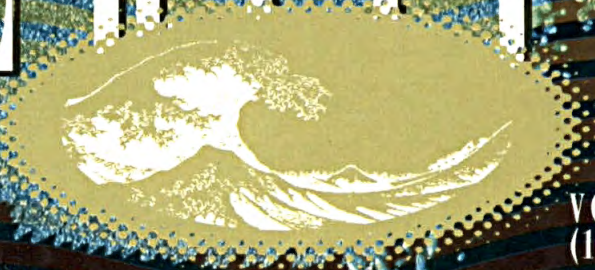


NERITICA

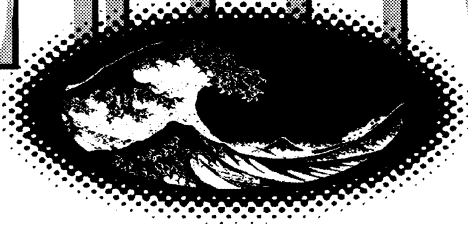


VOLUME
(1-2) 1997

11



NERÍTICA





Reitor

Carlos Roberto Antunes dos Santos

Vice-Reitor

Romolo Sandrini

Diretor da Editora da UFPR

Luiz Carlos Ribeiro

Nerítica

Publicação anual do Centro de Estudos do Mar da UFPR
Indexada no Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts (ASFA)

Comissão Editorial

Paulo da Cunha Lana

Frederico Pereira Brandini

Secretária

Maria Rita Davin

NERÍTICA



VOLUME
(1-2)1997

11

Editora
UFPR

EDITORA DA UFPR

Centro Politécnico - Jardim das Américas

tel./fax (0__41) 361-3380 / 267-5973

Caixa Postal 19.029

81531-990 - Curitiba - Paraná - Brasil

e-mail: editora@cce.ufpr.br

Coordenação editorial: Marildes Rocio Artigas Santos

Revisão dos textos em português: Maria José Maio Fernandes Naime

Marianne Nigro

Revisão final: dos Autores

Editoração eletrônica: Jefferson Schnaider

Capa: Nexo Design

***Nerítica* v. 11 (1-2) 1997**

poderá ser obtida, em permuta,

junto à Biblioteca Central da UFPR / Seção Intercâmbio

Caixa Postal 19.051 - 81531-990 - Curitiba - Paraná - Brasil

e-mail: inter@bc.ufpr.br

CATALOGAÇÃO NA FONTE

Coordenação de Processos Técnicos. Sistema de Bibliotecas, UFPR

Nerítica / Centro de Estudos do Mar da Universidade

Federal do Paraná. – v. 1, n. 1 (1986)- . – Curitiba:

Ed. da UFPR, 1986-

v.

Annual.

ISSN-0102-6224

1. Biologia marinha. I. Universidade Federal do Paraná.
Centro de Estudos do Mar.

CDD 574.9205

CDU 551.46(05)

Série Revistas da UFPR, n. 68

ISSN 0102-6224

Ref. 242

PRINTED IN BRAZIL

Curitiba, 2000

PEDE-SE PERMUTA

WE ASK FOR EXCHANGE

EDITORIAL

O campo da ciência oceanográfica vem passando por rápidas e importantes transformações nos últimos anos. O advento de novas tecnologias e instrumentos e as importantes interfaces que vêm se estabelecendo entre a oceanografia e outros domínios disciplinares exigem reajustes e transformações igualmente rápidos das instituições e dos próprios veículos de divulgação científica.

Nesse contexto, este fascículo de *Nerítica* é o último em seu atual formato. A partir de agora, a revista sofrerá uma descontinuidade para que executemos uma série de mudanças editoriais, que compreenderão desde a reformulação e ampliação da atual Comissão Editorial e criação de um Comitê Editorial científico internacional até alterações nos procedimentos de revisão técnico-científica, *design* e qualidade gráfica.

A abrangência geográfica de *Nerítica* será expandida para as áreas de plataforma do Atlântico Sul e seu idioma obrigatório será o inglês.

Novas instruções editoriais serão oportunamente divulgadas para a comunidade científica.

OS EDITORES



SUMÁRIO

- Comparative study on the efficiency of two plankton nets for the quantitative estimation of appendicularians (chordata, tunicata)
- 9** ESNAL, G. B.; SANKARANKUTTY, C.; GONZALEZ, B. N.; CAPITANIO, F. L.
- Temporal and spatial dynamics of nutrients and particulate suspended matter in Paranaguá Bay, PR, Brazil
- 17** MACHADO, E. C.; DANIEL, C. B.; BRANDINI, N.; QUEIROZ, R. L. V.
- Appendicularian distribution in the Río de La Plata Estuary and adjacent neritic areas
- 37** CAPITANIO, F. L.; ESNAL, G. B.
- Variação sazonal do fitoplâncton na zona de arrebentação da praia de Pontal do Sul (Paranaguá - Paraná)
- 49** REZENDE, K. R. V.; BRANDINI, F. P.
- Feeding habits of *Loligo sanpaulensis* Brakonieccki, 1984 (cephalopoda, loliginidae) in Southern Brazil
- 63** ANDRIGUETTO, J. M.; HAIMOVICI, M.
- Structure of the fish assemblage in the surf zone of the beach at Pontal do Sul, Paraná
- 77** GODEFROID, R. S.; HOFSTAETTER, M.; SPACH, H. L.
- Tidal characteristics and a numerical model for the M₂ tide at the estuarine complex of the Bay of Paranaguá, Paraná, Brazil
- 95** MARONE, E.; JAMIYANAA, D.
- Counting and measuring living protozooplankton using a video enhanced microscope and a new microplankton concentration device
- 109** CORDEIRO, T. A.; UHLIG, G.; BRANDINI, F. P.

- 115** First record of magelonidae, *Magelona riojai* Jones, 1963 (Polychaeta) in coastal waters of Argentina
ELÍAS, R.; BREMEC, C. S.
- 123** Papel dos crustáceos braquiúros na rede trópica da plataforma interna de Ubatuba, São Paulo (Brasil)
PETTI, M. A. V.
- 139** Crescimento e ciclo reprodutivo do Pargo-rosa (*Pagrus pagrus* Linnaeus, 1758) na região do Cabo Frio, Rio de Janeiro
COSTA, P. A. S.; FAGUNDES-NETTO, E. B.; GAELZER, L. R.; LACERDA, P. S.; MONTEIRO-RIBAS, W. M.
- 155** Cnidários da Baía do Espírito Santo e adjacências (Brasil). I - As anêmonas-do-mar (Anthozoa, Actiniaria)
GROHMANN, P. A.
- 165** Desembarque da pesca costeira em Cananéia - São Paulo - Brasil, durante 1995 e 1996
MENDONÇA, J. T.; KATSURAGAWA, M.
- 191** Nota Técnica
Base de dados digital do litoral paranaense em sistema de informações geográficas
NOERNBERG, M. A.; LAUTERT, L. F. C.; ARAÚJO, A. D.; ODRISKY, L. L.

COMPARATIVE STUDY ON THE EFFICIENCY OF TWO PLANKTON NETS FOR THE QUANTITATIVE ESTIMATION OF APPENDICULARIANS (CHORDATA, TUNICATA)

Graciela Beatriz ESNAL^{*}
Cheruparambil SANKARANKUTTY^{**}
Beatriz Nora GONZALEZ^{*}
Fabiana Lía CAPITANIO^{*}

INTRODUCTION

The quantitative estimation of zooplankton depends on the choice of plankton net and mesh size. When comparing abundance and composition of several zooplanktonic groups, it is strongly recommended to use the appropriate net for each group, and to express the results according to the volume of water filtered by the different nets (Fenaux, 1986). These considerations also apply to the different species in the same group, and several examples exist in Appendicularia, which are very well documented in that respect (Wyatt, 1973; Paffenhöfer, 1975; Fenaux *et al.*, 1979; Fenaux & Palazzoli, 1979; Fenaux, 1986). Frequently, samples are not representative of the real population size, because juvenile stages of many species may be underestimated when nets with a large mesh size are employed. Comparing the capture of appendicularians by 53 μm and 200 μm mesh nets in the Mediterranean Sea, Fenaux *et al.* (1979) noticed that the larger mesh size determined not only an underestimation of densities, but also an important underestimation of biomass (see also Fenaux & Palazzoli, 1979). In the present paper the efficiency of two plankton nets with similar characteristics to those used by Fenaux *et al.* (1979) is comparatively analyzed for the quantitative estimation

^{*} Departamento de Ciências Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 1428 Buenos Aires, Argentina.

^{**} Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Praia de Mãe Luiza s/n, Natal-Rn 59014-100, Brazil.

of four species of the genus *Oikopleura*. We test the hypothesis that immature animals are captured in a greater proportion by the 53 μm mesh net. In addition, their abundance at a coastal station located in the northeast of Brazil is discussed.

MATERIALS AND METHODS

Sampling was performed from the oil platform PUB 3, Guamaré, Rio Grande do Norte (5°S - 36°W) between 17 and 21 October 1989. Eight diurnal and eight nocturnal samples were taken using two plankton nets (53 μm and 200 μm pore size) hauled vertically and simultaneously from a depth of 10 m to the surface. The number of organisms per cubic meter was estimated by the cylinder formula, taking into account mouth diameter of nets and sample depth.

