

COMPOSIÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DA FAMÍLIA PARACALANIDAE (COPEPODA: CALANOIDA) AO LARGO DE SÃO SEBASTIÃO, ESTADO DE SÃO PAULO-BRASIL, COM ÊNFASE EM TRÊS ESPÉCIES DE *Paracalanus*

Luz Amelia Vega-Pérez & Simone Hernandez

Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo
(Caixa Postal 66149,05315-970 São Paulo, SP Brasil)

-
- **Abstract:** The qualitative structure as well as the distribution of Paracalanidae species off São Sebastião region, São Paulo State, Brazil, were studied from samples taken during Summer 1994 at 43 stations. Seven species belonging to the genera *Paracalanus* and *Acrocalanus* were identified: *Paracalanus quasimodo*, *Paracalanus indicus*, *Paracalanus aculeatus*, *Paracalanus campaneri*, *Paracalanus crassirostris*, *Paracalanus nanus* and *Acrocalanus longicornis*. The three first species were the most frequent and abundant in the area. The populations of Paracalanidae were composed basically of adult females, males and copepods IV-V and their densities were higher in the region localized between 20 m and 74 m. depth. The vertical distribution also was studied for a 24-h period at a fixed station (46 m. depth). High densities of Paracalanidae were found mostly above the thermocline specially during the nocturnal period, indicating a nocturnal upward migration.
 - **Resumo:** A composição e distribuição das espécies da família Paracalanidae ao largo de São Sebastião, Estado de São Paulo, Brasil, foram estudadas a partir de amostras coletadas no verão de 1994, em 43 estações. Sete espécies pertencentes aos gêneros *Paracalanus* e *Acrocalanus* foram identificadas: *Paracalanus quasimodo*, *Paracalanus indicus*, *Paracalanus aculeatus*, *Paracalanus campaneri*, *Paracalanus crassirostris*, *Paracalanus nanus* e *Acrocalanus longicornis*, sendo as três primeiras espécies as mais frequentes e numerosas. As populações de Paracalanidae foram formadas por fêmeas e machos adultos, seguidos dos estágios de copepoditos IV e V, sendo os maiores valores de densidade detectados na região localizada entre as isóbatas dos 20 m e 74 m. A distribuição vertical dos Paracalanidae foi estudada em uma estação fixa, de 24 horas de duração, onde a profundidade atingia 46 m. As maiores densidades foram encontradas acima da termoclina, principalmente durante o período noturno, indicando que essas espécies se deslocam para as camadas superiores durante a noite.
 - **Descriptors:** Copepod distribution, Paracalanidae, Population density, South Atlantic, São Sebastião: SP, Brazil.
 - **Descritores:** Distribuição de copépodos, Paracalanidae, Densidade da população, Atlântico Sul, São Sebastião: SP, Brasil.

Introdução

Os Copepoda são os organismos dominantes na biomassa mesozooplânctônica das regiões oceânicas, cuja distribuição e abundância estão intimamente relacionadas com a estrutura hidrológica local (Seguin *et al.*, 1994). Recentemente, eles vem sendo considerados como os produtores secundários mais importantes do ecossistema pelágico marinho, tanto em termos de abundância como de biomassa (Hopcroft & Roff, 1996).

A ordem Calanoida é constituída de 40 famílias (Damkaer, 1996) cujos componentes são em sua grande maioria holoplânctônicos (Rippingale, 1994), herbívoros e onívoros (Kouwenberg, 1994). Como segundo nível da cadeia trófica marinha, eles servem de alimento para as espécies zooplânctófagas (Nakata, 1988, Hillgruber *et al.*, 1995; Pedreira, 1997) e são de grande importância na produção de matéria orgânica (Paffenhöfer & Knowles, 1979; Angel, 1984; Gonzáles *et al.*, 1994), bem como no consumo e degradação das pelotas fecais produzidas nas camadas de superfície (Smetacék, 1980; Sasaki *et al.*, 1988).

Os copépodos calanóides pertencentes à família Paracalanidae possuem ampla distribuição geográfica, sendo freqüentemente encontrados nas regiões tropicais e subtropicais (Bowman, 1971), onde cumprem papel preponderante na trofodinâmica marinha, já que podem atuar como reguladores do fitoplâncton através da atividade de "grazing" (Turner, 1994). Nas águas brasileiras foram identificadas até o momento dez espécies (Björnberg, 1981), das quais sete são comumente encontradas no litoral do Estado de São Paulo (Vega-Pérez, 1993).

O presente trabalho tem como objetivo estudar a distribuição de 3 espécies da família Paracalanidae que ocorrem na região de São Sebastião, Estado de São Paulo, baseada em dados obtidos de amostras coletadas no verão de 1994.

Material e métodos

Coleta e obtenção das amostras

Amostras de zooplâncton foram obtidas em São Sebastião, litoral norte do Estado de São Paulo (Lat. 23°35', Long. 45°47'), entre 7 e 10 de fevereiro de 1994, com o auxílio do N/Oc. "Prof. W. Besnard", dentro do Projeto Integrado "Oceanografia da Plataforma Interna de São Sebastião - OPISS". A área estudada (Fig. 1) foi dividida em 5 subáreas por Katsuragawa (1995):

- Área 1, interna à isóbata de 20 m, localizada ao sul da ilha de São Sebastião;

- Área 2, interna à isóbata de 20 m, localizada ao norte da ilha de São Sebastião;
- Área 3, localizada entre as isóbatas de 20 m e 50 m, ao sul da ilha de São Sebastião;
- Área 4, localizada entre as isóbatas de 20 m e 50 m, ao norte da ilha de São Sebastião;
- Área 5, externa à isóbata dos 50 m.

Nessas áreas, um total de 43 estações hidrográficas foram amostradas com rede Bongó dupla de 60 cm de diâmetro de boca, malhas de 0,333 mm (rede fina) e 0,505 mm (rede regular), munidas de fluxômetro. Os arrastos oblíquos foram feitos às profundidades mínima de 9 m e máxima de 70 m. Neste trabalho, utilizaram-se apenas as amostras coletadas com a rede fina.

A distribuição vertical dos membros da família Paracalanidae foi analisada a partir de amostras coletadas durante 24 horas consecutivas (6 h; 12 h; 18 h; 24 h e 6 h), entre os dias 26 e 27 de fevereiro de 1994, numa estação fixa de 46 m de profundidade localizada ao sul da ilha de São Sebastião (Fig. 1). Os arrastos verticais foram feitos com rede de fechamento, de 0,5 m de diâmetro de boca e malha de 0,200 mm, acima da termoclina em profundidades máximas de 14-0 m e mínimas de 5-0 m. Abaixo da termoclina, esses máximos e mínimos foram de 44-38 m e 44-28 m, respectivamente. O volume de água filtrada foi estimado seguindo-se a fórmula $V = \pi \cdot r^2 \cdot z$ (Omori & Ikeda, 1992).

Dados de temperatura e salinidade foram obtidos em cada uma das estações. Logo após as coletas, todas as amostras foram fixadas em formol 4% neutralizado.

Tratamento das amostras

O volume de cada amostra foi calculado através do método de Kramer *et al.*, (1972). Na determinação da volumetria não foram considerados os organismos gelatinosos tais como salpas, medusas e quetógnatos, o mesmo acontecendo com os ovos e larvas de peixes.

Na triagem e separação dos Paracalanidae utilizaram-se pinças de joalheiro, pipetas Pasteur e estereomicroscópio Wild M7. A identificação das espécies foi feita com base em Bowman (1971), Lawson & Grice (1973) e Björnberg (1981).

As associações faunísticas foram analisadas utilizando-se os índices de similaridade de Morisita modificado por Horn (1966), para o modo Q, e o de dissimilaridade de Bray-Curtis para o modo R (Legendre & Legendre, 1983), este calculado com os dados de densidade das 7 espécies de Paracalanidae transformados por $\log(x+1)$. A análise de agrupamento foi realizada através do método da média aritmética ponderada (UPGMA), sendo representada na forma de dendrograma.

