

ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS DOS ESTÁDIOS DE
CRESCIMENTO DE *AMPHILOCUS NEAPOLITANUS* DELLA VALLE
(GAMMARIDEA, AMPHILOCHIDAE) E *AMPITHOE RAMONDI*
AUDOUIN (GAMMARIDEA, AMPITHOIDAE), ANFÍPODES
ASSOCIADOS À ALGA *SARGASSUM CYMOSUM*

Fosca P.P. Leite ¹

ABSTRACT. MORPHOLOGICAL VARIATIONS OF THE STAGE GROWTH OF THE AMPHIPODS *AMPHILOCUS NEAPOLITANUS* DELLA VALLE (GAMMARIDEA, AMPHILOCHIDAE) AND *AMPITHOE RAMONDI* AUDOUIN (GAMMARIDEA, AMPITHOIDAE) FROM THE ALGAE *SARGASSUM CYMOSUM*. A descriptive account is given of the post-embryonic development of *Amphilochus neapolitanus* Della Valle, 1893 and *Ampithoe ramondi* Audouin, 1826 living on *Sargassum cymosum* C. Agardh, 1820 of Ubatuba, Brazil (23°30'S-45°06'W) through the growth stage based on the morphological changes at each moult. The growth stages are described on the increase of antennal and pleopodal articles number and morphological alterations of gnathopods. The number of stages was found to be different for males and females and the maturity occurs after 6 and 5 post marsupial stages for *A. neapolitanus* and *A. ramondi* respectively.

KEY WORDS. Amphipods gammarids, growth stages, morphological variations

Todos os Crustacea são revestidos externamente por um tegumento que é rompido periodicamente para permitir que o animal cresça. Neste processo denominado muda, ocorrem, de acordo com PASSANO (1960), um conjunto de alterações na preparação para a separação do exoesqueleto, na separação em si e nos fenômenos subsequentes, como no crescimento, ocorrendo portanto modificações morfológicas, anatômicas e fisiológicas.

Amphilochus neapolitanus Della Valle, 1893 e *Ampithoe ramondi* Audouin, 1826 são anfípodas gamarídeos comuns e abundantes associados a *Sargassum cymosum* C. Agardh, 1820 (LEITE 1981; TARARAM & WAKABARA 1981; WAKABARA *et al.* 1991).

Amphilochus neapolitanus apresenta o menor tamanho entre os gamarídeos associados à alga enquanto que *A. ramondi* é um dos maiores, só superado por *Cymadusa filosa* Savigny, 1816 da mesma família, mas presente em menor número (LEITE 1981). As duas espécies estudadas diferem também com relação ao dimorfismo sexual; *A. ramondi* apresenta machos e fêmeas morfologicamente diferentes.

A descrição dos estádios de crescimento é freqüentemente utilizada no auxílio à problemas taxonômicos (SEXTON & REID 1951; RYGG 1974) e, ainda, nos estudos de crescimento e dinâmica populacional de anfípodas (MORINO 1978; PAGE 1979; LEITE & WAKABARA 1989).

1) Departamento de Zoologia, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas. Caixa Postal 6109, 13083-970 Campinas, São Paulo, Brasil.

O objetivo deste trabalho é descrever os estádios pós-marsupiais de crescimento de duas das espécies mais abundantes e freqüentes presentes em *Sargassum cymosum*: *A. neapolitanus* e *A. ramondi*, contribuindo assim para o conhecimento do seu desenvolvimento.

MATERIAL E MÉTODOS

Os estádios de crescimento foram definidos por uma série de características peculiares à cada espécie, isto é, pelo conjunto de alterações processadas em determinada muda.

Na caracterização dos estádios de *Amphilocus neapolitanus* foram utilizadas as modificações das antenas 1 e 2 e gnatópodos 1 e 2, enquanto que na de *Ampithoe ramondi* as das antenas 2, gnatópodos 1 e 2 e pleópodo 1.

Antenas 1 e 2: nestes apêndices anotou-se o acréscimo de artículos à cada muda. Para fins de contagem, os artículos basais foram somados aos do flagelo, sendo fornecido o seu número total. Freqüentemente, este número não é o mesmo na antena direita e esquerda; nestes casos, considerou-se sempre o lado com maior número de artículos.

Gnatópodos: foram observadas as modificações na forma e tamanho dos artículos, especialmente do própodo e alterações no número de espinhos e cerdas.

Pleópodos: foram observados os acréscimos de artículos da mesma forma que o das antenas.

As alterações morfológicas que ocorrem com as mudas são descritas a partir do estádio pós-marsupial I. O período pós-marsupial foi dividido em duas fases, de acordo com a maturidade sexual, sendo a primeira quando não apresenta características sexuais externas (sexo indiferenciado) e a segunda fase quando as fêmeas apresentam oostegitos ou ovos e os machos apresentam modificação do gnatópodo 2 ou pênis (sexo diferenciado).

Os apêndices retirados do animal foram montados em lâminas com álcool glicerinado para serem desenhados. As observações e desenhos foram feitos ao microscópio óptico com câmara clara enquanto que as contagens e medições foram realizadas com auxílio de microscópio estereoscópico.

Todos os animais estudados foram separados de amostras quantitativas mensais, cerca de 500 gramas da alga cada vez, podendo assim serem realizadas algumas observações sobre a biologia das espécies. Foram observados, quando possível, pelo menos 30 indivíduos de cada estádio.

RESULTADOS

Dados Biológicos

Amphilochus neapolitanus Della Valle, 1893

Esta espécie apresenta os menores indivíduos entre as espécies associadas a *Sargassum cymosum*, com comprimentos de cabeça variando entre 0,06 a 0,46mm.