Appendicularians were classified into three maturity stages: immature, intermediate, and mature, following the characterizations proposed by Fenaux (1976), Esnal & Castro (1977), Esnal & Castro (1985), Esnal *et al.* (1985), and Simone *et al.* (1989).

Net efficiencies were compared through a randomized complete blocks ANOVA design (Steel & Torrie, 1980). Sixteen samples as the blocks, four species, three maturity stages, and two nets were considered (N=384). Densities (d) were transformed to $d' = \log(d+0.5)$ (Sokal & Rohlf, 1996) to test the assumption for the ANOVA. Double interactions were analyzed by simple effect tests (Winer, 1971).

RESULTS

Table 1 shows the density of appendicularians collected by the 53 μm and 200 μm mesh nets; temperature and salinity are also included. *Oikopleura cornutogastra* Aida 1907, *O. dioica* Fol 1872, *O. longicauda* (Vogt 1854), and *O. rufescens* Fol 1872 were the main appendicularians present in the samples. A single specimen of *Fritillaria formica* Fol 1872 was capture by the 53 μm mesh net, at midnight, on 18 October, and another one of *Megalocercus abyssorum* Chun 1888, by the 200 μm mesh net, at 3:00 AM, the same day. *Oikopleura longicauda* was the dominant species in samples from both nets, followed by *O. dioica*. *O. cornutogastra* and *O. rufescens* appeared frequently but their densities were low. A high proportion of immature animals was recorded, indicating an active reproduction of all the species. However, between the two most abundant species an alternation of abundances seems to occur, since immature *O. longicauda* were abundant during the last sampling days, whereas immature *O. dioica* were predominant at the beginning of the sampling period. Captures were higher during the night, especially for *O. longicauda* and *O. cornutogastra* (Table 2).

The result of the ANOVA on transformed densities (Table 3) shows the significance of the interactions: a) net x stage x species ($F=2.099$, 6 and 345 degrees of

freedom, $P=0.052$), b) stage x species ($F=10.538$, 6 and 345 degrees of freedom, $P=0$), c) net x species ($F=10.928$, 3 and 345 degrees of freedom, $P=0$) and d) net x stage ($F=12.489$, 2 and 345 degrees of freedom, $P=0$). The degrees of freedom of the interactions were calculated by multiplying the degrees of freedom of each one of the involved factors. The degrees of freedom of the error were calculated by subtracting 38 degrees of freedom to the total degrees of freedom ($N-1=383$). Simple effect tests were used, beginning with the net x stage interaction. The 53 μm mesh net captured more immature specimens than the 200 μm mesh net ($F=27.123$, 1 and 345 degrees of freedom, $P=0$), whereas intermediate and mature animals were equally captured by both nets ($P=0.213$ and $P=0.075$) (Table 4, Figure 1). As the highest difference between the numbers of organisms captured by both nets was restricted to immature stages, a simple effect test was used for this stage on the net x species interaction (Table 5). Immature *O. dioica* were captured in a greater proportion by the 53 μm mesh net ($F=55.63$, 1 and 345 degrees of freedom, $P=0$), whereas the remaining species were equally captured by both nets ($P>0.05$).

Table1: Sampling data from a coastal station off Brazil (5°S, 36°W).

Sample	Temperature (°C)	Salinity (‰)	Appendicularians total density (specimens/m ³)	
			53 μm net	200 μm net
1	29.0	36.0	71.0	38.2
2	29.0	36.0	83.0	56.43
3	29.0	36.0	98.0	87.1
4	29.0	36.0	51.1	63.1
5	29.0	36.0	58.0	65.8
6	29.0	36.0	62.3	28.4
7	29.0	36.0	27.4	55.8
8	29.0	36.0	46.0	29.9
9	29.0	36.1	115.0	53.4
10	29.0	36.1	108.6	69.5
11	29.0	36.1	54.9	39.9
12	29.0	36.1	66.8	72.2
13	29.0	36.1	21.4	10.9
14	29.0	36.1	7.1	2.1
15	29.0	36.1	3.4	3.1
16	29.0	36.1	19.1	7.9

Table 2: Mean densities (specimens/m³) of the four species pooled for the 53 µm and 200 µm mesh nets in diurnal and nocturnal samples.

Species	Diurnal density		Nocturnal density	
	53 µm	200 µm	53 µm	200 µm
<i>O. longicauda</i>	64.1	57.1	105.8	58.6
<i>O. dioica</i>	56.6	16.2	60.1	22.3
<i>O. rufescens</i>	29.4	20.5	31.3	26.1
<i>O. cornutogastra</i>	31.2	22.6	47.6	37.8

Table 3: ANOVA. DF: degrees of freedom; F: statistic; P: probability.

Source of variation	DF	F	P
Sample	15	11.829	0.000
Net	1	8.124	0.005
Stage	2	111.677	0.000
Species	3	89.251	0.000
Net x stage	2	12.489	0.000
Net x species	3	10.928	0.000
Stage x species	6	10.538	0.000
Net x stage x species	6	2.099	0.052
Error	345		

Table 4: Mean densities and simple effect test for the net x stage interaction. (1) stage in nets; (2) net in maturity stages. F: statistic; P: probability.

	Immature (2)	Intermediate (2)	Mature (2)	F	P
53 µm net (1)	9.533	3.838	0.438	97.670	0
200 µm net (1)	6.359	3.778	0.448	26.498	0
F	27.123	1.540	3.099		
P	0	0.213	0.075		

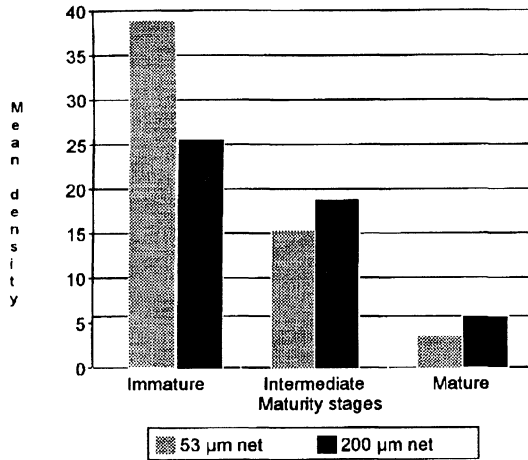


Fig. 1

Mean density (specimens/m³), of each maturity stage of the four appendicularian species captured simultaneously with 53 µm and 200 µm mesh nets.

Table 5: Simple effect test for the net x species interaction. Comparison of densities of immature individuals of each species between both nets. DF: degrees of freedom; F: statistic; P: probability

Species	DF	F	P
<i>O. longicauda</i>	1	1.135	0.288
<i>O. rufescens</i>	1	0.327	1.000
<i>O. cornutogastra</i>	1	2.134	0.149
<i>O. dioica</i>	1	55.631	0.000
Error	345		

DISCUSSION

When comparative studies on the efficiency of plankton nets are discussed, all authors agree that the 200 µm mesh net is not the most appropriate net for the quantitative estimation of appendicularians, recommending the use of a smaller pore net. Paffenhöfer (1975) mentions, for the case of *Oikopleura dioica* from the North Sea, that specimens with trunk length under 400-500 µm are not quantitatively estimated if a 200 µm mesh net is employed. In the case of *O. longicauda* from the Mediterranean Sea, Fenaux & Palazzoli (1979) affirm that those animals with trunk lengths under 300 µm are underestimated if sampled using a 200 µm mesh net. These authors propose the use of correction coefficients when a representative sampling of the population density is required. For the appendicularians of the family Oikopleuridae the proposed coeffi-

cient is 2.9, while for those of the family Fritillariidae, which are generally smaller, the proposed factor is 4.6. Wyatt (1973), also estimated correction factors for *O. dioica* smaller than 300 μm in trunk length, collected by a multiple high speed plankton sampler net (78 meshes/cm). For the Mediterranean appendicularians, Fenaux (1986) mentions that qualitative composition does not seem to be influenced by net choice (53 μm vs. 200 μm mesh), as opposed to what happens with quantitative estimations.

The results obtained in the present study agree with the above mentioned authors since the 53 μm net seems to be the most efficient mesh size to study the overall species assemblage. However, when the densities of immature stages of each species were analyzed separately, differences in captures were due exclusively to *O. dioica* ($P=0$), which was the only species underestimated by the 200 μm net. All individuals of the remaining species were equally captured by both nets ($P>0.05$).

No differences in the faunistic composition of the captures were found between both plankton nets, with the single exception of a specimen of *Fritillaria formica* captured by the 53 μm net, and another one of *Megalocercus abyssorum* captured by the 200 μm net. Although the latter species is very large, the presence of a single specimen can be interpreted as a random effect and not as plankton net selectivity.

The highest density of animals was observed during night samplings. Appendicularians show small scale vertical migrations due to diverse environmental factors such as thermal and saline gradients, concentrations of chlorophyll and suspended particles. On some occasions, a differential stratification of different populations has been observed (Acuña & Anadón, 1992; Shiga, 1993; Acuña, 1994). The sampling design herein used does not permit to detect vertical migration of the studied species, since only surface samplings (0-10 m layer) were performed. However, the differences observed between diurnal and nocturnal samplings would suggest night migration to the surface, a well-known distribution pattern among zooplankton organisms.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are grateful to the staff of the oil platform PUB 3 of PETROBRAS for their cooperation and assistance in collecting the samples. This research was supported by grants from CONICET and UBACYT to G. B. Esnal.