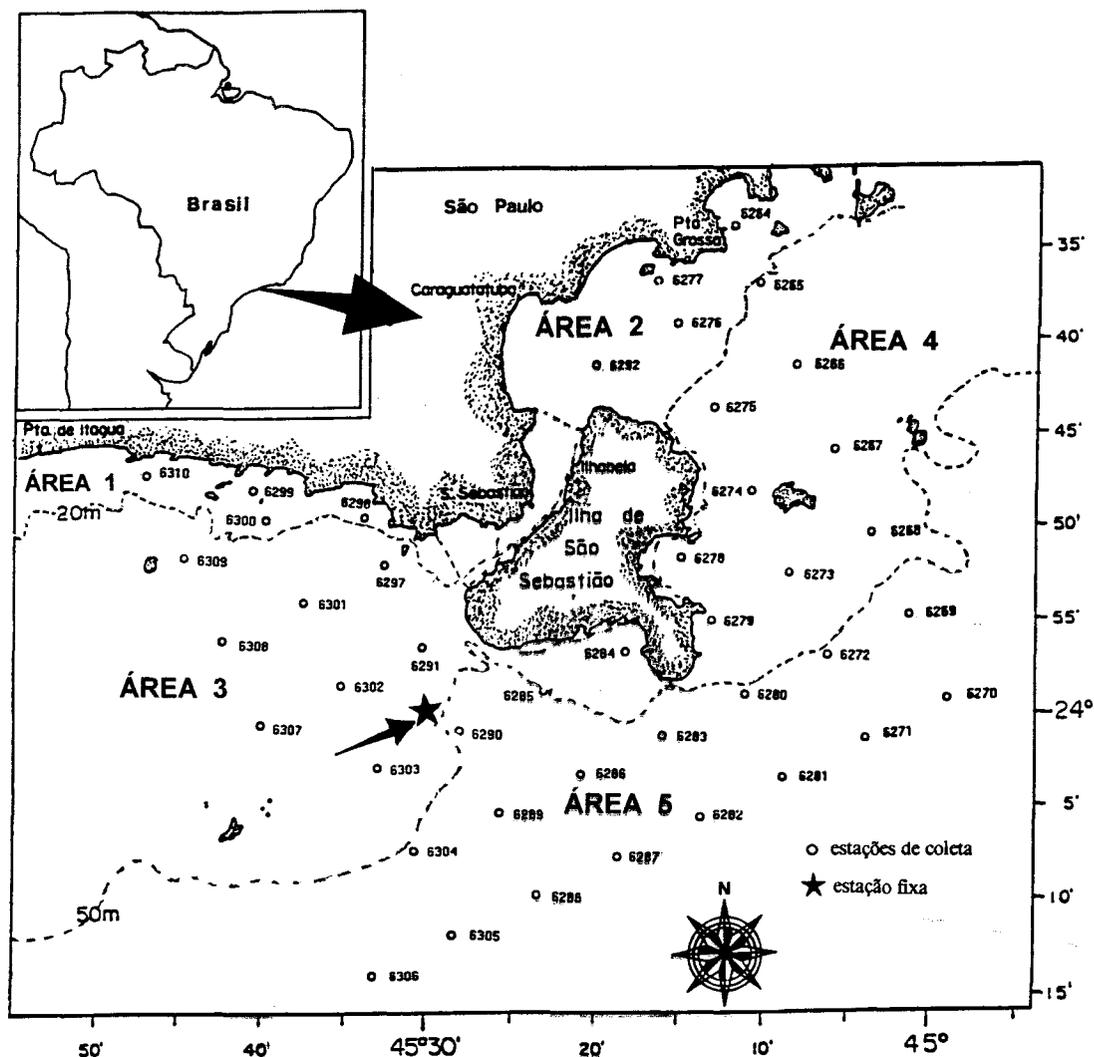


Fig. 1. Mapa da região de São Sebastião, dividida em 5 subáreas, mostrando a localização das estações de coleta (0) e a estação fixa (★), no verão de 1994.

Resultados

A área estudada, no verão de 1994, esteve sob o domínio da Água Costeira (AC), caracterizada por apresentar temperaturas altas que variam de 21,0° a 29,0°C e salinidades de 31 a 35,5.

A Água Central do Atlântico Sul (ACAS), com temperaturas abaixo dos 20,0°C e salinidades variando entre 35 e 36, esteve presente nas áreas 3, 4 e 5, nas camadas compreendidas entre 20 e 68 m de profundidade.

Na região de São Sebastião, a família Paracalanidae foi formada pelos gêneros *Paracalanus* e *Acrocalanus*. O gênero *Paracalanus* apresentou 6 espécies: *Paracalanus quasimodo* Bowman, 1971; *Paracalanus indicus* Woffenden, 1905; *Paracalanus aculeatus* Giesbrecht, 1888; *Paracalanus campaneri* Björnberg, 1979; *Paracalanus crassirostris* F. Dahl, 1894 e *Paracalanus nanus* G. O. Sars, 1907. O gênero

Acrocalanus esteve representado por apenas uma espécie, *Acrocalanus longicornis* Giesbrecht, 1888.

A distribuição e o número de indivíduos por m² dos membros da família Paracalanidae, em cada estação de coleta, são apresentados na Figura 2. Dentre as espécies identificadas, *P. quasimodo* foi a mais freqüente e numerosa, seguida por *P. indicus*, *P. aculeatus* e *P. campaneri*. Em contraposição, *P. nanus*, *P. crassirostris* e *A. longicornis* ocorreram apenas em algumas estações e em quantidades reduzidas.

Paracalanus quasimodo ocorreu em quase toda a área estudada, isto é, em 39 das 43 estações (Fig. 3a). Na população houve predomínio de fêmeas tanto adultas como no estágio de copepódito V. Indivíduos machos adultos e no estágio de copepódito V, bem como o estágio de copepódito IV, de ambos os sexos, ocorreram em baixas densidades, o mesmo acontecendo com os copepóditos III.

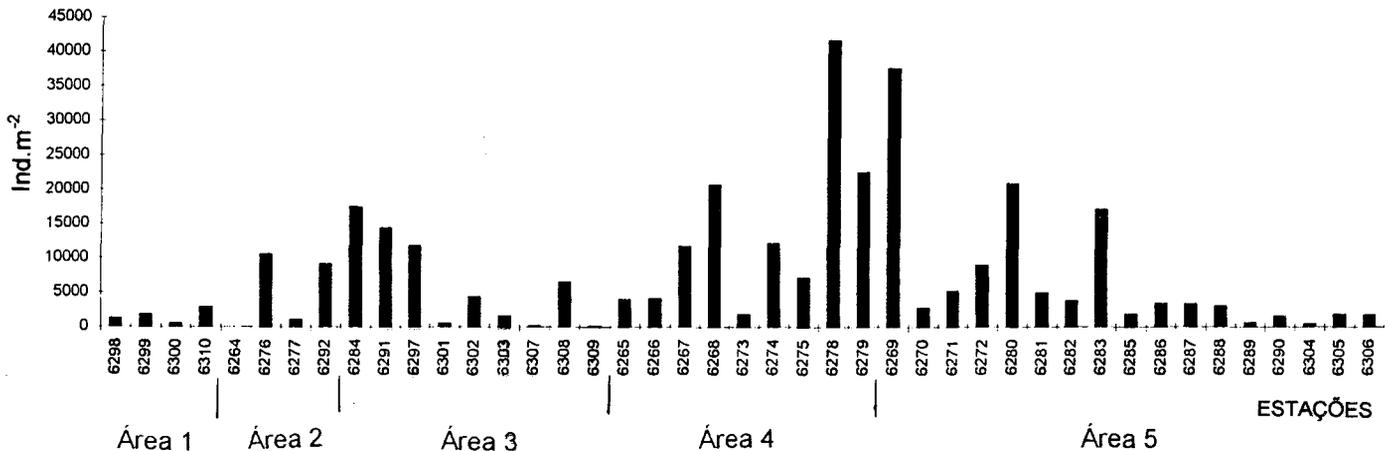


Fig. 2. Variação espacial do número de indivíduos por m² da família Paracalanidae, na região de São Sebastião, no verão de 1994.

Os maiores valores de densidade da espécie foram observados nas estações St. 6269 (26393 ind.m⁻²) e St. 6278 (21899 ind.m⁻²), localizadas nas áreas 5 e 4, respectivamente. Valores mínimos foram verificados nas estações St. 6264 (3 ind.m⁻²) e St. 6309 (46 ind.m⁻²), situadas nas áreas 2 e 3, respectivamente. *P. quasimodo* esteve ausente em quatro estações localizadas ao sul da Ilha de São Sebastião.

Paracalanus indicus ocorreu em 28 das 43 estações amostradas (Fig. 3b). A estrutura da população desta espécie foi semelhante à de *P. quasimodo*, já que houve predomínio de fêmeas adultas e de copepódito V fêmea. Os copepóditos IV fêmea e V macho, bem como os machos adultos ocorreram em quantidades mínimas, o mesmo acontecendo com o copepódito III. Os maiores valores de densidade, 19956 ind.m⁻² (St. 6278) e 8137 ind.m⁻² (St. 6279), foram registrados na área 4, enquanto que os menores valores, 15 ind.m⁻² (St. 6309) e 56 ind.m⁻² (St. 6299), foram verificados nas áreas 1 e 3, respectivamente.

Paracalanus aculeatus foi encontrado em 40 das 43 estações de coleta (Fig. 3c). Sua população constituiu-se basicamente de fêmeas e machos adultos. Os copepóditos V e IV, de ambos os sexos, ocorreram em pequena quantidade. Os maiores valores de densidade para esta espécie foram encontrados nas estações St. 6291 (6927 ind.m⁻²) e St. 6268 (6071 ind.m⁻²), localizadas nas áreas 3 e 4, enquanto que os menores valores foram observados na área 1, St. 6300 (80 ind.m⁻²) e na área 3, St. 6309 (15 ind.m⁻²).

