOWERY (Eds). **Freshwater crayfish: biology, management and exploitation**. Portland, Timber Press, VIII + 498p.
- HORWITZ, P. 1988. Secondary sexual characteristics of females of the freshwater crayfish genus *Engaeus* (Decapoda, Parastacidae). **Crustaceana**, **54** (1): 25-32.
- HUXLEY, T.H., 1879, 1880, 1881, 1974. **The crayfish. An introduction to the study of zoology**. Kegan Paul, London. Mit Press. Cambridge, Massachusetts, XXVII + 371p.
- ICELY, J.D. & J.A. NOTT. 1992. Digestion and Absorption: Digestive System and Associated Organs, p.147-201. *In*: F.W. HARRISON & A.G. HUMES (Eds). **Microscopic Anatomy of Invertebrates: Decapod Crustacea**, **10**. Wiley-Liss, Inc., 459p.
- JACQUES, F. 1989. The setal system of crustaceans: types of setae, groupings, and functional morphology, p.1-13. *In*: B.E. FELGENHAUER *et al.* (Eds). **Functional morphology of feeding and grooming in Crustacea. Crustacean Issues 6**. A.A. Balkema, Rotterdam, The Netherlands, X + 225p.
- KAESTNER, A. 1980. **Invertebrate Zoology. III**. Robert E.Krieger Publishing Company. Huntington, New York, VII + 523p.
- KHALAILA, I. & A. SAGI. 1997. Intersexuality and its control by the androgenic gland in the crayfish *Cherax quadricarinatus*. **J. Reprod. Devel.**, **43**, Suppl, 69-70.
- KROL, R.M.; W.E. HAWKINS & R.M. OVERSTREET. 1992. Reproductive components, p. 295-343. *In*: F.W. HARRISON & A.G. HUMES (Eds). **Microscopic Anatomy of Invertebrates: Decapod Crustacea**, **10**. Wiley-Liss, Inc., 459p.
- KULKARNI, G.K.; L. GLADE & M. FINGERMAN. 1991. Oogenesis and effects of neuroendocrine tissues on in vitro synthesis of protein by the ovary of the red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Girard). **J. Crustacean Biol.**, **11** (4): 513-522.
- KUNZE, J. & D.T. ANDERSON. 1979. Functional morphology of the mouthparts and gastric mill in the hermit crabs. **Aust. Jour. Mar. Freshwater Res.**, **30**: 683-722.
- LAUFER, H.; J.S.B. AHE & A. SAGI. 1993. The Role of Juvenile Hormones in Crustacean Reproduction. **Amer. Zool.**, **33** (3): 365-374.

- LOCKWOOD, A.P.M. 1968. **Aspects of the physiology of Crustacea**. Edinburgh: Oliver & Boyd, 328p.
- LOYA-JAVELLANA, G. N.; R.D. FIELDER & M.J. THORNE. 1994. Ontogeny of foregut in the tropical freshwater crayfish, *Cherax quadricarinatus* von Martens, 1868 (Parastacidae: Decapoda). **Invert. Reprod. Devel.**, **25** (1): 49-48.
- LOYA-JAVELLANA, G. N. & P.J.R. UWINS. 2000. Early ontogeny of the proventriculus and mandible in the mud crab, *Scylla serrata* (Decapoda: Brachyura), and its implications on larviculture, p.771-777. *In*: J. C. V. V. KLEIN & F. SCHRAM (Ed). **The Biodiversity Crisis and Crustacea. Crustacean Issues 12**. A.A Balkema, Rotterdam, The Netherlands, XIV + 848p.
- MAINA, J.N. 1990. The morphology of the gills of the freshwater African crab *Potamon niloticus* (Crustacea: Brachyura: Potaminidae): a scanning and transmission electron microscopic study. **J. Zool.**, **221** (3): 499-515.
- MARTIN, G.G. & J.E. HOSE. 1992. Vascular elements and blood. *In* F.W. HARRISON & A.G. HUMES (Eds). **Microscopic Anatomy of Invertebrates. Decapod Crustacea. Vol. 10**, Wiley-Liss, Inc., 459p.
- MATTHES, E. 1952. **Guia de trabalhos práticos de zoologia**. Coimbra: Universidade de Coimbra, 426p.
- McLAUGHLIN, P.A. 1982. Comparative Morphology of Crustacean Appendages. p.197-256. *In*: L.G. ABELE (Ed). **The biology of Crustacea: Embryology, Morphology, and Genetics. 2**. Academic Press, New York, XXI + 440p.
- _____. 1983. Internal Anatomy, p.1-52. *In*:L.H. MANTEL (Ed). **The biology of Crustacea: Internal anatomy and physiological regulation. 5**. Academic Press, New York, XXIII + 471p.
- MEISS, D.E. & R.S. NORMAN. 1997. A comparative study of the stomatogastric system of several decapod crustacea. I. Skeleton. **J. Morphol.**, **152**, 21-54.
- MELLON, D. 1963. Electrical responses from dually innervated tactile receptors on the thorax of the crayfish. **J. Exp. Biol.**, **40**, 137-48.
- MERCIER, A.J. & R.T. RUSSENES. 1992. Modulation of Crayfish Hearts by FMRamide-related Peptides. **Biol. Bull.**, **182** (3): 333-340.
- NAKAO, T. 1974. Electron microscopic study of the open circulatory system of the Shrimp, *Caridina japonica*. **J. Morphol.**, **144** (3): 361-369.