ABSTRACT

Appendicularians collected from a coastal station located at 5°S and 36°W, northeast Brazil, were studied. Eight daytime and eight night samples were collected from the 0-10 m layer. Two samples were taken simultaneously using 53 µm and 200 µm mesh plankton nets. *Oikopleura cornutogastra*, *O. dioica*, *O. longicauda*, and *O. rufescens* were the main species present in the samples. The efficiency of both nets was compared for the quantitative estimation of these species. All the appendicularians were classified into three maturity stages: immature, intermediate, and mature. Their densities were compared using a randomized complete blocks ANOVA design with net level as the main plot. Only immature *O. dioica* were underestimated when a 200 µm mesh net was used ($P=0$). Immature individuals of the remaining species were equally captured by both nets ($P>0.05$). *O. longicauda* and, to a lesser extent, *O. dioica*, were the dominant species. All samples showed a high proportion of immature animals, indicating an active reproduction of all the species.

Key-words: zooplankton, Appendicularia, nets, sampling methodology.

RESUMO

Apêndiculárias coletadas em uma estação costeira localizada a 5° S e 36°W, no nordeste do Brasil, foram estudadas. Foram coletadas oito amostras noturnas e oito amostras diurnas na camada entre 0 e 10 m. Duas amostras foram coletadas simultaneamente usando redes de plâncton com abertura de malha de 53 µm e 200 µm. *Oikopleura cornutogastra*, *O. dioica*, *O. longicauda* e *O. rufescens* foram as espécies registradas. Ambas as redes foram comparadas com relação à sua eficiência para estimar a densidade das espécies. Todos os organismos foram classificados em três estágios de maturidade: imaturo, intermediário e maduro. Suas densidades foram comparadas usando um desenho experimental de ANOVA em bloco completo aleatorizado, com o tipo de rede como a plotagem principal. Somente *O. dioica* imaturos foram subestimados quando uma rede de 200 µm de abertura de malha foi usada ($P=0$). Organismos imaturos das espécies remanescentes foram igualmente capturados com ambas as redes ($P>0.05$). *O. longicauda* e em seguida *O. dioica* foram as espécies dominantes. Todas as amostras analisadas apresentaram uma alta porcentagem de animais imaturos, como evidência da reprodução ativa das espécies.

Palavras-chave: zooplâncton, Apêndiculária, redes, metodologia de amostragem.

REFERENCES

- ACUÑA, J. L. 1994. Summer vertical distribution of appendicularians in the Central Cantabrian Sea (Bay of Biscay). *J. Mar. Biol. Ass., U.K.*, 74: 585-601.
- ACUÑA, J. L. & ANADON, R. 1992. Appendicularian assemblages in a shelf area and their relationship with temperature. *J. Plankton Res.*, 14 (9): 1233-1250.
- ESNAL, G. B. & CASTRO, R. J. 1977. Distributional and biometrical study of appendicularians from the West Atlantic Ocean. *Hydrobiol.*, 56 (3): 241-246.
- ESNAL, G. B. & CASTRO, R. J. 1985. Caracterización de estadios de madurez y variaciones intraspecíficas en *Oikopleura longicauda* (Vogt, 1854), (Tunicata, Appendicularia). *Physis, Buenos Aires*, 43 (104): 19-24.
- ESNAL, G. B.; SANKARANKUTTY, C. & CASTRO, R. J. 1985. Diurnal and seasonal fluctuations of *Oikopleura dioica* Fol, 1872 (Tunicata, Appendicularia) in the mouth of the River Potengi (North Brazil). *Physis, Buenos Aires*, 43 (105): 65-71.

- FENAUX, R. 1976. Cycle vital d'un appendiculaire *Oikopleura dioica* Fol, 1872. Description et chronologie. *Ann. Institut. Oceanogr., Paris*, 52 (1): 89-101.
- FENAUX, R. 1986. Influence de la maille du filet sur l'estimation des populations d'appendiculaires in situ. *Rapp. Comm. Int. Mer. Medit.*, 30, 2, p. 203.
- FENAUX, R.; GORSKY, G. & ESNAL, G.B. 1979. Comparaison et variation de la biomasse du plancton récolté pendant 24 heures en baie de Villefranche-sur-Mer, à l'aide de 2 filets de maille différente: 53 μ et 200 μ . *Rapp. Comm. Int. Mer. Int. Mer. Medit.*, 25/26, 8: 81-82.
- FENAUX, R. & PALAZZOLI, I. 1979. Estimation in situ d'une population d'*Oikopleura longicauda* (Appendicularia) à l'aide de deux filets de maille différente. *Mar. Biol.*, 55: 197-200.
- PAFFENHÖFER, G. A. 1975. On the biology of Appendicularia of the Southeastern North Sea. 10th *European Symposium on Marine Biology, Ostend, Belgium*, 2: 437-455.
- SHIGA, N. 1993. Regional and vertical distributions of *Oikopleura vanhoffeni* on the northern Bering Sea shelf in summer. *Bull. Plankton Soc. Japan*, 39: 117-126.
- SIMONE, L.; CASTRO, R. J. & ESNAL, G. B. 1989. Characterization of maturity stages in *Oikopleura rufescens* Fol, 1872 (Tunicata, Appendicularia) by means of a multivariate analysis. *Physis, Buenos Aires*, 47 (112): 35-41.
- SOKAL, R. & ROHLF, J. 1996. *Biometry*. W.H. Freeman & Co., Ed., 1-860.
- STEEL, R. & TORRIE, J. 1980. *Principles and procedures of statistics. A biometrical approach*. Mc. Graw-Hill Inc., Ed., 1-622.
- WINER, B. J. 1971. *Statistical principles in experimental design*. Mc. Graw- Hill Inc., Ed., 1-907.
- WYATT, T. 1973. The biology of *Oikopleura dioica* and *Fritillaria borealis* in the Southern Bight. *Mar. Biol.*, 22: 137-158.

TEMPORAL AND SPATIAL DYNAMICS OF NUTRIENTS AND PARTICULATE SUSPENDED MATTER IN PARANAGUÁ BAY, PR, BRAZIL

Eunice da Costa MACHADO^{*}

Cesar Bolivar DANIEL^{**}

Nilva BRANDINI^{**}

Ricardo Luiz Vasconcellos de QUEIROZ^{*}

INTRODUCTION

A holistic knowledge of biogenic element cycling in coastal systems requires a quantitative assessment, in temporal and spatial terms, of masses of these elements in pelagic and benthic compartments and of the fluxes between them and with the adjacent continental and oceanic systems. For these ecosystems, however, some of these key processes and fluxes are poorly known (Walsh, 1988; Wollast, 1993), particularly for the Southern Hemisphere (v. Capellen *et al.*, 1993). In estuarine regions, cyclic as well as aperiodic variations on nutrient input rates affect the magnitude and the synchronization of phytoplanktonic development, increasing or dampening natural fluctuations on primary production rates (Klump and Martens, 1983).

The high levels of primary production rates frequently registered for estuaries, are directly related to increased input of dissolved inorganic nutrients, natural or anthropogenic (Boynton *et al.*, 1982; Mallin *et al.*, 1993; Abreu *et al.*, 1995). Depending on the magnitude of nutrient loading in relation to the capacity of dilution and natural status of nutrients of the receptor water, the effects of the eutrophication may affect resources at all levels of biological organization (Gucinski *et al.*, 1990; Smetack *et al.*,

Laboratório de Biogeoquímica Marinha - Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná. Av. Beira Mar s/n, 83.255-000 - Pontal do Sul, PR.

^{*} Bolsista DTI/RHAE (CNPq)

^{**} Bolsista CNPq.

1991). A prerequisite for understanding the eutrophication of these systems is an assessment of the factors responsible for regional and long-term variations of nutrients (Wulff *et al.*, 1990). Therefore, information about temporal and spatial dynamics of these constituents are necessary to understand the functioning of these ecosystems and, consequently, for the establishment of an environmental management for these regions.

This study constitutes the first step of a research program, which aims to understand the cycling of biogenic matter in the Paranaguá Bay. It reports on the spatial and temporal dynamics of the physical, chemical and biological structure of the pelagic compartment with emphasis on major sources and sinks of nutrients and suspended particulate matter.