A análise de agrupamento (Fig. 4) distinguiu 3 grupos de estações (A, B e C) em função das semelhanças quanto à composição específica em nível de mais de 65% de similaridade. O grupo A foi formado por 29 estações, das quais 16 estiveram sob

a influência da ACAS a partir dos 65 m de profundidade. A espécie dominante foi *P. quasimodo* seguida por *P. aculeatus* e *P. indicus*. O grupo B foi constituído por 9 estações, das 6 localizadas entre as isóbatas dos 12 m e 40 m e, portanto, dominadas totalmente pela AC. As outras 3 estações, por estarem localizadas em áreas de maior profundidade, tiveram influência da ACAS a partir dos 60 m de profundidade. As espécies dominantes foram *P. quasimodo* e *P. aculeatus*. O grupo C reuniu 5 estações, 4 delas localizadas além da isóbata dos 50 m, onde a ACAS esteve presente a partir dos 50 m. Neste grupo, *P. aculeatus* e *P. quasimodo* foram as espécies dominantes.

A análise inversa (Fig. 5) evidenciou um grupo de espécies, Grupo 1, formado *P. quasimodo*, *P. indicus* e pela associação de *P. aculeatus* e *P. campaneri*, sendo que esta última espécie ocorreu em baixa frequência. As outras 3 espécies incluídas na análise, Grupos 2, 3 e 4, mostraram-se independentes.

Com relação à distribuição vertical dos membros da família Paracalanidae (Fig. 6), verificou-se que eles ocorreram em maior densidade (n^o.ind.m⁻³) acima da termoclina, durante o período noturno, principalmente às 24 h.

P. quasimodo ocorreu em maior quantidade acima da termoclina, especialmente às 24 h. Abaixo da termoclina, a densidade foi em geral menor. Contudo, um pequeno aumento nos valores de densidade foi detectado por volta das 6 h da manhã (Fig. 7a). De um modo geral houve predomínio de fêmeas adultas e copepódito V fêmea acima e abaixo da termoclina. Os copepóditos V macho, IV fêmea e macho, assim como o copepódito III ocorreram em maior número abaixo da termoclina, principalmente às 18 h (Figs 7b-c).

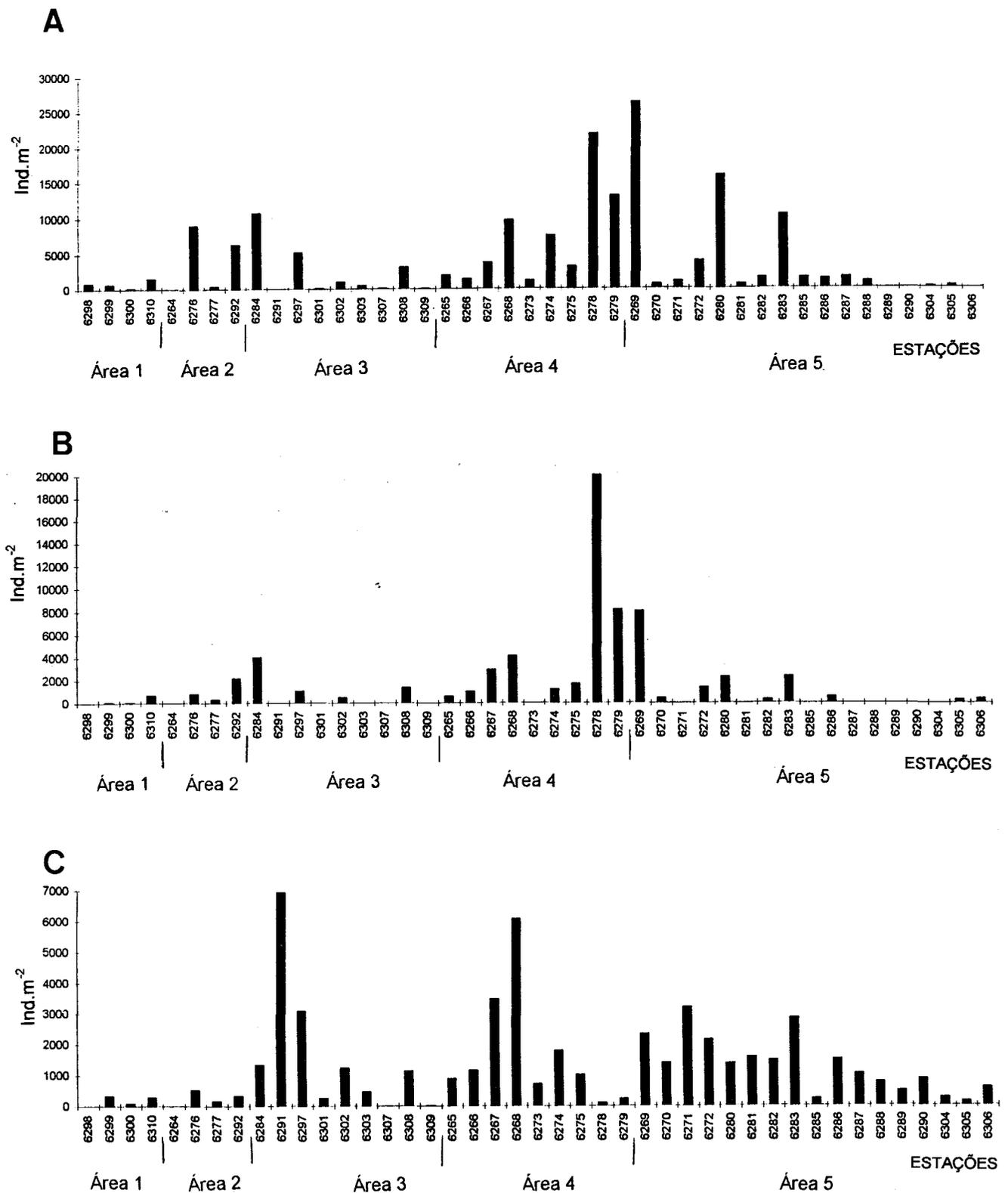


Fig. 3. A. Variação espacial do número de indivíduos por m² da espécie *Paracalanus quasimodo*, na região de São Sebastião, no verão de 1994. B. Variação espacial do número de indivíduos por m² da espécie *Paracalanus indicus*, na região de São Sebastião, no verão de 1994. C. Variação espacial do número de indivíduos por m² da espécie *Paracalanus aculeatus*, na região de São Sebastião, no verão de 1994.