Os jovens variaram entre 0,06 a 0,38mm, machos entre 0,18 a 0,42mm e as fêmeas entre 0,18a 0,46mm. Os jovens predominam na população seguidos pelas fêmeas. A razão sexual é favorável às fêmeas em altas proporções.

Ampithoe ramondi Audouin, 1826

Os indivíduos desta espécie estão entre os de maiores tamanhos presentes em Sargassum cymosum. O tamanho avaliado pelo comprimento da cabeça dos indivíduos, oscilou entre 0,18 a 1,32mm, sendo que os jovens estiveram presentes na população com comprimentos entre 0,18 e 0,54mm, os machos entre 0,30 e 1,18mm e as fêmeas entre 0,30 e 1,32mm. Os jovens foram os mais abundantes seguidos pelos machos e fêmeas em proporções semelhantes, também demonstrado pela razão sexual.

Estádios de crescimento

São descritas a seguir as alterações morfológicas de cada uma das espécies em duas fases distintas: a primeira caracterizada pelo sexo indiferenciado e a segunda pela maturidade. Na primeira, as alterações morfológicas podem ser acompanhadas nitidamente a cada muda enquanto que na segunda a caracterização dos estádios é dificultada por não apresentarem modificações uniformes e a intervalos regulares com as mudas.

Amphilocus neapolitanus Della Valle, 1893

Na tabela I está resumido o número de artigos das antenas 1 e 2 nas duas fases. Nota-se que na fase de sexo indiferenciado há um aumento de artigos nas duas antenas, à cada muda, alternadamente nos dois primeiros estádios. Na fase posterior, isto é, de maturidade, verifica-se que há oscilação no aumento do número de artigos.

Tabela I. *Amphilocus neapolitanus*. Alterações observadas na antena 1 (a1) e antena 2 (a2) nos diferentes estádios de crescimento e de acordo com a maturidade sexual. Dados referem-se à média de 30 animais de cada estádio, quando possível.

Estádio	Número artigos a1	Número artigos a2	Maturidade
I	7	7	Indiferenciada
II	8	7	Indiferenciada
III	8	8	Indiferenciada
IV	9	9	Indiferenciada
V	10	10	Indiferenciada
VI	11	11	Indiferenciada e fêmeas com oostégitos
VII	11	12	Fêmeas com oostégitos e ovígeras
VII	12	12	Fêmeas com oostégitos
IX	12	13	Machos
X	12	14	Fêmeas com oostégitos
XI	13	13	Machos

Com relação ao gnatópodo 1 e 2 (Tab. II) pode-se notar que as modificações são relacionadas com o aumento de cerdas apicais no lobo anterior do carpo e cerdas intermediárias no própodo e mero e apicais no mero no gnatópodo 1 (Figs 1-8) enquanto que no gnatópodo 2 as alterações ocorrem apenas no surgimento de cerdas laterais internas no lobo anterior do carpo (Figs 9-16). Houve dificuldade também na caracterização dos estádios após a maturidade sexual.

Tabela II. *Amphilocus neapolitanus*. Alterações observadas nos gnatópodos 1 e 2, nos diferentes estádios de crescimento e de acordo com a maturidade (CALAC=cerdas apicais do lobo anterior do carpo, CIPP=cerdas intermediárias posteriores do própodo, CAAM= cerdas apicais anteriores do mero, CIPM=cerdas intermediárias posteriores do mero, CLILAC=cerdas laterais do lobo anterior do carpo). Dados referem-se à média de 30 animais de cada estádio, quando possível.

Estádio	Gnatópodo 1			Gnatópodo 2	
	CALAC	CIPP	CAAM	CIPM	CLILAC
I	3	-	1	-	-
II	3	1	1	-	-
III	3	1	2	-	2
IV	3	1	3	-	3
V	4	1	2	-	4
VI	4	2	3	-	5
Fêmea com oostégitos ou ovígera	3	1	4	1	5
Macho	5	1	4	1	6

Ampithoe ramondi Audouin, 1826

Na tabela III estão apresentadas as alterações morfológicas a cada muda nos artigos da antena 2 e pleópodo 1 nas fases de imaturidade e de maturidade.

No desenvolvimento do gnatópodo 1 nota-se apenas o aumento de tamanho do apêndice e de número de cerdas em todos os artigos, especialmente do própodo (Figs 17-25) tanto na fase de imaturidade (Figs 17-20) como de maturidade (Figs 21-25).

O gnatópodo 2 apresenta dimorfismo sexual em relação ao gnatópodo 1; nota-se que até o estádio III (Figs 26-28) este apêndice cresce e aumenta em número de cerdas mas, a partir do estádio IV começa a aparecer em alguns indivíduos uma pequena depressão no própodo (Fig. 29) que se acentua nos estádios seguintes nos machos. Esta depressão é atenuada nas fêmeas (Figs 30-33) que inclusive apresentam o própodo alargado. Na fase de maturidade os machos apresentam depressão mais acentuada (Figs 34-36).