AREA DESCRIPTION

The Bay of Paranaguá (Fig. 1), situated at the South Brazilian coast, Paraná State (25°03' S, 48°24' W), has an area of 456 Km², and is surrounded by expanses of mangroves, which constitute a main detritus source for the system (Rebello & Brandini, 1990). The bay's east-west axis constitutes the Bay of Paranaguá proper, to which its oriental portion merges to the Laranjeiras Bay (Fig. 1). The system is connected to

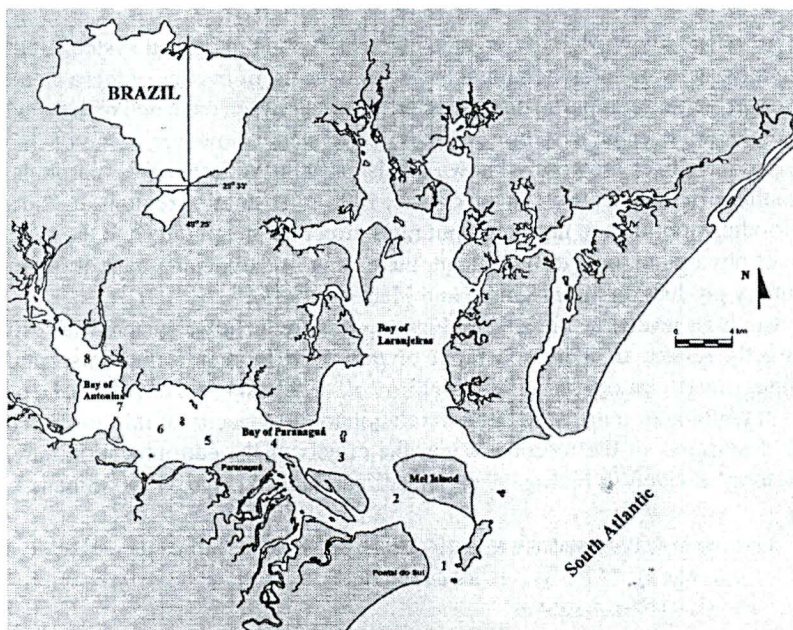


Fig. 1
Map of Paranaguá Bay: Localization of sampling stations

adjacent coastal waters by two tidal channels, Barra Norte and Galheta, separated by the Mel Island.

The tides are characterized by a semi-diurnal regime, showing variations of approximately 1.5 m (Marone, pers. comm.). The freshwater input from a few rivers is small, with a total flux attaining up to $200 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Several mangrove tidal creeks ("gamboas") are potentially relevant as rain water catchments (Marone, pers. comm.).

Earlier studies showed that the anthropogenic influence is restricted to regions of the Paranaguá, Antonina and Guaraqueçaba cities (Knoppers *et al.*, 1987; Brandini *et al.*, 1988). The activities of the harbor of Paranaguá represent the major potential source of increasing impact for the bay's ecosystem.

MATERIAL AND METHODS

Monthly sampling cruises along the main longitudinal axis of the bay were carried out between July/1994 - June/1995 at nine stations (Fig. 1). Samples of surface and bottom waters were collected with a Van Dorn bottle. The salinity was measured with a refractometer (ATAGO, S/MILL). Water temperature and pH were measured with a pH-meter (INGOLD, WTW-pH91) equipped with a temperature sensor and transparency was determined with a Secchi disk. Samples for dissolved oxygen were fixed on board and analysed immediately after arriving at the laboratory using the Winkler method (Grasshoff *et al.*, 1983). Water samples were filtered through GF/C filters during the cruise. Samples were kept in a cool container until the end of the cruise and henceforth stored at -18°C for a few days prior to analyses. Nitrate, nitrite, ammonium, dissolved inorganic phosphorus (DIP) and dissolved silicate (DSi) were measured according to Grasshoff *et al.* (1983). Pigments were extracted from concentrated samples on the GF/C filters with 90 % v/v acetone over 24 h, in the dark, at 12°C and chlorophyll *a* (Chl.-*a*) concentrations were determined fluorimetrically (Turner, 10-AU) according to Strickland and Parsons (1968). Suspended particulate material retained on the filters was measured gravimetrically and particulate organic carbon (POC) was analysed by wet oxidation with dicromate (Strickland and Parsons, 1968).

RESULTS AND DISCUSSION

Knoppers *et al.* (1987) distinguished three sectors within the Bay of Paranaguá - lower, middle and upper sections, according to the pattern of stratification and physiographical characteristics. According to this classification, temporal variations of physical and chemical properties presented in the figures 2-14 and 16 are based on average values of three stations for each sector.

Physical Properties

The entire system exhibited a well-defined saline stratification only at strong ebb tides during the rainy period (summer), as in January of 1995 (Fig. 2). During the other periods, a spatial variation of the stratification pattern was observed, with waters well-mixed in the area situated at the mouth of the bay and a progressive stratification towards the inner bay, as for example in October of 1995 (Fig. 2). On the other hand, an almost homogeneous water column was observed in the whole bay in June of 1995, after strong winds. These results demonstrate that the hydrodynamic of the bay is strongly controlled by climate factors (rain regime and winds), which also affect the intensity of tides.

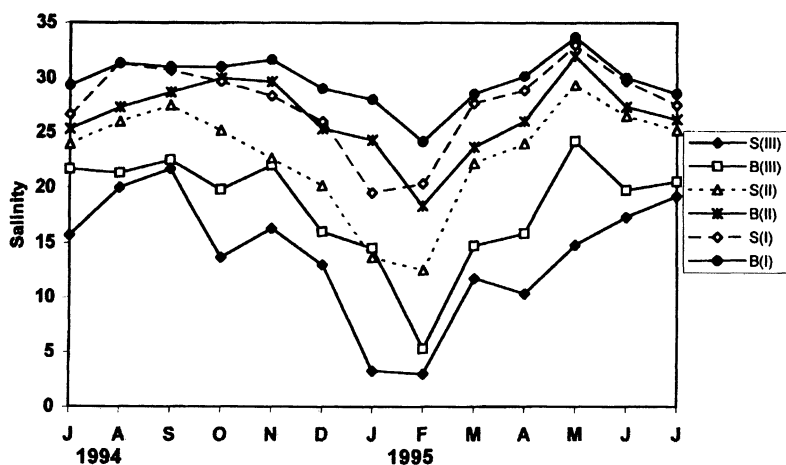


Fig. 2

Temporal variation of salinity in the lower (I), middle (II) and upper (III) sections of Paranaguá Bay: S = surface water; B = bottom water

The temperature showed a behavior similar to the salinity. Nevertheless, horizontal and vertical variations were small (Fig. 3). The transparency and pH exhibited a direct relation to the salinity, with highest values in the dry periods, at the mouth of the system (Figs. 4 and 5). The dissolved oxygen in the bottom water showed a decreasing gradient towards the inner bay (Fig. 6). No defined pattern was observed for surface waters. The lowest value (64 % saturation) was registered for bottom waters in the upper section of the bay in January of 1995. This behavior can be attributed to the spatial variability of production and respiration processes in the water column and, probably, in surface sediments (Stumm and Morgan, 1981; Carmouze, 1994; Bierman

Table 1 - Range of water column properties in some coastal ecosystems

System	Sal.	pH	T °C	O.D. (% Sat.)	Secchi (m)	dw (mg/l)	Chl.-a (µg/l)	POC (mg/l)	NO ₃ µM	NO ₂ µM	NH ₄ µM	PO ₄ µM	Si(OH) ₄ µM	N:P	Reference
Paranaguá Bay	0 - 32.5	6.7 - 8.3	18.5 - 26.6	64 - 112	0.7 - 6.8	1.7 - 221	0.4 - 49	0.2 - 4	0.1 - 9	0 - 0.9	0.4 - 8	0.2 - 3	3.1 - 178	0.6 - 24.2	this study
Paranaguá Bay	2 - 35.5	7 - 8.25*	20 - 30	100 - 120	0.5 - 5*	2.8 - 34	0.4 - 7	0.6 - 2	0 - 13	0 - 0.3	0 - 10	0.07 - 1.4	1.5 - 140	-	Knoppers <i>et al.</i> (1987); *Rebello & Brandini (1990)
Conceição Lagoon	3 - 36	8 - 8.2	15 - 30	0 - 147	R.B.	0.7 - 142	0.8 - 1604	0.1 - 2	1.9 - 13	0.02 - 0.1	0.5 - 2	0.3 - 0.7	11.7 - 275	6.3 - 29.7	Knoppers <i>et al.</i> (1984); Odebrecht & Caruso (1987)
Patos Lagoon	0 - 32.5	7.1 - 8.4	11 - 26	86 - 158	0.1 - 1.2	3.1 - 261	1 - 17	-	0 - 73	0 - 3.5	0 - 33.2	0 - 5.5	0.9 - 275	1.2 - 40	Niencheski <i>et al.</i> (1986); Baumgarten <i>et al.</i> , (1995)
Guarapina Lagoon	4 - 25.5	-	19 - 31	80 - 180	-	8.7 - 80	12.3 - 75	1.8 - 10	0.4 - 9	0.01 - 0.9	0.5 - 5	0.1 - 2.7	7.2 - 140	1.3 - 43	Machado & Knoppers (1988)
Mundaú Lagoon	0.02 - 26.1	6.4 - 8.6	25 - 30	21 - 117	0.15 - 1	-	-	-	0.3 - 33	0 - 8.5	-	0.5 - 4	20 - 417	-	Macedo <i>et al.</i> (1987)
Mundaú/ Manguaba	0.1 - 33.9	7.32 - 9.65	24 - 32	10 - 205	0.1 - 3.5	3.6 - 190	2.2 - 265	-	0.3 - 21	0 - 11	0.05 - 33	0.05 - 7	12.4 - 192	1.4 - 25.3	Machado (unpub. data)
Great Ouse Estuary (England)	0 - 35	-	3 - 21	-	0.1 - 1.5	0 - 399	0.5 - 156	-	0 - 730	0.5 - 6	0.5 - 23	2 - 48	1 - 160	10	Fichez <i>et al.</i> (1992)
Mississippi Estuary (USA)	12.5 - 30.2	-	-	-	-	0.5 - 12.6	1.1 - 14.4	-	0.05 - 100	-	-	0.12 - 6.1	0.2 - 28.7	-	Redalje <i>et al.</i> (1994)
Chesapeake Bay (USA)	0 - 18	-	3 - 27	-	-	-	3 - 18	-	0 - 100	-	0.5 - 7.8	0.06 - 1.2	-	15 - 230	Magnien <i>et al.</i> (1992)
Archipelago of Göteborg (Sweden)	0.8 - 23.5	-	-	70 - 130	-	-	<2 - 9	0.49	1.49 - 35.3	-	1.09 - 14.4	0.05 - 0.46	-	35 - 800	Selmer & Rydberg (1993)
Bay of Biscay (Spain)	26 - 34	7.5 - 8.25	20.1 - 21.8	102 - 107	-	0.2 - 2.7	1 - 11	0.1 - 0.5	9 - 27	0.1 - 1.9	2 - 14	0.2 - 2.2	0 - 14	18 - 60	Garcia-Soto <i>et al.</i> (1990)
Puget Sound (USA)	22 - 30	-	8.7 - 18.1	66 - 132	-	-	-	-	<0.1 - 1.5	<0.1 - 0.2	0.8 - 2.9	0.6 - 2.3	32 - 62	1 - 2	Thom <i>et al.</i> (1994)