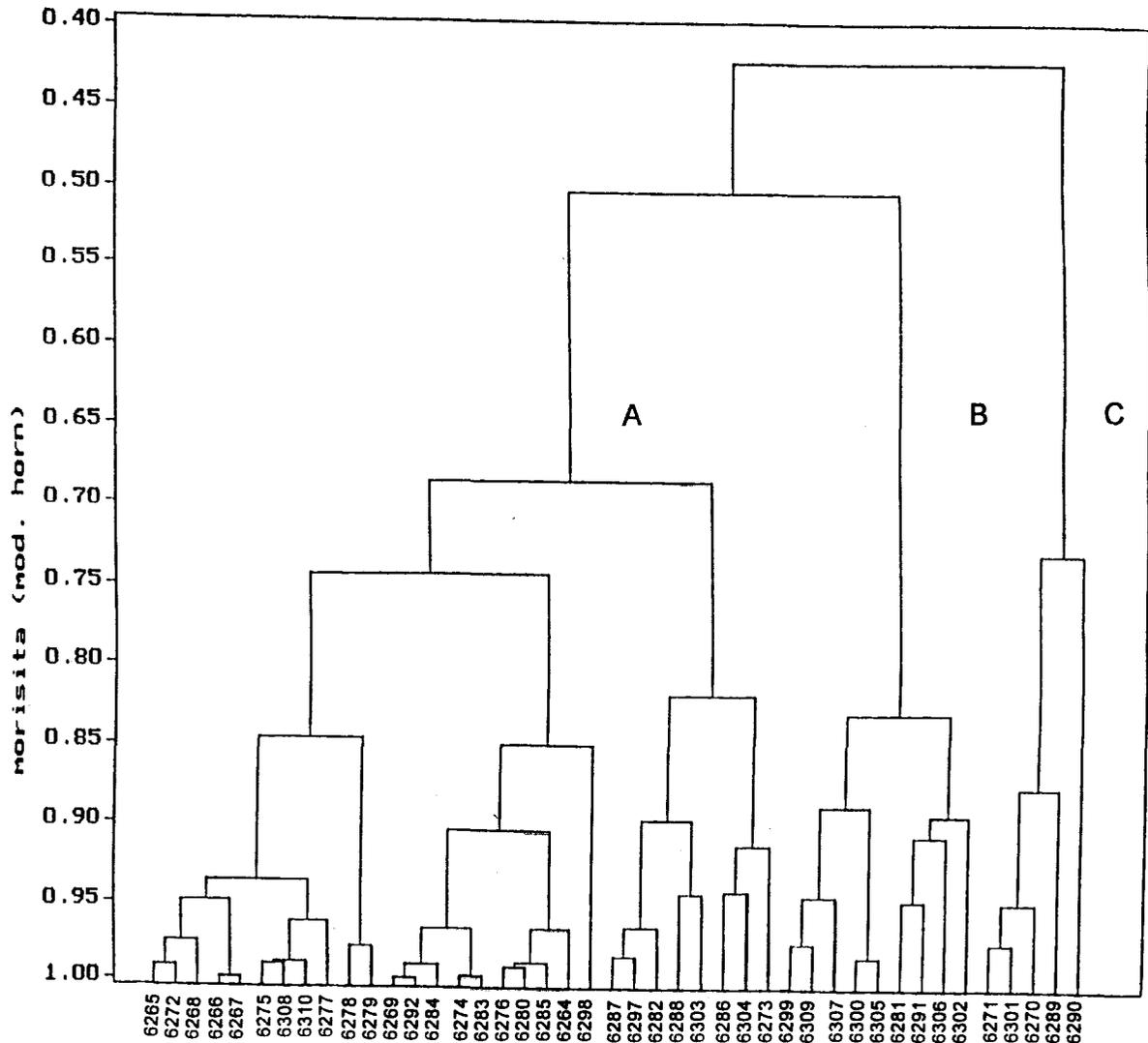


Fig. 4. Dendrograma da análise de agrupamento das 43 estações de coleta, no verão de 1994. Índice de Similaridade de Morisita (Horn modificado) e agrupamento por UPGMA. Os três "clusters" diferenciados são marcados com as letras A - C.

A distribuição vertical de *P. indicus* foi muito semelhante à de *P. quasimodo*. O maior número de indivíduos por m^3 foi encontrado acima da termoclina no período compreendido entre 18 e 24 h. Abaixo da termoclina foi observada uma maior concentração de organismos apenas às 6 h (Fig. 8a). Com relação à estrutura da população, houve um predomínio de fêmeas adultas e do estágio de copepódito IV macho acima da termoclina, principalmente às 24 h. Abaixo da termoclina, foi encontrado maior número de fêmeas jovens, copepóditos V e IV, no horário das 6 h do dia 27 de fevereiro (Figs 8b-c).

O pico máximo de ocorrência de *P. aculeatus* foi observado acima da termoclina, principalmente às 24 h. Abaixo da termoclina, a maior densidade foi encontrada às 6 h do segundo dia de coleta, superando os valores de densidade encontrados acima da termoclina (Fig. 9a). A população foi constituída basicamente de fêmeas adultas e copepódito V macho, sendo os máximos valores detetados às 24 h, acima da termoclina. Abaixo da termoclina, o copepódito V macho e as fêmeas adultas foram mais abundantes às 18 h e 6 h, respectivamente (Figs 9b-c).

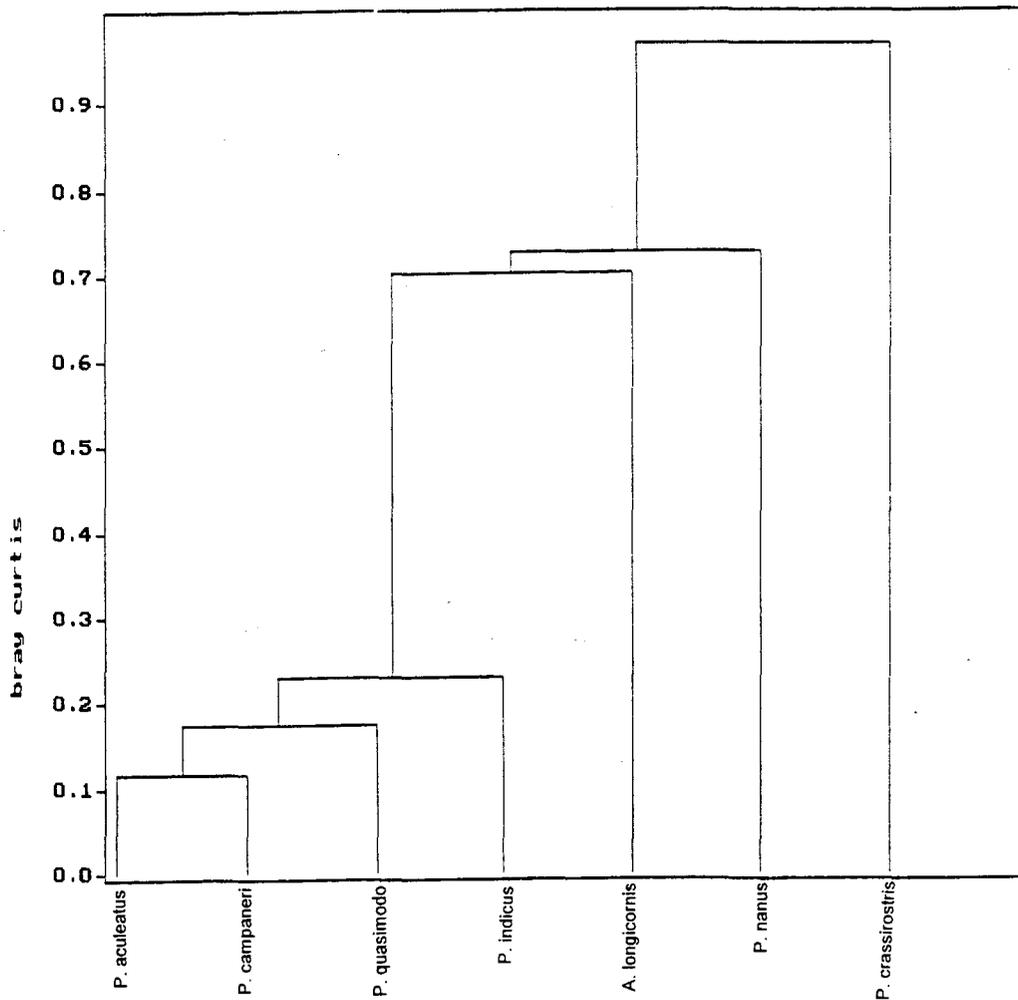


Fig. 5. Dendrograma da análise de agrupamento das espécies, no verão de 1994. Índice de Similaridade de Morisita (Horn modificado). Índice de dissimilaridade de Bray-Curtis e agrupamento por UPGMA.

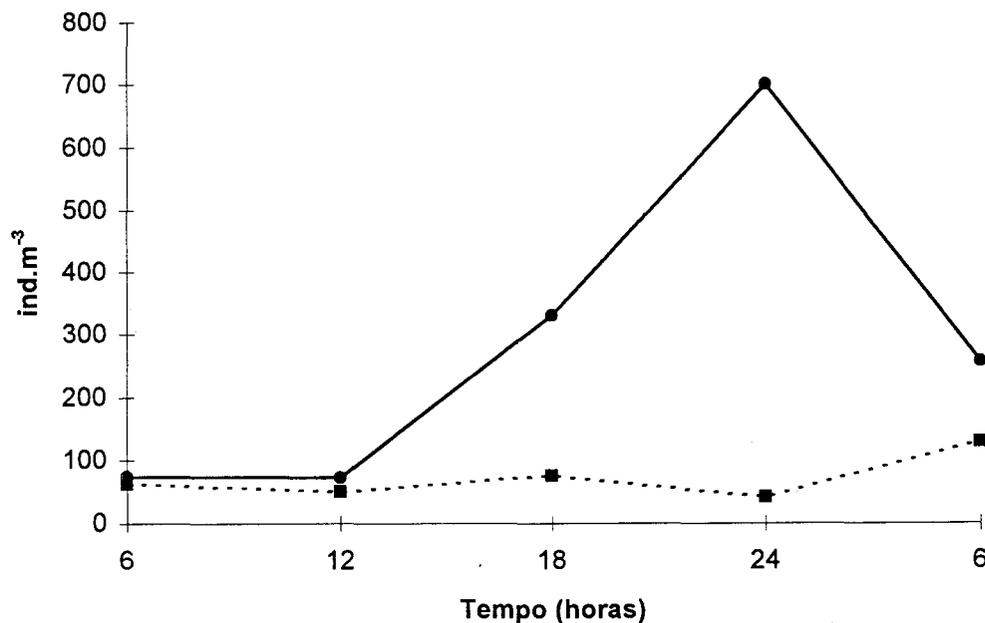


Fig. 6. Distribuição vertical e variação temporal dos espécimes da família Paracalanidae, acima (—●—) e abaixo (.....■.....) da termoclina, na região de São Sebastião, no verão de 1994.