DISCUSSÃO

A muda é um dos aspectos importantes no crescimento dos Crustacea, sendo que DRACH (1939) foi um dos primeiros autores a pesquisar o assunto. Os estádios de crescimento podem ser estudados tanto em relação à fisiologia das mudas (DAVID 1936; DRACH 1939; CHARNIAUX-COTTON 1957) como em relação à mudanças

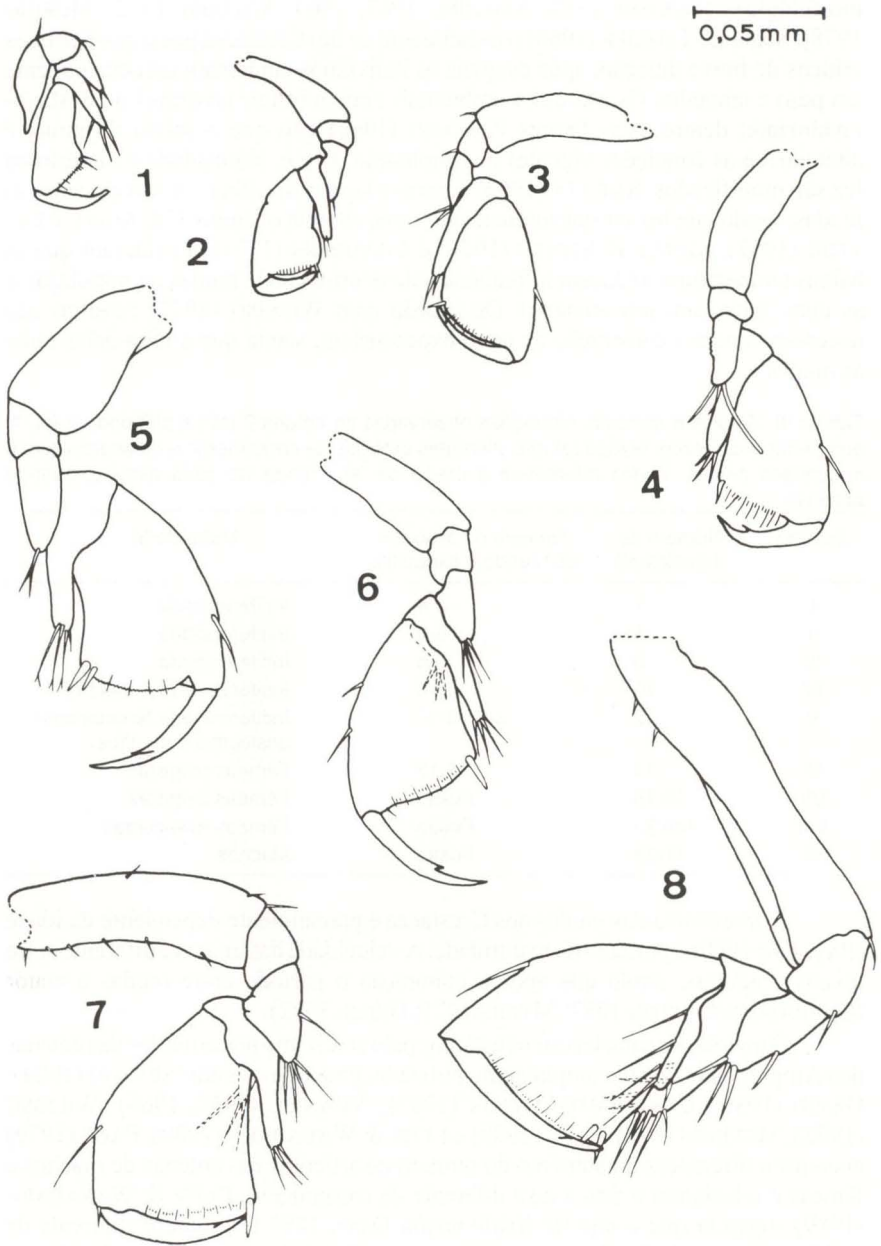
morfológicas (SEXTON 1924; AMANIEU 1967, 1969; WILDISH 1972; MORINO 1978). Segundo TEISSIER (1960) o crescimento de um Crustacea passa por períodos críticos de breve duração, após os quais os indivíduos aumentam apreciavelmente em peso e tamanho. Os estímulos ambientais podem influir favorável ou desfavoravelmente; dentre estes fatores PASSANO (1960) cita que o início da muda é alterado, se as condições vigentes de iluminação, isto é, intensidade e duração da luz são modificados. KURATA (1962) descreveu que a luz afeta o intervalo entre as mudas, sendo que luz ou sua ausência contínua, abrevia o tempo. CHARNIAUX-COTTON (1957), STEELE & STEELE (1975) e CHAMBERS (1977) consideram que as baixas temperaturas reduzem a freqüência de ocorrência de mudas na população e as altas provocam um aumento. De acordo com WILDISH (1972) reservas são necessárias para a construção de novo exoesqueleto, sendo que a falta delas inibe as mudas.

Tabela III. *Ampithoe ramondi*. Alterações observadas na antena 2 (a2) e pleópodo 1 (pl. 1: end.=endópodo, exop.=exópodo) nos diferentes estádios de crescimento e de acordo com a maturidade sexual. Dados referem-se à média de 30 animais de cada estádio, quando possível.