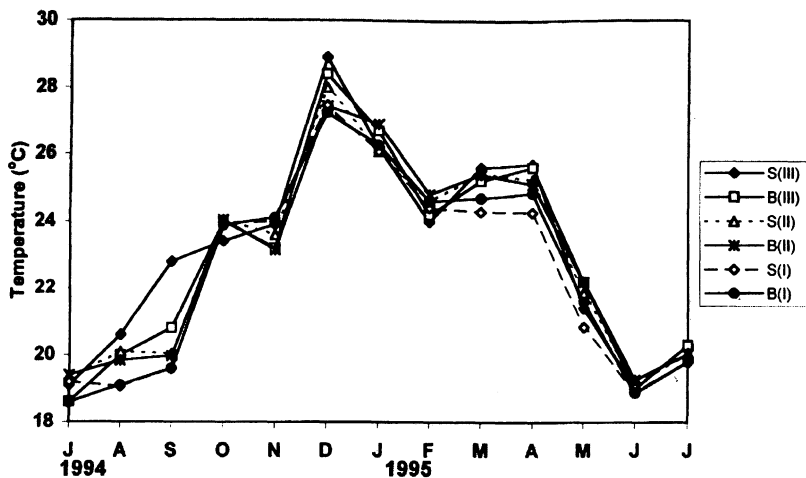


Fig. 3
Temporal variation of salinity in the lower (I), middle (II) and upper (III) sections of Paranaguá Bay: S = surface water; B = bottom water.

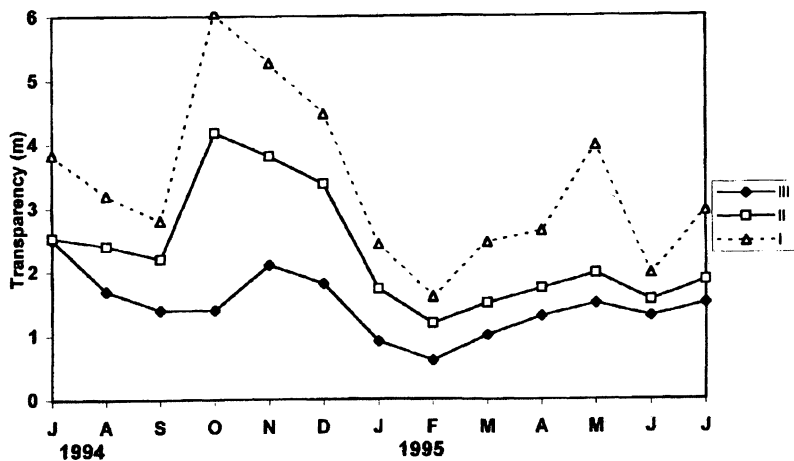


Fig. 4
Temporal variation of transparency in the lower (I), middle (II) and upper (III) sections of Paranaguá Bay.

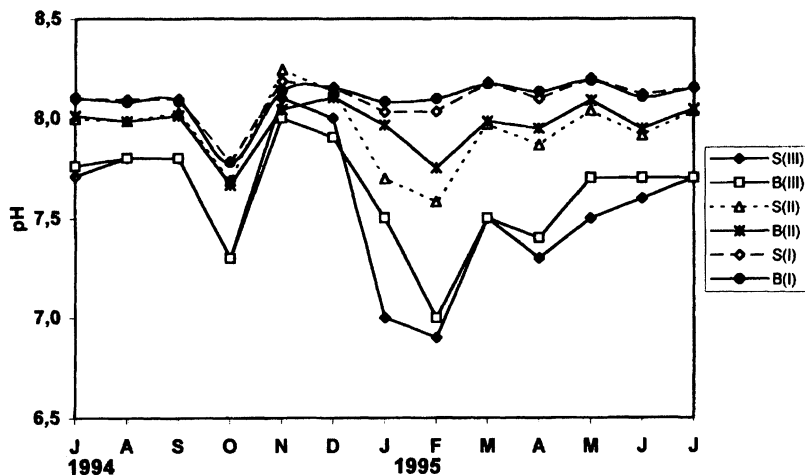


Fig. 5

Temporal variation of pH in the lower (I), middle (II) and upper (III) sections of Paranaguá Bay: S = surface water; B = bottom water.

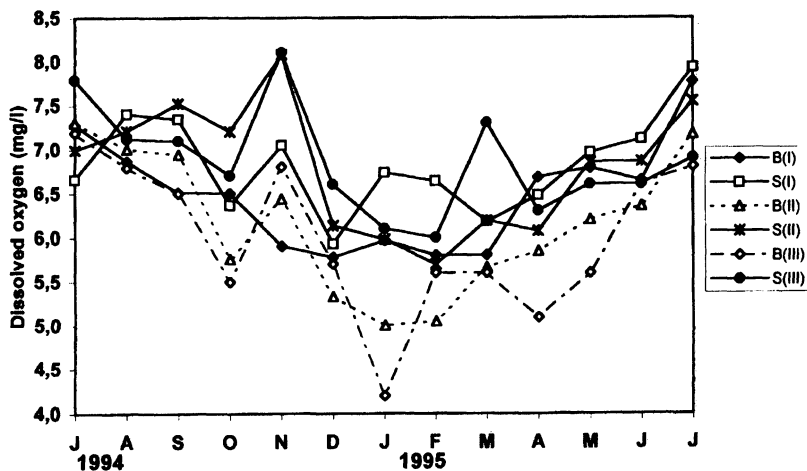


Fig. 6

Temporal variation of dissolved oxygen in the lower (I), middle (II) and upper (III) sections of Paranaguá Bay: S = surface water; B = bottom water.

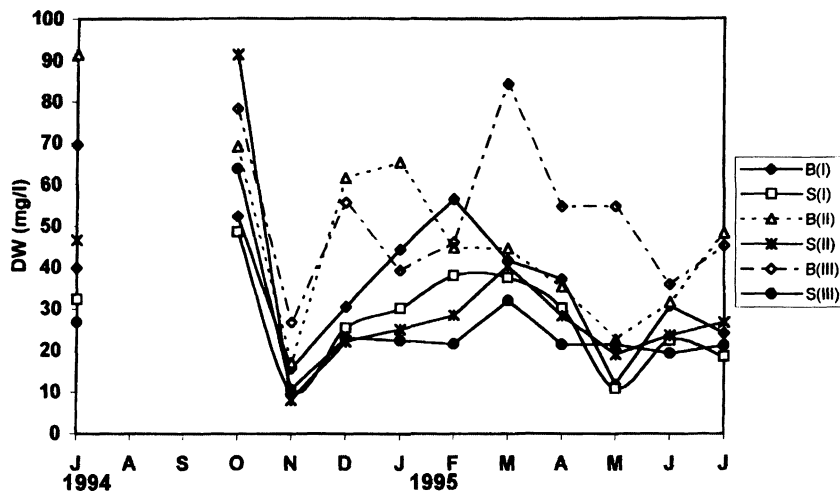


Fig. 7

Temporal variation of suspended particulate material (DW) in the lower (I), middle (II) and upper (III) sections of Paranaguá Bay: S = surface water; B = bottom water.