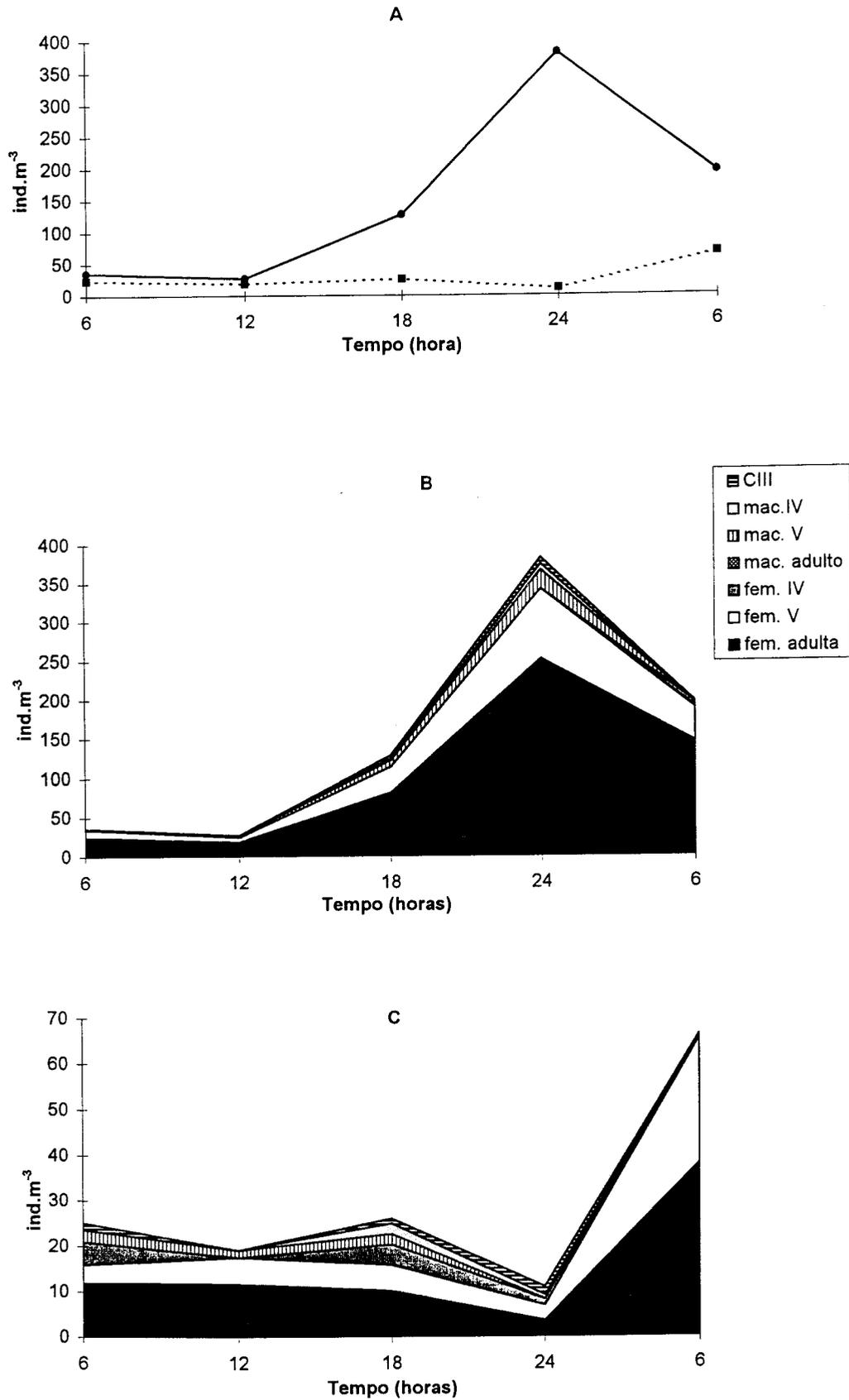


Fig. 7. Distribuição vertical e variação temporal de *Paracalanus quasimodo*: (A) acima (—●—) e abaixo (---■---) da termoclina e dos diferentes estágios de desenvolvimento acima (B) e abaixo da termoclina (C).

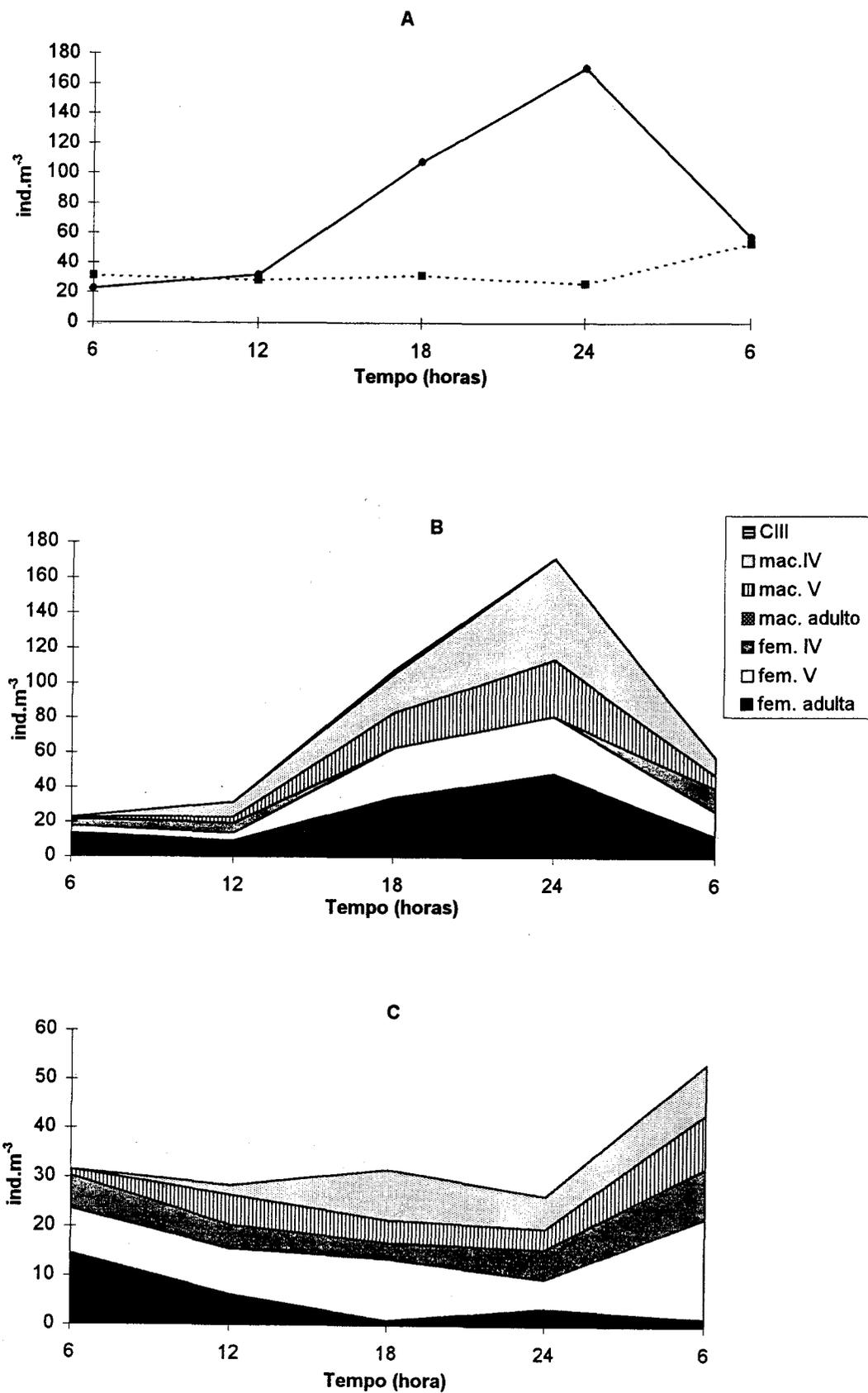


Fig. 8. Distribuição vertical e variação temporal da espécie *Paracalanus indicus*: (A) acima (—●—) e abaixo (---■---) da termoclina e dos diferentes estágios de desenvolvimento acima (B) e abaixo da termoclina (C).