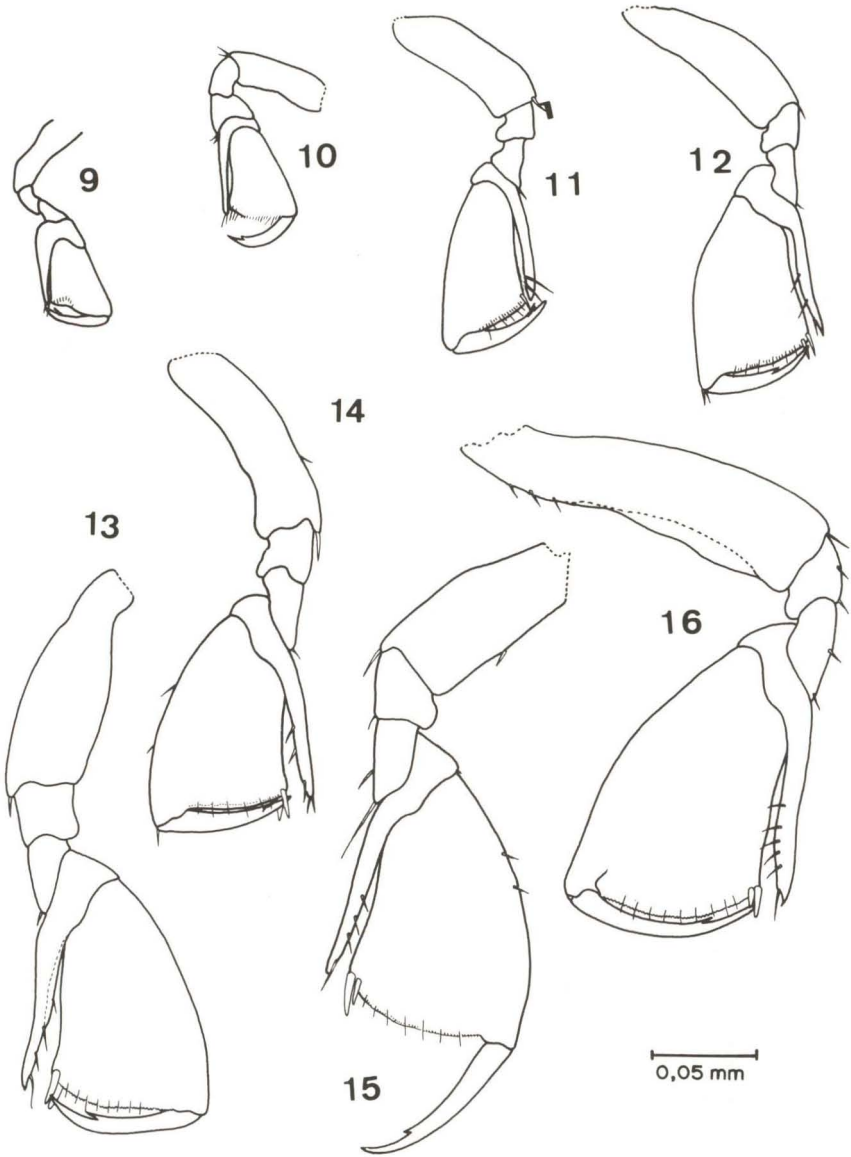
Estádio	Número de artigos a2	Número de artículos pl.1: endo e exopodito	Maturidade
I	7	3-4	Indiferenciada
II	8	5-6	Indiferenciada
III	9	5-6	Indiferenciada
IV	10	7-8	Indiferenciada e machos
V	12	8-9 - 9-10	Indiferenciada fêmeas com oostégitos e machos
VI	14	12-13	Fêmeas ovígeras
VII	16-18	Fusão	Fêmeas ovígeras
VIII	Até 23	Fusão	Fêmeas esvaziadas
IX	17-28	Fusão	Machos

A freqüência das mudas nos Crustacea é parcialmente dependente da idade (PASSANO 1960) e portanto da maturidade. A velocidade das mudas é diferente entre jovens e adultos, sendo que após a maturação o período entre mudas é maior (CHARNIAUX-COTTON 1957; MYERS 1971; GREZE 1972).

O método de caracterizar os estádios pelo acréscimo nos artículos das antenas dos Amphipoda tem sido amplamente utilizado, podendo-se citar: SEXTON (1924); DAVID (1936); CHARNIAUX-COTTON (1957); AMANIEU (1967, 1969); WILDISH (1972); MORINO (1978); PAGE (1979) e LEITE & WAKABARA (1989). PAGE (1979) encontrou diferenças no aumento do número de artículos das antenas de machos e fêmeas e relacionou o fato à taxa diferente de crescimento. LEITE & WAKABARA (1989) sugerem que o fato de *Hyale media* Dana, 1853 ter número diferente de estádios para machos e fêmeas se deveria à possibilidade de ocorrência das mudas em diferentes intervalos de tempo, entre os dois sexos ou ao ciclo de vida mais longo. O mesmo poderia ser afirmado para *A. neapolitanus* e *A. ramondi*. As modificações nos gnatópodos, utilizados também na caracterização dos estádios foram anterior-