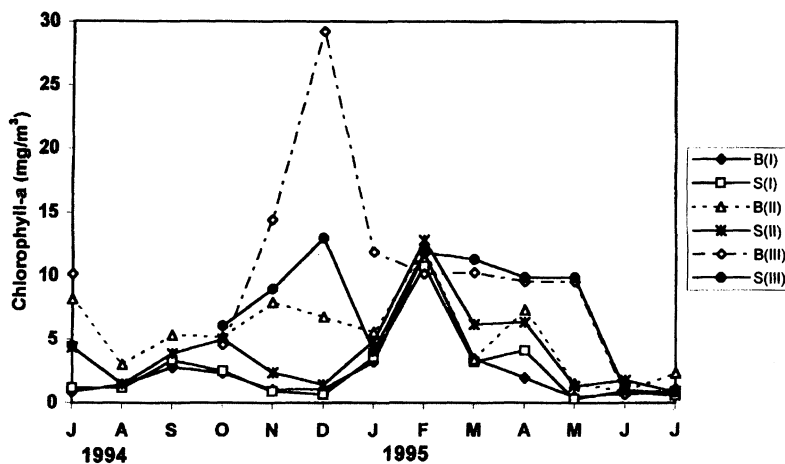


Fig. 8

Temporal variation of Chlorophyll-a in the lower (I), middle (II) and upper (III) sections of Paranaguá Bay: S = surface water; B = bottom water.

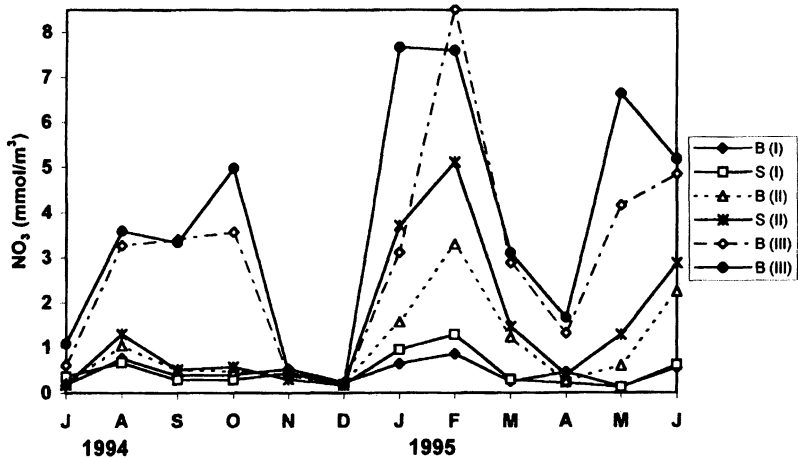


Fig. 9
Temporal variation of nitrate in the lower (I), middle (II) and upper (III) sections of Paranaguá Bay: S = surface water; B = bottom water.

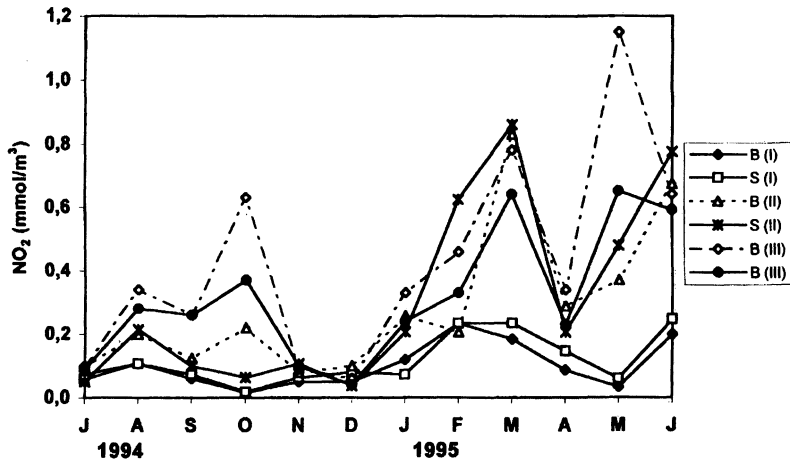


Fig. 10
Temporal variation of nitrite in the lower (I), middle (II) and upper (III) sections of Paranaguá Bay: S = surface water; B = bottom water.

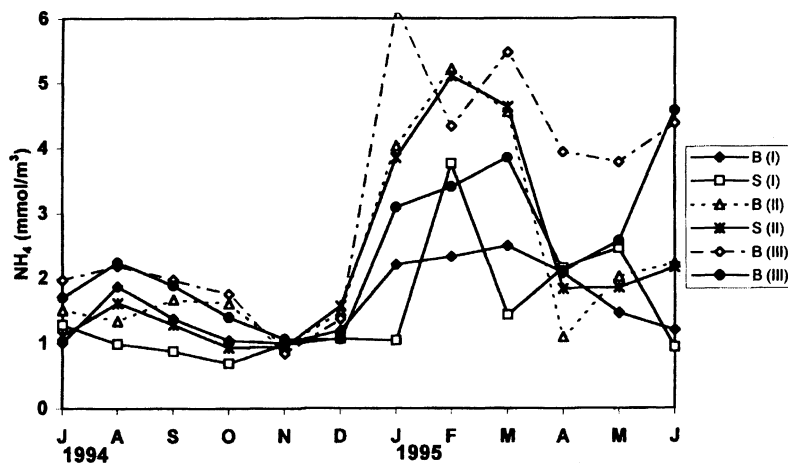


Fig. 11

Temporal variation of ammonium in the lower (I), middle (II) and upper (III) sections of Paranaguá Bay: S = surface water; B = bottom water.

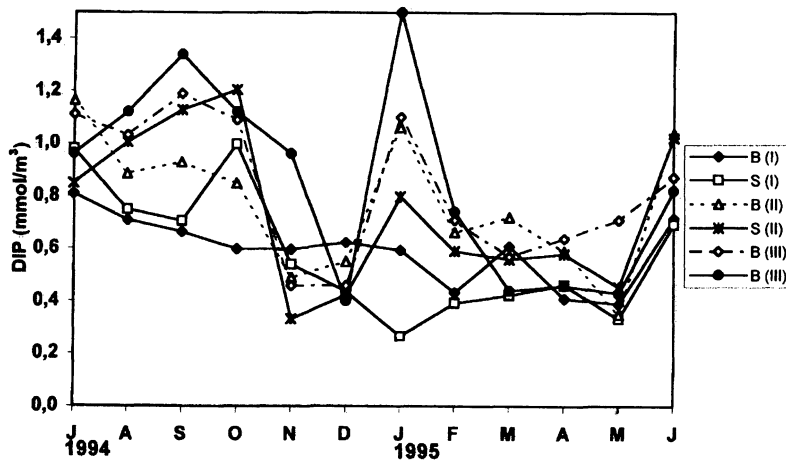


Fig. 12

Temporal variation of dissolved inorganic phosphorus (DIP) in the lower (I), middle (II) and upper (III) sections of Paranaguá Bay: S = surface water; B = bottom water.

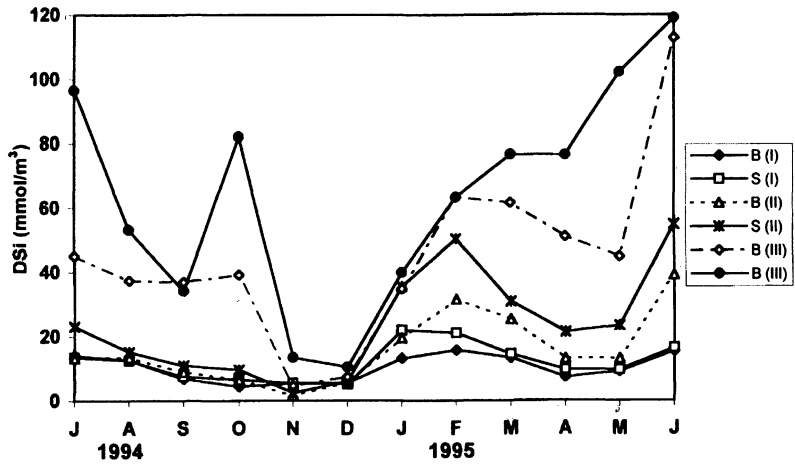


Fig. 13

Temporal variation of dissolved silicate (DSi) in the lower (I), middle (II) and upper (III) sections of Paranaguá Bay: S = surface water; B = bottom water.

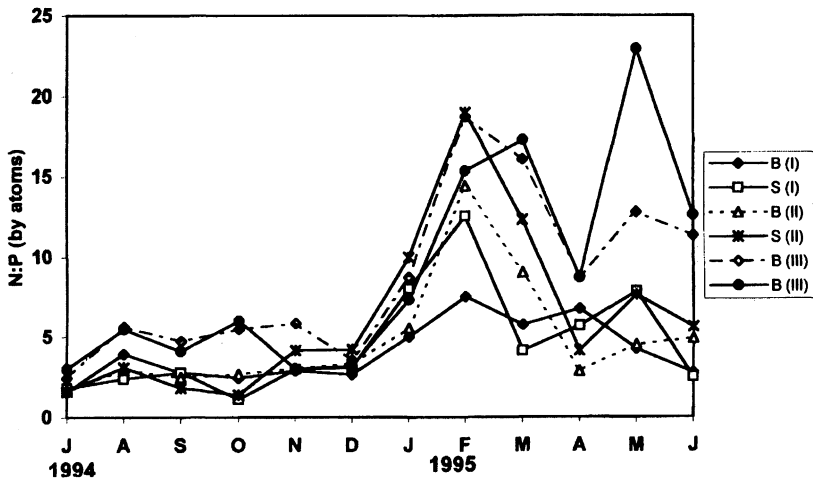


Fig. 14

Temporal variation of nitrogen:phosphorus ratios in the lower (I), middle (II) and upper (III) sections of Paranaguá Bay: S = surface water; B = bottom water.