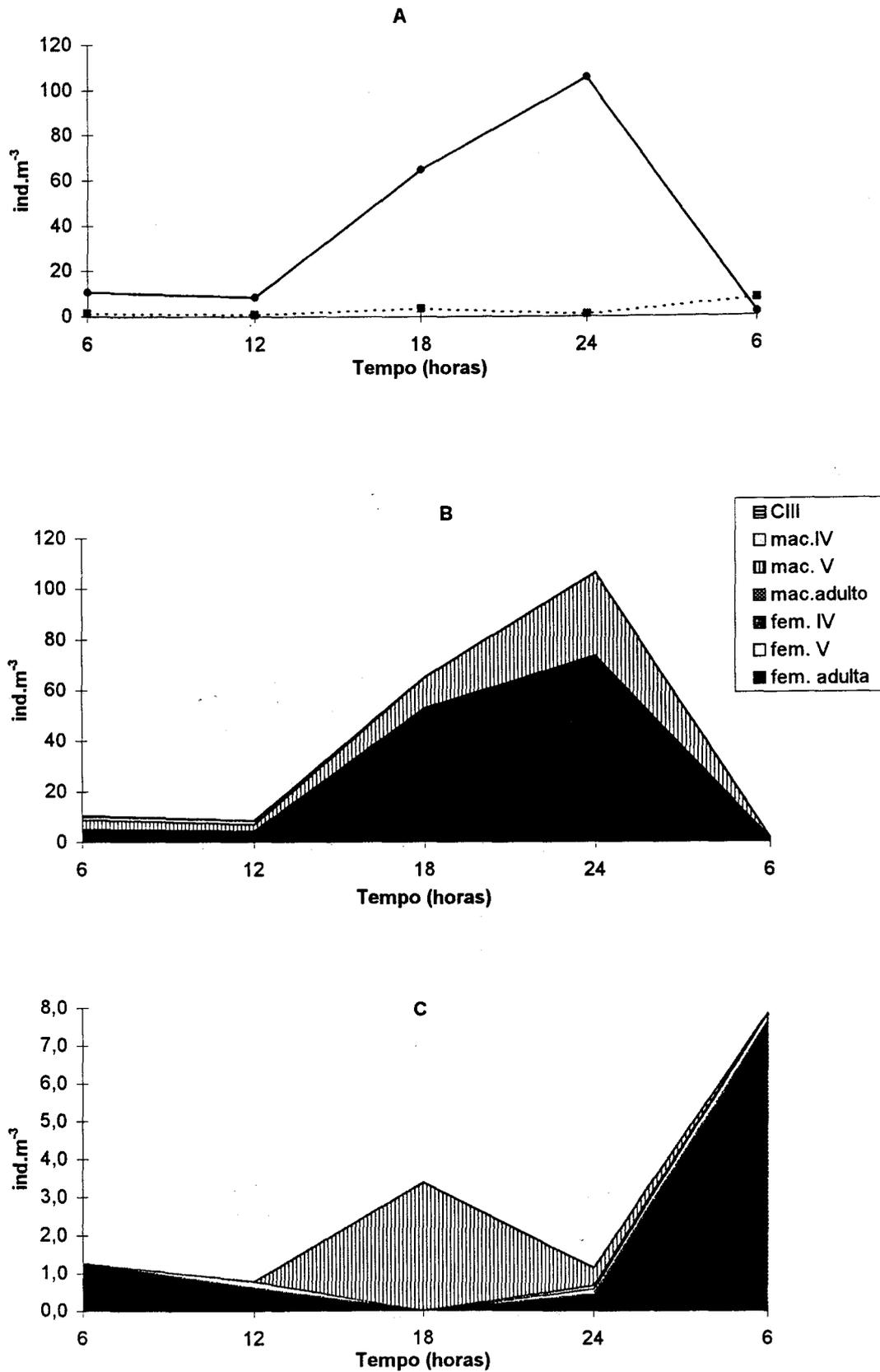


Fig. 9. Distribuição vertical e variação temporal da espécie *Paracalanus aculeatus*: (A) acima (—●—) e abaixo (---■---) da termoclina e dos diferentes estágios de desenvolvimento acima (B) e abaixo da termoclina (C).

Discussão

A composição da família Paracalanidae em São Sebastião foi similar à relatada para a costa brasileira (Björnberg, 1981) e região de Ubatuba (Vega-Pérez, 1993), porém o número de espécies desta família encontrado por Gaeta *et al.* (1990) no Canal de São Sebastião foi menor. Das 3 espécies de *Paracalanus* identificadas por estes últimos autores, *P. parvus*, *P. quasimodo* e *P. crassirostris*, somente a primeira espécie esteve ausente nas amostras estudadas.

No ecossistema marinho os processos físicos e biológicos podem afetar a composição, abundância e distribuição dos organismos planctônicos (Richerson *et al.*, 1978; Coyle *et al.*, 1990; Grant, 1991; Mann, 1991). Dentre estes a temperatura (Razouls & Thiriot, 1968), salinidade, bem como a quantidade e qualidade do alimento têm papel preponderante (Raymont, 1983; Nielsen & Sabatini, 1996).

A ocorrência e distribuição dos copépodos em uma determinada área depende das condições hidrobiológicas (Seguin *et al.*, 1994). As espécies da família Paracalanidae são freqüentemente encontradas nas águas neríticas e oceânicas das regiões tropicais e subtropicais com temperaturas e salinidades altas (Björnberg, 1963; 1981). A ocorrência dos Paracalanidae em toda a área estudada, no verão de 1994, sugere que eles estiveram associados à Água Costeira (AC). Esta massa de água, que dominou toda a área, caracterizou-se por apresentar temperaturas de até 29°C e salinidade de até 35,5.

De acordo com Björnberg (1980), *P. quasimodo* é a espécie de *Paracalanus* mais freqüente e abundante em águas costeiras quentes de salinidade de 30 e de água de plataforma quente. Segundo esse mesmo autor, *P. indicus* também é típico dessas regiões, porém menos freqüente e abundante que o precedente. Dentre os *Paracalanus* que ocorrem na região de São Sebastião, *P. quasimodo* foi a espécie dominante seguida de *P. indicus*, confirmando assim os relatos de Björnberg (*op. cit.*).

A espécie *P. aculeatus* é típica de águas quentes de plataforma e oceânicas, com salinidade acima de 36 e temperaturas maiores do que 20°C (Björnberg, *op. cit.*). Em São Sebastião essa espécie foi a terceira em ordem de importância, sendo freqüente nas estações com profundidades maiores e onde a ACAS esteve presente a partir dos 25 m.

Valdes *et al.* (1990) verificaram que não houve diferenças significativas na abundância e biomassa de pequenas espécies de copépodos, especialmente *Paracalanus*, coletadas nas estações localizadas próximo da costa e nas mais afastadas da região da Galicia (Espanha). Os maiores valores de densidade

das 3 espécies de *Paracalanus* estudadas foram encontrados nas estações localizadas além da isóbata dos 50 m, nas áreas 4 e 5, o que pode ser atribuído à presença da ACAS nas camadas compreendidas entre os 25 e 68 m de profundidade. Segundo Aidar *et al.* (1993), a ACAS é uma massa de água que está associada a altos teores de nutrientes e produção de fitoplâncton. Esta característica teria propiciado o desenvolvimento dos *Paracalanus* nas áreas 4 e 5 (Fig. 2), visto que suas espécies são em sua grande maioria herbívoras (Björnberg & Wilbur, 1968; Kouwenberg, 1994). Em contraposição, nas áreas 1 e 2, as populações de *P. quasimodo*, *P. indicus* e *P. aculeatus* apresentaram os menores valores de densidade. Essas áreas, localizadas entre o litoral e a isóbata dos 20 m, estiveram sob o domínio total da AC que, apesar dos seus moderados valores de clorofila *a* e nutrientes (Gianesella-Galvão, 1996), parece não ter exercido influência direta no desenvolvimento dessas três espécies durante o período de estudo.

A turbidez e turbulência são os fatores que mais aumentam em direção a costa. Para Eisma & Kalf (1987) a quantidade de material em suspensão aumenta drasticamente nas regiões costeiras. Mudanças no tamanho, quantidade e qualidade da matéria orgânica particulada aliada à turbulência, em pequena escala, podem afetar indiretamente a atividade dos copepóditos (Kjørboe *et al.*, 1990; Saiz & Alcaraz, 1991), especialmente no que diz respeito à capacidade de capturar e manipular o seu alimento (Soetaert & Herman, 1994). Ao que tudo indica fatores como o material em suspensão, presente em grandes quantidades na área 1 e em quantidades moderadas na área 2 (Gianesella-Galvão, *op. cit.*), estariam afetando a composição, abundância e distribuição dos *Paracalanus* ao impedir ou dificultar o processo de alimentação.

Os valores médios de densidade encontrados em algumas estações localizadas na área 3, situada entre a isóbata dos 20 e 50 m, podem ser atribuídos à presença da ACAS nas camadas mais profundas. Raymont (1983) reportou a ocorrência de espécimes adultos e jovens de *P. aculeatus* no Canal da Mancha durante o ano inteiro, especialmente no período compreendido entre fevereiro e agosto. Resultados semelhantes foram observados no presente trabalho, já que as populações de *P. quasimodo*, *P. indicus* e *P. aculeatus* também estiveram constituídas basicamente de fêmeas adultas, bem como de copepóditos V e IV.