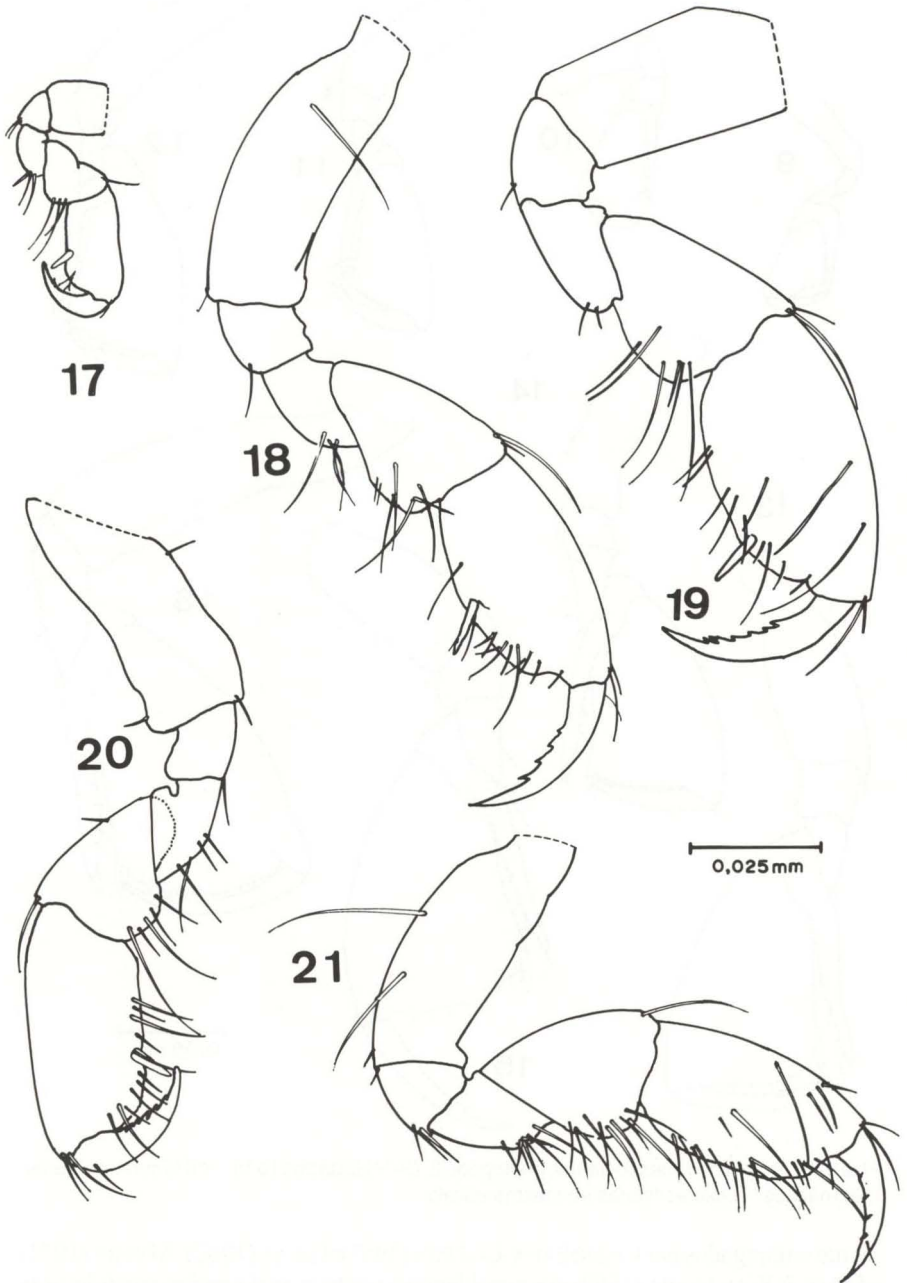


Figs 1-8. *Amphilocus neapolitanus*, gnatópodo 1. (1-6) Estádios I a VI; (7) fêmeas ovígeras; (8) machos. Todas as figuras na mesma escala.

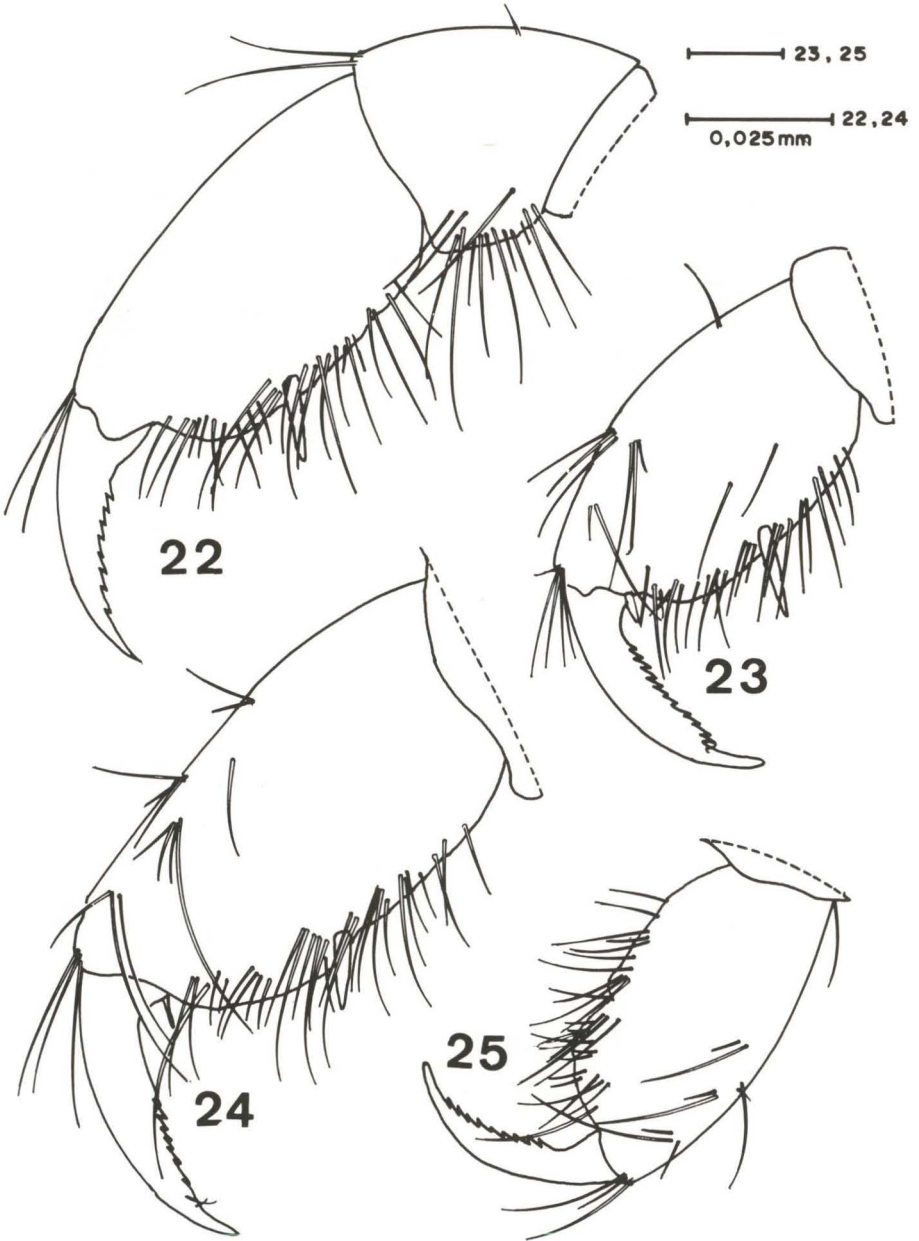


Figs 9-16. *Amphilocus neapolitanus*, gnatópodo 2. (9-14) Estádios I a VI; (15) fêmeas ovíferas; (16) machos. Todas as figuras na mesma escala.