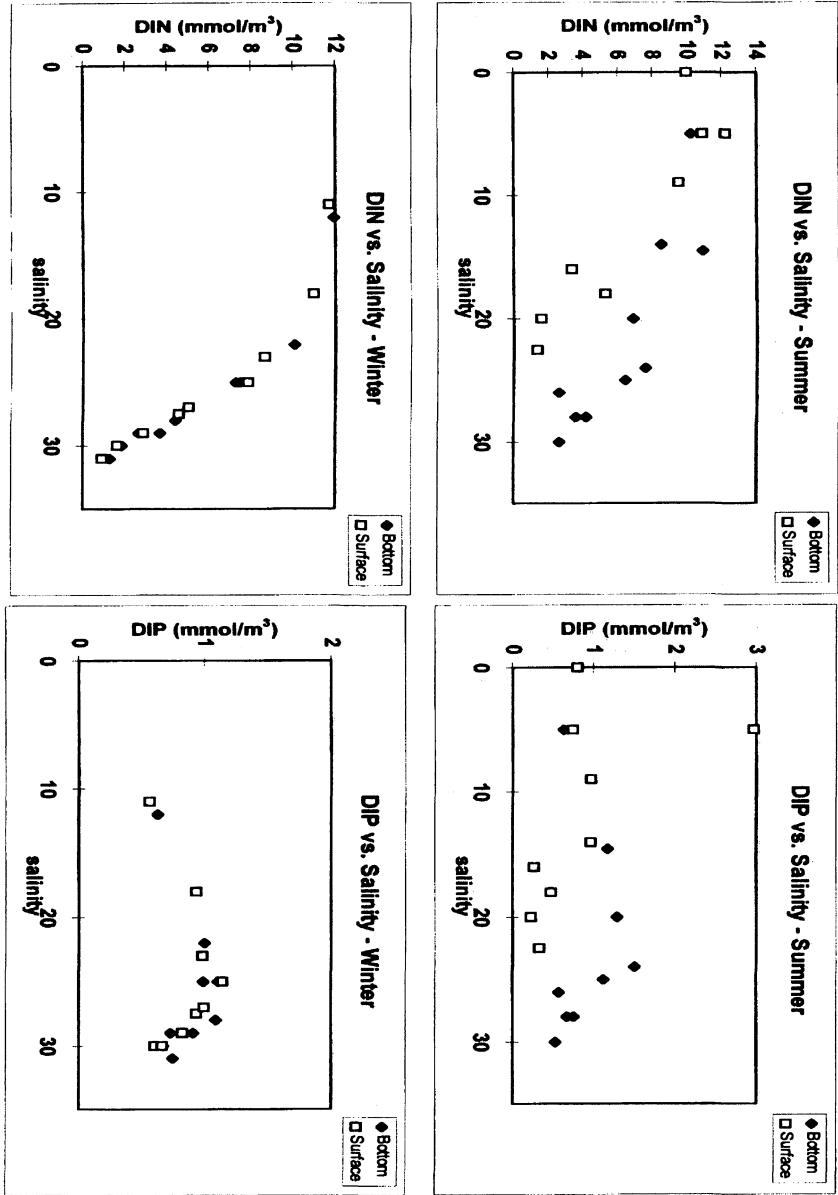


Fig. 15
Composite plot of Dissolved inorganic nitrogen and phosphorus vs. salinity.

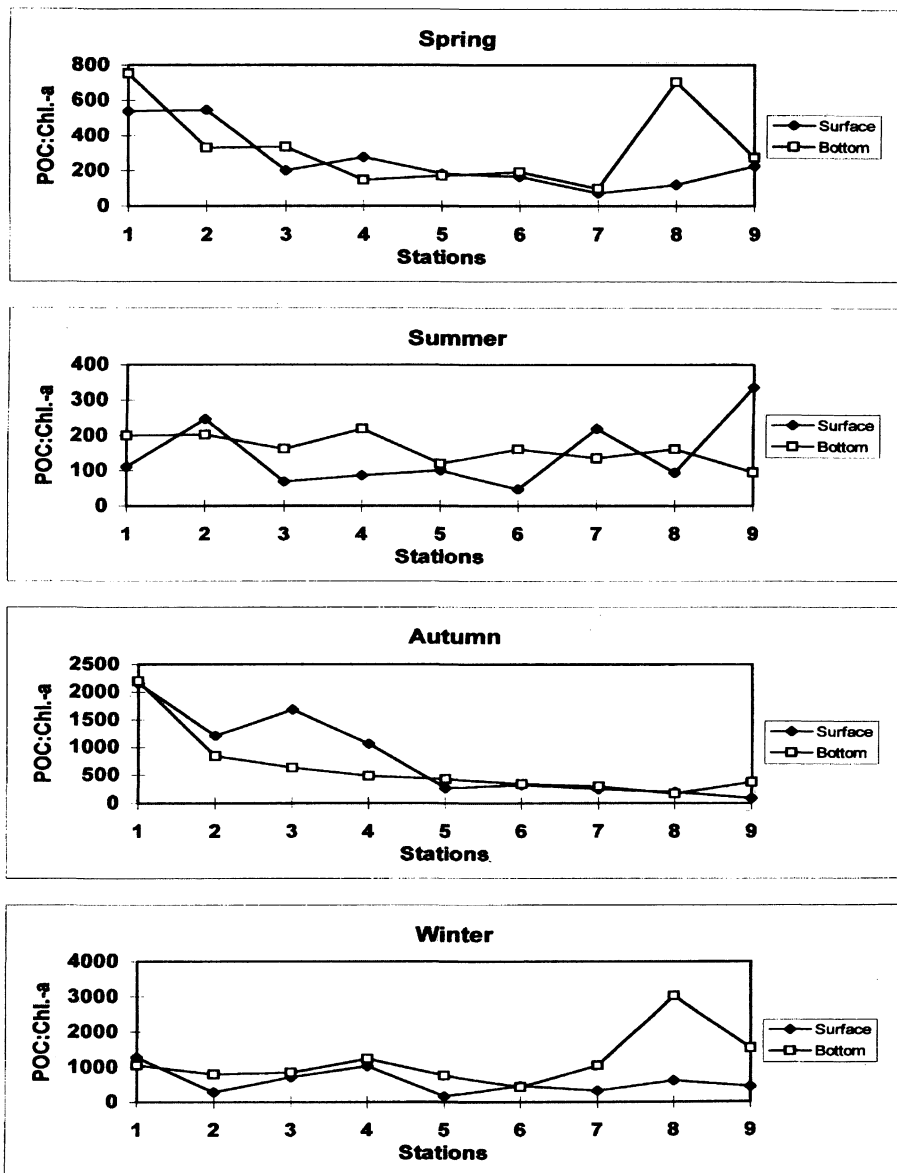


Fig. 16
Seasonal variations of POC: Chlor.-a ratios in the pelagic system of Paranaguá Bay:
S = surface; B = bottom.

et al., 1994). High variability of suspended particulate material (seston) was observed, with values ranging between 1.7 and 221 mg-dm⁻³. However, spatial and temporal variations did not show a well-defined pattern (Fig. 7), which is probably attributable to the complex hydrodynamics of the system and to resuspension processes of surface sediments by wind action and penetration of bottom water of higher salinity during flood tides. Although seasonal shifts in the degree of stratification are noticeable, the system largely complies to a partially mixed estuary.

Chemical Properties

In agreement with other studies on coastal and estuarine environments (Garcia-Soto *et al.*, 1990; Harrison *et al.*, 1991; Mallin, 1994; Abreu *et al.*, 1995), the highest values of chlorophyll *a* and dissolved inorganic nutrients were verified in the mid and inner regions of the bay, in the rainy period (Figs. 8-13). For nitrate (Fig. 9), and mainly for dissolved silicate (Fig. 13), a more conservative behavior was observed, indicating that the continental drainage constitutes the main source of these constituents. However, a decrease of nitrate concentrations at the bottom in the mid bay, concomitantly with low values of dissolved oxygen and an increase on nitrite and ammonium concentrations (Figs. 8-10), suggests the occurrence of a sink for nitrate and a source for ammonium and nitrite in this area. This could be explained by a sequence of processes: diffusion of nitrate into anaerobic regions of the sediments where nitrate reduction occurs and subsequent nitrification of diffusing ammonium into the upper sediment layers and adjacent bottom waters. This, however, does not exclude the occurrence of the denitrification in sediments (Klump and Martens, 1983), which may be an important pathway for significant losses of combined nitrogen in coastal systems and may lead to low N:P ratios (Nixon, 1981; Nixon and Pilson, 1983; Day *et al.*, 1989). Anomalies of the Redfield ratio (N:P=16:1) are invariably found in water masses in which oxygen is depleted, and are associated with high concentrations of nitrite, the first product of dissimilatory nitrate reduction (Deuser *et al.*, 1978; Hattori, 1983). N:P ratios registered in this study showed a spatial and temporal variability, with higher values in the inner bay during the rainy season (Fig. 14). This may be mainly attributed to the increasing input derived of continental drainage during this period. Nevertheless, the relative enrichment of nitrogen compared to phosphorus registered in February could also be caused, in a certain extent, by adsorption of DIP onto particulate phases associated to low salinity and pH values (Baumgarten *et al.*, 1995; Liss, 1976). However, the predominance of N:P ratios (by atoms) lower than the classic value of Redfield demonstrates that nitrogen constitutes the potentially limiting nutrient in the bay, as in many other coastal ecosystems (Table 1).