- NAKATANI, I. & T. OTSU. 1979. The effects of eyestalk, leg, and uropod removal on the molting and growth of young crayfish, *Procambarus clarkii*. **Biol. Bull.**, **157** (1): 182-188.
- NELSON, M.M.; S.L.COX. & D.A.RITZ. 2002. Function of mouthparts in feeding behavior of phyllosoma larvae of the packhorse lobster, *Jasus verreauxi* (Decapoda: Palinuridae). **J. Crustacean Biol.**, **22** (3):595-600.
- NISHIDA, S.; B.D. QUIGLEY; J.D. BOOTH; T. NEMOTO & J. KITAKA. 1990. Comparative morphology of the mouthparts and foregut of the final-stage phyllosoma, puerulus, and postpuerulus of the rock lobster *Jasus edwardsii* (Decapoda: Palinuridae). **J. Crustacean Biol.**, **10** (2):293-305.
- PAGE, C.H. 1982. Control of Posture, p. 33-59. *In*: SANDEMAN, D.C & H.L. ATWOOD (Eds). **The biology of Crustacea – Neural integration and behaviour. 4**. Academic Press, New York, XXII + 327p.
- PÉQUEUX, A. 1995. Osmotic regulation in crustaceans. **J. Crustacean Biol.**, **15** (1): 1-60.
- POHLE, G. 1989b. Gill and embryo grooming in lithothid crabs: comparative functional morphology based on *Lithodes maja*, p. 75-94. *In*: B.E. FELGENHAUER *et al.* (Eds). **Functional morphology of feeding and grooming in Crustacea. Crustacean Issues 6**. A.A. Balkema, Rotterdam, The Netherlands, X + 225p.
- PÖEPPIG, E. 1835. **Reise in Chile, Peru und auf dem Amazonasstrome während der Jahre 1827-1832**. 1: i-xviii, 1-466.
- PRICE, M.T.C.; J.E. STEWART; P.C. O'SHEA; B. WITHERS & KNOTT. 1995. Gill structure and function in the marrom *Cherax tenuimanus* (Smith 1912) (Decapoda:Parastacidae). **Freshwater Crayfish 10**: 287-291.
- REIBER, C.L. 1997. Ontogeny of cardiac and ventilatory function in the crayfish *Procambarus clarkii*. **Amer. Zool.**, **37** (1): 82-91.
- _____. 1997. Oxygen sensitivity in the crayfish *Procambarus clarkii*: peripheral O₂ receptors and their effect on cardiorespiratory functions. **J. Crustacean Biol.**, **17** (2): 197-206.
- REYNOLDS, J.D. 2002. Growth and Reproduction, p.152-191. *In*: D.M. HOLDICH (Ed). **Biology of freshwater crayfish**. London, Blackwell Science, XVII + 702p.

- RHODES, C.P. & D.M. HOLDICH. 1979. On size and sexual dimorphism in *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet). **Aquaculture**, **17**, 345-58.
- RIEK, E. 1971. The freshwater crayfishes of South America. **Proc. Biol. Soc. Wash.**, **84** (16): 129-136.
- _____. 1972. The phylogeny of the Parastacidae (Crustacea, Astacoidea), and description of a new genus of australian freshwater crayfishes. **Aust. J. Zool.**, **20**: 369-389.
- RUDOLPH, E.H. 1990. Caracteres sexuales externos del camarón excavador, *Parastacus nicoleti* (Philippi, 1882). **Biota**, **6**: 19-34.
- _____. 1995b. Partial protandric hermaphroditism in the burrowing crayfish *Parastacus nicoleti* (Philippi, 1882) (Decapoda, Parastacidae). **J. Crustacean Biol.**, **15** (4): 720-732.
- _____. 1997. Intersexualidad en el camarón excavador *Parastacus pugnax* (Poeppig, 1835) (Decapoda, Parastacidae). **Invest. Mar.**, Valparaíso, **25**: 7-18.
- _____. 1999. Intersexuality in the freshwater crayfish *Samastacus spinifrons* (Philippi, 1882) (Decapoda, Parastacidae). **Crustaceana**, **72**: 325-337.
- RUDOLPH, E. & L. ZAPATA. 1986. Desarrollo embrionario y postlarval del camarón de las vegas *Parastacus nicoleti* (Philippi, 1882), em condiciones de laboratorio. **Biota**, **2**: 37-50.
- SAGI, A.; I. KHALAILA; A. BARKI; G. HULATA & I. KARPLUS. 1996. Intersex red claw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (von Martens): functional males with pre-vitellogenic ovaries. **Biol. Bull.**, **190** (1): 16-23.
- SANDEMAN, D.C. Organization of the Central Nervous System, p. 01-61. *In*: H.L. ATWOOD & D.C. SANDEMAN (Eds). **The biology of Crustacea – Neurobiology: structure and function**. **3**. Academic Press, New York, XXII + 479p.
- SANDEMAN, D.; R. SANDEMAN; C. DERBY & M. SCHMIDT. 1992. Morphology of the Bracon of Crayfish, Crabs, and Spiny Lobsters: A Common Nomenclature for Homologous Structures. **Biol. Bull.**, **183** (2): 304-326.
- SCOTTO, L.E. 1980. Studies on Decapod Crustacea from the Indian River Region of Florida. XIV: A Method for rapid preparation of Brachyuran larval for scanning electron microscopy. **Crustaceana**, **38** (1): 99-101.
- SMITH, R. 1978. The midgut caeca and the limits of the midgut in Brachyura: a clarification. **Crustaceana**, **35**, 195-205.