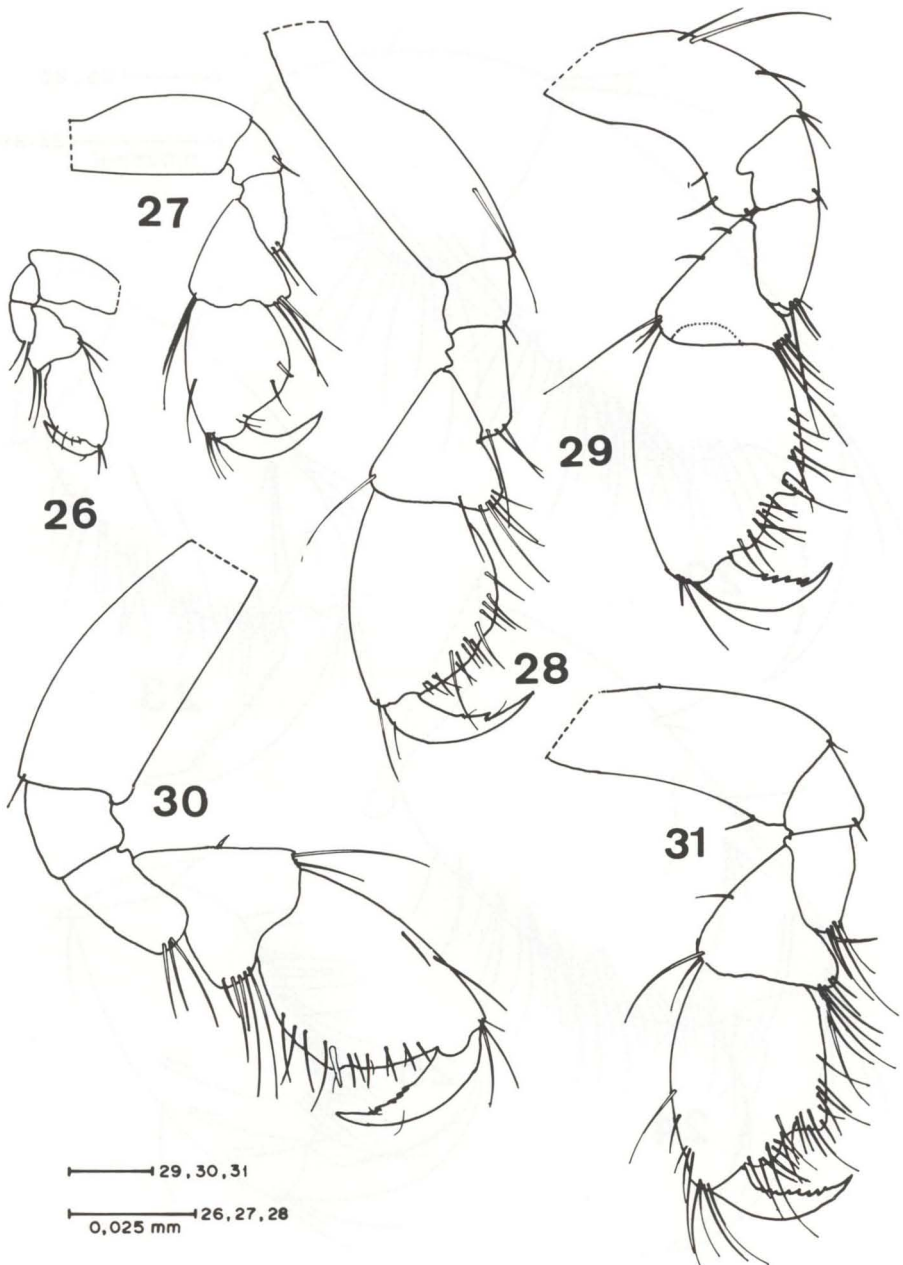
mente empregados por CHARNIAUX-COTTON (1957); GILAT (1962); MYERS (1971) e LEITE & WAKABARA (1989) que consideraram também as alterações morfológicas dos pereópodos 1, 3 e 5. Não há registros na literatura sobre a utilização dos pleópodos, mas, com certeza, são bastante importantes na caracterização dos estádios de *A. ramondi*.