Autores como Katsuragawa (1985), apontaram vários problemas relacionados à eficiência dos métodos de amostragem quantitativa quando se utilizam redes. Um desses problemas está relacionado com a fuga de pequenos organismos

através das malhagens. De acordo com Ahlstrom (1973) é impraticável o uso de malhagens menores que 0,333 mm nas coletas porque favorece o entupimento e conseqüente redução da água filtrada, que aumenta consideravelmente abaixo dessa abertura. Para Saville (1957) a fuga de organismos é devido, em parte, a distorção da malha provocada pela compressão dos organismos contra a parede da rede.

Nichols & Thompson (1991), estudando a influência da abertura de malha na coleta de 4 espécies dos copépodos *Calanus spp.*, *Pseudocalanus minutus*, *Paracalanus parvus* e *Temora longicornis* concluíram que, para que 95% dos indivíduos presentes na água do mar amostrada possam ser capturados, é necessário que a abertura da malha seja equivalente a pelo menos 75% da largura dos copépodos. O aparelho de coleta utilizado no presente trabalho foi a rede Bongô com abertura de malha de 0,333 mm, que teria atuado como elemento selecionador dos organismos capturados, favorecendo a fuga principalmente dos estágios de copepódito I-III. Assim, a rede Bongô mostrou ser um aparelho inconveniente para amostragens quantitativas de organismos de pequeno tamanho como *P. quasimodo*, *P. indicus* e *P. aculeatus* que, segundo Björnberg (1981), possuem comprimentos de 0,75-0,82 mm; 0,75-0,8 mm e 0,92-1,2 mm, respectivamente.

A biomassa zooplânctônica, na zona eufótica, tende a ser maior à noite que durante o dia (Napp *et al.*, 1988; Hays, 1995). Migradores verticais como os copépodos Calanoidea, deslocam-se para a superfície ao anoitecer e descem para as camadas mais profundas ao amanhecer (Pagano *et al.*, 1993), evitando sua exposição aos predadores visuais (Zaret & Kerfoot, 1975; Chae & Nishida, 1995; Hays *et al.*, 1995). A migração pode ser provocada também pela intolerância aos raios ultravioletas (Johnson, 1946 *apud* Vinogradov, 1970), os baixos teores de oxigênio da água (Sameoto, 1986), a temperatura e a concentração de matéria orgânica particulada (Paffenhöfer, 1983).

Brooks & Mullin (1983) verificaram que os pequenos herbívoros permanecem próximo à superfície na zona eufótica, onde o fitoplâncton é abundante. Björnberg & Wilbur (1968), correlacionaram a intensidade de migração vertical (MV) com a forma de alimentação: MV bem marcada em organismos predadores (*Calanopia americana*); MV praticamente ausente em filtradores (*Paracalanus crassirostris*) e MV de intensidade intermediária para os omnívoros (*Acartia*

lilljeborgi). Em contraposição, os copépodos de regiões neríticas que normalmente exibem migração vertical diária, não migram quando expostos a uma concentração de alimento elevada, permanecendo nas camadas superficiais durante todo o dia (Fransz *et al.*, 1984; Dagg, 1985).

Tang *et al.* (1994) relataram que as espécies de *Paracalanus* permanecem em águas profundas durante o dia, para evitar a pressão de predação, e migram para a superfície à noite a fim de se alimentar. Para Ohman *et al.* (1983), os *Paracalanus* não migram ou realizam migração inversa, isto é, deslocam-se para a superfície durante o dia, na presença de grande quantidade de predadores.

Na região de São Sebastião, as 3 espécies de *Paracalanus* estudadas ocorreram em maior número acima da termoclina, durante o período da noite. Essa distribuição é típica de organismos que realizam migração vertical com a finalidade de alimentar-se e/ou de fugir dos predadores visuais. Ao que tudo indica, a forte estratificação termohalina na região durante o período de amostragens, não foi uma barreira térmica para que os Paracalanidae pudessem realizar a migração vertical. A presença de matéria orgânica seria um outro fator que pode ter influenciado a ocorrência e distribuição de *P. quasimodo*, *P. indicus* e *P. aculeatus*. Segundo Giancesella-Galvão *et al.* (1996), a existência da ilha de São Sebastião, com a presença de matas exuberantes até quase a linha d'água, permite que a matéria orgânica de origem vegetal seja carregada pelo "run-off" e chegue pouco decomposta ao ambiente marinho. Ao sofrer decomposição, libera amônia, tornando essa massa de água mais produtiva. Isto justificaria, em parte, os valores de densidade relativamente altos observados durante o período de coleta (24 horas).

Agradecimentos

Os autores agradecem à Profa. Dra. Thaïs Navajas Corbisier e a M.Sc. Emília Arasaki pelo auxílio na análise de agrupamentos. À M.Sc. Liang Tsui Hua e aos técnicos do IIOUSP pelo auxílio nos trabalhos de campo. Aos dois Assessores anônimos, pelas críticas e sugestões feitas aos manuscritos. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP (Proc. n° 92.3449/0) pelo apoio financeiro dado ao presente trabalho. Ao CNPq (Programa PIBIC/USP) e à CAPES pelas bolsas de estudo fornecidas.

Referências bibliográficas

- Aidar, E.; Gaeta, S. A.; Giancesella-Galvão, S. M. F.; Kutner, M. B. B & Teixeira, C. 1993. Ecosistema costeiro subtropical: nutrientes dissolvidos, fitoplâncton e clorofila-*a* e suas relações com as condições oceanográficas na região de Ubatuba, SP. *Publção esp. Inst. oceanogr.*, S Paulo, (10):9-43.
- Ahlstrom, E. H. 1973. Ichthyoplankton surveys for detection and appraisal of fishery resources. *FAO Fish. tech. Pap.*, 122:3-13.
- Angel, M. V. 1984. Detrital organic fluxes through pelagic ecosystems. *In: Fasham, M. J. R., ed. Flows of energy and materials in marine ecosystems: theory and practice.* New York, Plenum Press. p. 475-516.
- Björnberg, T. K. S. 1963. On the marine free-living copepods off Brazil. *Bolm Inst. oceanogr. S Paulo*, 13(1):3-142.
- Björnberg, T. K. S. 1980. Revisão da distribuição dos gêneros *Paracalanus*, *Clausocalanus* e *Ctenocalanus* (Copepoda, Crustacea) ao largo do Brasil. *Bolm. Inst. oceanogr.*, S Paulo, 29(2):65-68.
- Björnberg, T. K. S. 1981. Copepoda. *In: Boltovskoy, D. ed. Atlas de zooplancton del Atlântico Sudoccidental y métodos de trabajo con zooplancton marino.* Mar del Plata, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero. p.587-679.
- Björnberg, T. K. S. & Wilbur, K. M. 1968. Copepod phototaxis and vertical migration influenced by xanthene dyes. *Biol. Bull. mar. biol. Lab., Woods Hole*, 134(3):389-410.
- Bowman, T. E. 1971. The distribution of calanoid copepods off the Southeastern United States between Cape Hatteras and Southern Florida. *Smithsonian Contr. Zool.*, 96:1-58.
- Brooks, E. R. & Mullin, M. M. 1983. Diel changes in the vertical distribution of biomass and species in the southern California Bight. *CALCOFI Rep.*, 24:210-215.
- Chae, J. C. & Nishida, S. 1995. Vertical distribution and diel migration in the iridescent copepods of the Family Sapphirinidae: a unique example of reverse migration? *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 119:111-124.
- Coyle, K. O.; Paul, A. J. & Ziemann, D. A. 1990. Copepod populations during the spring bloom in an Alaskan Subarctic embayment. *J. Plankt. Res.*, 12(4):759-797.
- Dagg, M. G., 1985. The effects of food limitation on diel migratory behavior in marine zooplankton. *Arch. Hydrobiol. Beih.*, 21:247-255.
- Damkaer, D. M. 1996. Copepod taxonomy: Discovery vs. recognition. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 109(4):687-694.
- Eisma, D. & Kalf, J. 1987. Distribution, organic content and particle size of suspended matter in the North Sea. *Neth. J. Sea. Res.*, 21:265-285.
- Fransz, H. G.; Miquel, J. C.; Gonzalles, S. R. 1984. Mesozooplankton composition, biomass and vertical distribution and copepod production in the stratified Central North Sea. *Neth. J. Sea Res.*, 18(1/2):82-96.
- Gaeta, S. A.; Abe, D. S.; Susini, S. N.; Lopes, R. M.; Metzler, P. M. 1990. Produção primária, plâncton e covariáveis ambientais no Canal de São Sebastião, durante o outono. *Rev. Brasil. Biol.*, 50(4):963-974.
- Giancesella-Galvão, S. M. F.; Aidar, E.; Vega-Pérez, L. A. & Saldanha-Corrêa, F. M. P. 1996. Estudo do plâncton e produção primária da plataforma interna da região de São Sebastião. *In: Oceanografia da Plataforma Interna da Região de São Sebastião. Relatório FAPESP*, (3):70-163.
- Gonzáles, H. E.; Kurbjewit, F. & Bathmann, U. V. 1994. Occurrence of cyclopoid copepod and faecal material in the Halley Bay region, Antarctica, during January-February 1991. *Polar Biol.*, 14(5):331-342.
- Grant, G. C. 1991. Chaetognatha from the central and southern middle Atlantic Bight. Species composition, temperature-salinity relationships, and interspecific associations. *Fish. Bull. U.S.*, 89:33-40.