- SOKOL, A. 1988. The Australian Yabby, p. 401-424. *In*: D.M. HOLDICH & R. S. LOWERY (Eds). **Freshwater crayfish: biology, management and exploitation**. Portland, Timber Press, VIII + 498p.
- SUZUKI, H. & C.L. McLAY. 1998. Gill-cleaning mechanisms of *Paratya curvirostris* (Caridea:Atyidae) and comparison with seven species of Japanese atyid shrimps. **J. Crustacean Biol.**, **18** (2): 253-270.
- SWAIN, R.; P.F. MARKER & A.M.M. RICHARDSON. 1988. Comparison of the gill morphology and branchial chambers in two fresh-water crayfishes from Tasmania: *Astacopsis franklinii* and *Parastacoides tasmanicus*. **J. Crustacean Biol.**, **8** (3): 355-363.
- TAKETOMI, Y. & S. NISHIKAWA. 1996. Implantation of androgenic glands into immature female crayfish, *Procambarus clarkii*, with masculinization of sexual characteristics. **J. Crustacean Biol.**, **16** (2): 232-239.
- THOMAS, W.J. 1970. The setae of *Austropotamobius pallipes* (Crustacea: Astacidae). **J. Zool.**, **160**, 91-142.
- _____. 1973. The hatchling setae of *Austropotamobius pallipes* Lereboullet (Decapoda, Astacidae). **Crustaceana**, **24**, 77-89.
- VOGT, G. 2002. Functional Anatomy, p. 53-151. *In*: D.M. HOLDICH (Ed). **Biology of freshwater crayfish**. London, Blackwell Science, XVII + 702p.
- VON MARTENS, E. 1869. Südbrasilianische Süss-und Brackwasser-Crustaceen nach den Sammlungen des Dr. Reinh. Hensel. **Arch. Naturgesch.**, **35** (1): 1-37.
- WALES, W. 1982. Control of Mouthparts and Gut. p.165-191. *In*: H.L ATWOOD & D.C. SANDEMAN (Eds). **The biology of Crustacea: Neural Integration and Behavior**. **4**. Academic Press, New York, XXII + 327p.
- WARNER, G.F. 1977. **The Biology of Crabs**. Van Nostrand Reinhold Company. N.Y., New York, XV + 202p.
- WATLING, L. 1989. A classification system for crustacean setae based on the homology concept. p. 15-26 *In*: F.R. SCHRAM (Ed). **Functional morphology of feeding and grooming in Crustacea**. **Crustacean Issues 6**. A.A. Balkema, Rotterdam, The Netherlands, X + 225p.
- WELSH, J. 1961. Neurohumors and neurosecretion, p. 281-311. *In*: T.H. WATERMAN (Ed). **The Physiology of Crustacea**. **II**. Academic Press, New York, XIV + 681p.

- WIENS, T.J. 1982. Small Systems of Neurones: Control of Rhythmic and Reflex Activities, p. 193-240. *In*: D.C. SANDEMAN & H.L. ATWOOD (Eds). **The biology of Crustacea: Neural integration and behaviour. 4**. Academic Press, New York, XXII + 327p.
- WIERSMA, C.A.G. 1961a. The neuromuscular system, p. 191-240. *In*: T.H. WATERMAN (Ed). **The Physiology of Crustacea. II**. Academic Press, New York, XIV + 681p.
- _____. 1961b. Reflexes and the central nervous system, p. 241-279. *In*: T.H. WATERMAN (Ed). **The Physiology of Crustacea. II**. Academic Press, New York, XIV + 681p.
- WILKENS, J.L. 1995. Regulation of the cardiovascular system in crayfish. **Amer. Zool.**, **35** (1): 37-48.
- WINE, J.J. & F. KRASNE. 1982. The cellular organization of crayfish escape behaviour, p. 241-292. *In*: D.C. SANDEMAN & H.L. ATWOOD (Eds). **The biology of Crustacea: Neural integration and behaviour. 4**. Academic Press, New York, XXII + 327p.
- WOLVERKAMP, H.P. & T.H. WATERMAN. 1960. Respiração, p.35-100. *In*: T.H. WATERMAN (Ed). **The Physiology of Crustacea. I**. Academic Press, New York, XVII + 670p.