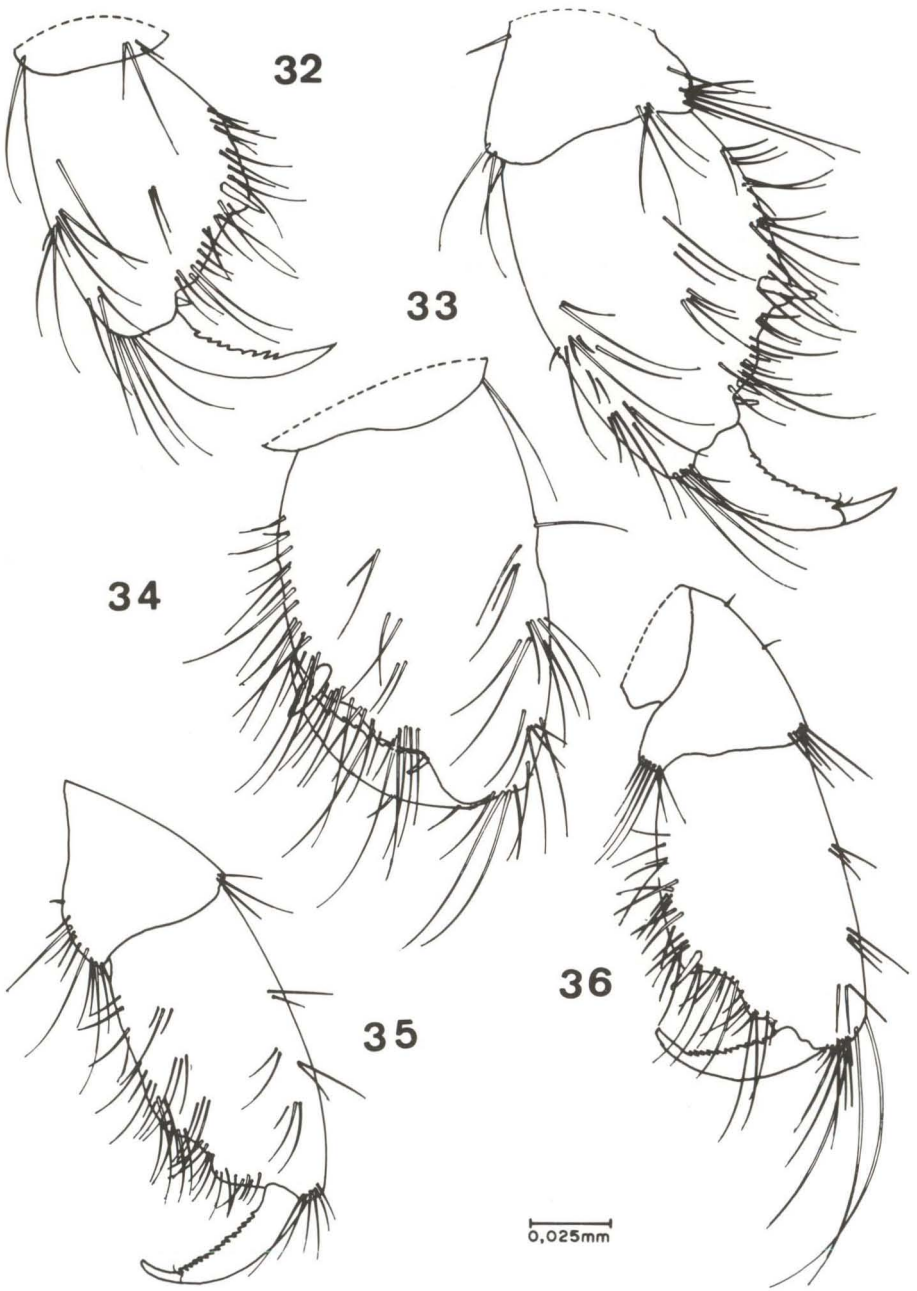
Figs 17-21. *Amphithoe ramondi*, gnatópodo 1. (17-20) Estádios I a IV; (21) fêmeas ovígeras. Todas as figuras na mesma escala.



Figs 22-25. *Ampithoe ramondi*, gnatópodo 1. (22) Fêmeas ovíferas; (23) fêmeas esvaziadas; (24-25) machos. Figuras 22 e 24, 23 e 25, na mesma escala.



Figs 26-31. *Amphithoe ramondi*, gnatópodo 2. (26-29) Estádios I a IV; (30-31) fêmeas ovígeras. Figuras 26-28 e 29-31, na mesma escala.



Figs 32-36. *Ampithoe ramondi*, gnatópodo 2. (32) Fêmeas ovíferas; (33) fêmeas esvaziadas; (34-36) machos. Todas as figuras na mesma escala.

WILDISH (1972) diz que o crescimento dos crustáceos é dependente da frequência das mudas e do aumento do comprimento ou peso. KANNEWORF (1965) e MILLS, (1967) afirmam que a taxa de crescimento é modificada pelo desenvolvimento sexual. A maturidade depende do número de estádios de crescimento de cada espécie e das condições ambientais. CAINE (1979) verificou que a maturidade sexual em *Caprella laeviscula* Mayer, 1890 ocorre em diferentes estádios de acordo com o substrato e pode ser também resposta à quantidade de alimento.

O número de estádios varia com a espécie. SEXTON (1924) observou que eram necessários sete estádios para *Gammarus chevreux* Sexton 1913, 10 para *G. pulex* Linnaeus 1758 e 12 para *G. locusta* Linnaeus, 1758 atingirem a maturidade. Para *A. neapolitanus* e *A. ramondi* iniciarem a fase de amadurecimento sexual são necessários até cinco estádios. Para *H. media*, LEITE & WAKABARA (1989) consideraram que após dois estádios inicia-se a diferenciação das fêmeas enquanto que os machos diferenciam-se após três estádios. A dificuldade na confirmação da maturidade dos machos foi salientada na ocasião pelos mesmos autores.

A dificuldade na caracterização dos estádios não permite que o número seja determinado com precisão, mas pode-se estimar que *A. neapolitanus* apresenta mais de sete estádios morfológicos para os machos e de oito estádios para as fêmeas, enquanto *A. ramondi* apresenta maior número de estádios para os machos do que para as fêmeas, isto é, mais de nove para os machos e oito para as fêmeas. Assim pode-se dizer que o número de estádios para machos e fêmeas é diferente em cada espécie e entre as diferentes espécies.