- Hays, G. C. 1995. Ontogenetic and seasonal variation in the diel vertical migration of the copepods *Metridia lucens* and *Metridia longa*. *Limnol. Oceanogr.*, 40(8):1461-1465.
- Hays, G. C.; Warner, A. J. & Proctor, C. A. 1995. Spatio-temporal patterns in the diel vertical migration of the copepod *Metridia lucens* in the northeast Atlantic derived from the Continuous Plankton Recorder survey. *Limnol. Oceanogr.*, 40(3):469-475.
- Hillgruber, N.; Haldorson, L. J. & Paul, A. J. 1995. Feeding selectivity of larvae walleye pollock *Theragra chalcogramma* in the oceanic domain of the Bering Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 120:1-10.
- Horn, H. S. 1966. Measurement of "overlap" in comparative ecological studies. *Am. Nat.*, 100:419-424.
- Hopcroft, R. R. & Roff, J. C. 1996. Zooplankton growth rates: diel egg production in the copepods *Oithona*, *Euterpina* and *Corycaeus* from tropical waters. *J. Plankt. Res.*, 18(5):789-803.
- Katsuragawa, M. 1985. Estudo sobre a variabilidade de amostragem, distribuição e abundância de larvas de peixes da região sudeste do Brasil. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 168p.
- Katsuragawa, M. 1995. Estudo do ictioplâncton da plataforma interna da região de São Sebastião. In: Oceanografia da Plataforma Interna da Região de São Sebastião. Relatório FAPESP, (2):164-206.
- Kjørboe, T.; Kaas, H.; Krause, B.; Møhlenberg, F.; Tiselius, P. & Ærtebjerg, G. 1990. The structure of the pelagic food web in relation to water column structure in the Skagerrak. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 59:19-32.
- Kouwenberg, J. H. M. 1994. Copepod distribution in relation to seasonal hydrographics and spatial structure in the north-western Mediterranean (Golfe du Lion). *Est. Coast. Shelf. Sci.*, 38(1):69-90.
- Kramer, D.; Kalin, M. J.; Stevens, E. G.; Treikill, J. R. & Zweifel, J. R. 1972. Collecting and processing data on fish eggs and larvae in the California Current region. U.S. NOAA tech. Rept, (370):1-38.
- Lawson, T. J. & Grice, G. D. 1973. The developmental stages of *Paracalanus crassirostris* Dahl, 1894 (Copepoda, Calanoida). *Crustaceana*, 24:43-56.
- Legendre, L. & Legendre, P. 1983. Numerical ecology. Amsterdam, Elsevier. 419 p.
- Mann, K. H. 1991. Organisms and ecosystems. In: Barnes, R.S. & Mann, K. H. eds. *Fundamentals of aquatic ecology*, 2nd ed. London, Blackwell Scientific Publications. p. 3-28.
- Nakata, K. 1988. Alimentary tract contents and feeding conditions of ocean-caught post larval Japanese sardine, *Sardinops melanostictus*. *Bull. Tokai reg. Fish. Res. Lab.*, 126:11-24.
- Napp, J. M.; Brooks, E. R.; Matrai, P. & Mullin, M. M. 1988. Vertical distribution of marine particles and grazers. II. Relation of grazer distribution to food quality and quantity. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 50:59-72.
- Nichols, J. H. & Thompson, A. B. 1991. Mesh selection of copepodite and nauplius stages of four calanoid copepod species. *J. Plankt. Res.*, 13(3):661-671.
- Nielsen, T. G. & Sabatini, M. 1996. Role of cyclopoid copepods *Oithona spp.* in North Sea plankton communities. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 139:79-93.
- Ohman, M. D., Frost, B. W. & Cohen, E. B. 1983. Reverse diel vertical migration: an escape from invertebrate predators. *Science*, 220:1404-1407.
- Omori, M. & Ikeda, T. 1992. *Methods in marine zooplankton ecology*. 2nd ed. New York, John Wiley. 332 p.
- Paffenhöfer, G.-A. 1983. Vertical zooplankton and distribution on the northeastern Florida shelf and its relation to temperature and food abundance. *J. Plankt. Res.*, 5(1):15-34.
- Paffenhöfer, G.-A. & Knowles, S. C. 1979. Ecological implications of fecal pellet size, production and consumption by copepods. *J. Mar. Res.*, 37:35-49.

- Pagano, M.; Gaudy, R.; Thibault, D. & Lochet, F. 1993. Vertical migration and feeding rhythms of mesozooplanktonic organisms in the Rhône River Plume Area (North-west Mediterranean Sea). *Estuar. coast. Shelf. Sci.*, 37:251-269.
- Pedreira, M. M. 1997. Alimentação e hábito alimentar de larvas de *Trachurus lathani* (Família Carangidae), na região de Ubatuba, Estado de São Paulo. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 129p.
- Raymont, T. E. 1983. Plankton and productivity in the oceans. Zooplankton. Oxford, Pergamon Press. v.2.
- Razouls, S & Thiriot, A. 1968. Le macrozooplankton de la région de Banyuls-sur-Mer (Golfe du Lion). *Vie Millieu*, 19 (1B):133-184.
- Richerson, P. J.; Powell, T. M.; Leigh-Abbot, M. R. & Coil, J. A. 1978. Spatial heterogeneity in closed basins. In: Steele, J. H. ed. *Spatial pattern in plankton communities*. London, Plenum Press. p.239-276.
- Rippingale, R. J. 1994. A calanoid copepod *Gladioferens imparipes*, holding to surface. *Hydrobiologia*, 292/293:351-360.
- Saiz, E. & Alcaraz, M. 1991. Effects of small-scale turbulence on development time and growth of *Acartia grani* (Copepoda: Calanoida). *J. Plankt. Res.*, 13(4):873-883.
- Sameoto, D. D. 1986. Influence of the biological and physical environment on the vertical distribution of mesozooplankton and micronekton in the eastern tropical Pacific. *Mar. Biol.*, 93(2):263-279.
- Sasaki, H.; Hattori, H. & Nishizawa, S. 1988. Downward flux of particulate organic matter and vertical distribution of calanoid copepods in the Oyashio water in Summer. *Deep-Sea Res.*, 35(4):505-515.
- Saville, A. 1957. Mesh selection in plankton nets. *J. Conseil*, 23(1):192-201.
- Seguin, G.; Errhif, A. & Dallot, S. 1994. Diversity and structure of pelagic copepod populations in the frontal zone of the eastern Alboran sea. *Hydrobiologia*, 292/293:369-377.
- Smetacek, V. S. 1980. Zooplankton standing stock, copepod faecal pellets and particulate detritus in Kiel Bight. *Estuar. coast. mar. Sci.*, 2:477-490.
- Soetaert, K. & Herman, P. M. 1994. One foot in the grave: Zooplankton drift into the Westerschelde estuary (The Netherlands). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 105:19-29.
- Tang, K. W.; Chen, Q. C.; Wong, C. K. 1994. Diel vertical migration and gut pigment rhythm of *Paracalanus parvus*, *P. crassirostris*, *Acartia erythraea* and *Calanus subcrassus* (Copepoda, Calanoida) in Tolo harbour, Hong Kong. *Hydrobiologia*, 292/293:389-396.
- Turner, J. T. 1994. Planktonic copepods of Boston Harbor, Massachusetts Bay and Cape Cod Bay, 1992. *Hydrobiologia*, 292/293:405-413.
- Valdes, J. L.; Roman, M. R.; Alvarez-Ossorio, M. T., Gauzens, A. L. & Miranda, A. 1990. Zooplankton composition and distribution off the coast of Galicia, Spain. *J. Plankt. Res.*, 12(3):629-643.
- Vega-Pérez, L. A. 1993. Estudo do zooplâncton da região de Ubatuba, Estado de São Paulo. *Publção esp. Inst. oceanogr.*, S Paulo, (10):65-84.
- Vinogradov, M. E. 1970. Vertical distribution of the zooplankton. *Israel Program for Scientific Translation*. 339p.
- Zaret, T. M. & Kerfoot, W. C. 1975. Fish predation on *Bosmina longirostris*. Body-size selection versus visibility selection. *Ecology*, 56:232-237.

(Manuscrito recebido 20 fevereiro 1997; revisado 28 abril 1997; a aceito 26 junho 1997)