AGRADECIMENTOS. À Dra. Yoko Wakabara pela orientação e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa concedida durante o desenvolvimento deste trabalho (Proc. nº 75/1023).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMANIEU, M. 1967. Cycle reproducteur annuel à Arcachon d' une population d' *Orchestia gammarella* (Pallas), Amphipoda Talitridae. **C.R. Acad. Sci. Paris** **264**: 1193-1196.
- . 1969. Cycle reproducteur à Arcachon d' une population d' *Orchestia gammarella* (Pallas) (Amphipoda: Talitridae). **Bull. Inst. océanogr. Monaco** **68** (1390): 1-24.
- CAINE, E.A. 1979. Population structure of two species of caprellid amphipods (Crustacea). **Jour. exp. mar. Biol. Ecol.** **40**: 103-114.
- CHAMBERS, M.R. 1977. The population ecology of *Gammarus tigrinus* (Sexton) in the reed beds of the Tjeukemeer. **Hydrobiologia** **53** (2): 155-164.
- CHARNIAUX-COTTON, H. 1957. Croissance, régénération et déterminisme endocrinien des caractères sexuels d' *Orchestia gammarella* (Pallas). Crustacé amphipode. **Anns. Sci. nat.**, Paris, **25**: 467-475.
- DAVID, R. 1936. Recherches sur la biologie et l' intersexualité de *Talitrus saltator* Mont. **Bull. biol. Fr. Belg.** **70**: 332-357.

- DRACH, P. 1939. Mue et cycle d'intermue chez les crustacés décapodes. **Annl. Inst. océanogr.**, Monaco, **19** (3): 103-392.
- GILAT, E. 1962. The benthic Amphipoda of the Mediterranean coast of Israel. II. Ecology and life history. **Bull. Res. Coun. Israel** **11** (1-2): 71-92.
- GREZE, I.I. 1972. Sur quelques rythmes du cycle biologique des espèces d'amphipodes de la Mer Noire présentant des population nombreuses. **Mar. Biol.** **16**: 75-80.
- KANNEWORFF, E. 1965. Life cycle, food and growth of the amphipod *Ampelisca macrocephala*, Liljeborg from the Oresund. **Ophelia** **2** (2): 305-318.
- KURATA, H. 1962. Studies on the age and growth of Crustacea. **Bull. Hokkaido reg. Fish. Res. Lab.** **24**: 1-115.
- LEITE, F.P.P. 1981. **Aspectos do ciclo de vida das espécies mais representativas de Gammaridea (Crustacea, Amphipoda) do fital da praia do Lamberto, Ubatuba, Estado de São Paulo.** Tese de Doutorado não publicada, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 176p.
- LEITE, F.P.P. & Y. WAKABARA. 1989. Aspects of marsupial and post-marsupial development of *Hyale media* (Dana) 1853 (Hyalidae, Amphipoda). **Bull. Mar. Sci.** **45** (1): 85-87.
- MILLS, E.L. 1967. The biology of an ampeliscid amphipod crustacean sibling species pair. **Jour. Fish. Res. Bd. Canada** **24** (3): 303-355.
- MORINO, H. 1978. Studies on the Talitridae (Amphipoda, Crustacea) in Japan. III. Life history and breeding activity of *Orchestia platensis* Kroyer. **Publ. Seto Mar. Biol. Lab.** **24** (4-6): 245-267.
- MYERS, A.A. 1971. Breeding and growth in laboratory reared *Microdeutopus gryllotalpa* Costa. **Jour. nat. Hist.** **5**: 271-277.
- PAGE, H.M. 1979. Relationship between growth, size, molting and number of antennal segments in *Orchestia traskiana* Stimpson (Amphipoda, Talitridae). **Crustaceana** **37** (3): 247-252.
- PASSANO, L.M. 1960. Molting and its control, p.537-560. In: T.H. WATERMAN (Ed.). **The Physiology of Crustacea.** New York, Academic Press, vol. 1, 670p.
- RYGG, B. 1974. Identification of juvenile Baltic gammarids (Crustacea, Amphipoda). **Ann. Zool. Fenn.** **11** (3): 216-219.
- SEXTON, E.W. 1924. The moulting and growth stages of *Gammarus*, with descriptions of the normals and inter-sexes of *G. chevreuxi*. **Jour. mar. biol. Ass. U.K.** **13**: 340-401.
- SEXTON, E.W. & D.M. REID. 1951. The life history of the multiform species *Jassa falcata* (Montagu) (Crustacea, Amphipoda) with review of the bibliography of the species. **Jour. Linn. Soc.** **42** (283): 28-88.
- STEELE, D.D.H. & V.J. STEELE. 1975. The biology of *Gammarus* (Crustacea, Amphipoda) in the northwestern Atlantic. XI. Comparison and discussion. **Can. Jour. Zool.** **53** (8): 1116-1126.
- TARARAM, A.S. & Y. WAKABARA. 1981. The mobile fauna specially Gammaridea, of *Sargassum cymosum*. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** **5**: 157-163.
- TEISSIER, G. 1960. Relative growth, p.473-536. In: T.H. WATERMAN (Ed.). **The**

Physiology of Crustacea. New York, Academic Press, vol. 1, 670p.

WAKABARA, Y.; A.S. TARARAM; M.T. VALÉRIO-BERARDO; W. DULEBA & F.P.P. LEITE. 1991. Gammaridean and Caprellidean fauna from Brazil. **Hydrobiologia** **223**: 69-77.

WILDISH, D.J. 1972. Post-embryonic growth and age in some littoral *Orchestia* (Amphipoda, Talitridae). **Crustaceana** (Supl. 3): 267-274.

Recebido em 16.VIII.1994; aceito em 13.V.1996.