An approach to identify removal and supply of nutrients in an estuarine system is the building of mixing diagrams or nutrient-salinity plots (Liss, 1976; Sharp, 1984; Knoppers *et al.*, 1987; Brandini *et al.*, 1988; Abreu *et al.*, 1995), such as those showed in the Figure 15. Knoppers *et al.* (1987) found that the mid-bay region constitutes a

source of DIP and ammonium. In this study the same pattern was observed, with the highest values of DIP and also of dissolved inorganic nitrogen, as ammonium and nitrite, in the vicinity of Paranaguá City. Although the anthropogenic input (i.e. wastewater) is a major source for these constituents in this area, the highest concentrations registered in the bottom water indicate that the benthic system must have been an important additional reservoir as also pointed out by Knoppers *et al.* (1987). The greater scattering of the values in the summer can be due to higher wastewater discharges and enhanced photosynthetic uptake occurring in this period. Moreover, these plots, as well as the spatial and temporal distribution of DIP concentrations (Fig. 11), suggest that the system may be a source of DIP for the adjacent coastal water. The supply of DIN in the bay is, on the other hand, probably compensated by removal processes, such as photosynthetic uptake and denitrification, as discussed above. Thus, the non-conservative behavior observed for DIP and DIN may be the net result of the interaction of several factors, such as: in situ biological and chemical processes, input from the continental drainage associated to the rain regime, anthropogenic input, fluxes from sediments and water movement (Garcia-Soto *et al.*, 1990; Grzetic *et al.*, 1991; Harrison *et al.*, 1991; Fischez *et al.*, 1992; Selmer and Rydberg, 1993; Mallin, 1994; Niencheski & Windom, 1994; Smith and Hithcock, 1994; Ogilvie *et al.*, 1997).

Particulate organic carbon:chlorophyll *a* ratios (POC:Chl.-*a*) showed a seasonal behavior. The highest values were registered in autumn and winter and the lowest in spring and especially in summer (Fig. 16). This pattern demonstrates a temporal variation on the source of particulate organic matter for the pelagic compartment, with relatively greater contribution of phytoplanktonic material (autochthonous production) during summer. Nevertheless, the almost high ratios indicate that the organic matter present in the Bay of Paranaguá is predominantly detritic, originating from both the phytoplankton and also the adjacent mangroves (Brandini, 1985; Knoppers & Opitz, 1984).

Eutrophication

Nixon (1995) proposed a useful trophic classification for estuarine and coastal ocean ecosystems, based on the annual rates of organic carbon supply, either fixed by primary producers within the system of concern or introduced from outside the system. However, not all sources may be discerned in this study with respect to their contribution to the organic pool, including benthic primary producers, which also occur in shallow regions (Fonseca, in prep.). In this system, however, frequent sedimentation and resuspension induced by wind and tidal currents can transport benthic primary producers to the water column and phytoplankton to sediments (Brandini & Thamm, 1994; Moreira-Filho & Kutner, 1962), leading to complex interactions between these systems.

Unfortunately, annual estimates on primary production rates for the Paranaguá Bay, either benthic or pelagic, are not available yet. The magnitude of hourly photo-

synthetic rates of phytoplankton reported by Brandini & Thamm (1994), as well as rates registered in the lower section for phytoplankton (Daniel, in prep.) and for benthic producers (Fonseca, in prep.), suggest that the trophic state of the Paranaguá Bay, according to Nixon's classification, varies seasonally and spatially from almost oligotrophic in winter in the lower section to eutrophic during summer in the middle and upper sections of the bay.

Other criteria for the trophic assessment of aquatic systems take into account chlorophyll, POC and nutrient concentrations (for example: Likens, 1975; Rast & Lee, 1978). Based on these indices, the average values registered for the three studied sections lead to the same trophic pattern as that indicated by Nixon's classification.

Furthermore, there is still no data available about the total amount of allochthonous carbon entering the system. Several sources may contribute to some extent to this supply. For example, the role of mangroves in the cycling of carbon and nutrients in sub-tropical estuaries is poorly understood (Twilley *et al.*, 1996). In the Bay of Paranaguá, flux rates of organic material and dissolved nutrients from mangroves are still unknown.

The nutrient environment and the trophic status of Paranaguá Bay are the results of several external and internal biotic and abiotic processes. As mentioned above, the largest inputs of nutrients and organic material into the system are loaded from continental drainage and from the cities of Paranaguá and Antonina. Using the data of demographic growth for Paranaguá and Antonina reported by IBGE (1980; 1991), and assuming a production per capita of $2.5 \text{ g P}\cdot\text{d}^{-1}$ and $13 \text{ g N}\cdot\text{d}^{-1}$, and that 70 % of the population contributes effectively to the sewage, a rough estimation of the evolution of the anthropogenic input in the last decade was built. This calculation indicates that the anthropogenic input has increased some 24% during this period. Nevertheless, as compared to earlier investigations in this area (Table I), the results of this study indicate that there was not a marked variation of the trophic state during the last 10 years. The magnitude of values of nutrients, dissolved oxygen, Chl.-*a* and particulate organic carbon (POC), suggests that the mid and inner-regions of the bay are characterized by conditions which vary from mesotrophic to eutrophic, due mainly to the anthropogenic impact of the cities of Paranaguá and Antonina. Moreover, values of these parameters were in the same range of those reported for other coastal systems and still lower than those reported for Guarapina Lagoon and the system Mundaú-Manguaba, which are characterized by either natural and cultural eutrophication, respectively (Machado & Knoppers, 1988; Machado, unpub. data).

Furthermore, lateral deposition in shallow, sheltered areas, may catch a substantial fraction of the anthropogenic organic material entering the bay. Low levels of dissolved oxygen and relatively high contents of organic matter at shallow surface sediments in the middle and lower sections observed respectively by Boehs and Soares (pers. comun.) corroborate this assertion. On the other hand, increased sedimentation of organic debris could lead to higher denitrification rates in sediments, resulting in

losses of nitrogen from the system as discussed above, and as such also counteracting eutrophication.

However, the short fluxing time (3.49 days, according to Marone, pers. comm.) probably constitutes the key factor dampening the eutrophication process of the system of the Bay of Paranaguá. Nevertheless, estuarine systems with rapid tidal flushing times may have a small degree of attenuation of nutrient load from the land (Ogilvie *et al.*, 1997), making the adjacent coastal area more vulnerable to anthropogenic eutrophication.

Acknowledgments

Financial support was provided by CNPq. We are very grateful to Bastiaan Knoopers for helpful comments, suggestions and corrections on the manuscript. We also thank Frederico Brandini for comments.

ABSTRACT

In order to assess the seasonal and spatial variations on the trophic structure in the estuarine region of Bay of Paranaguá, 12 monthly sampling cruises were carried out between July/1994 - June/1995, at 9 selected stations along the major axis of the bay. Dissolved inorganic nutrients (nitrate, nitrite, ammonium, phosphate and silicate), dissolved oxygen, pH, transparency, temperature, salinity, seston, chlorophyll-*a* (Chl-*a*) and particulate organic carbon (POC) in both surface and bottom waters were evaluated. The bay exhibited a striking spatial and seasonal pattern for most of the studied parameters and, except for silicate, all nutrients showed a non-conservative behavior. This is probably due to the interactions between hydrodynamic processes and different mechanisms of loss and supply of these constituents, such as biological uptake, fresh-water input associated with the rainfall regime, sediment-water interactions and sewage discharge from the city of Paranaguá. In spite of the great spatial variability observed in nutrient and chlorophyll-*a* levels along the salinity gradient, acute eutrophication was not detected. As expected, dissolved inorganic nitrogen:phosphate ratios demonstrate that nitrogen is potentially more limiting for the pelagic production. Marked variations of POC:Chl-*a* indicate the occurrence of temporal changes in the source of organic detritus for the pelagic system of the Bay of Paranaguá, with a greater contribution from detritus derived from the phytoplankton in summer.

Key-words: nutrients, particulate suspended matter, trophic structure, Paranaguá Bay.

RESUMO

Investigou-se as variações sazonais e temporais na estrutura do compartimento pelágico da Baía de Paranaguá. Em 12 cruzeiros mensais de amostragem efetuados entre julho/1994 - junho/1995, cobrindo 9 estações distribuídas ao longo do eixo principal da baía, foram determinados, na água de superfície e de fundo, os seguintes parâmetros: Nutrientes inorgânicos dissolvidos (nitrato, nitrito, amônio, ortofosfato e silicato), oxigênio dissolvido, pH, transparência, temperatura, salinidade, seston, clorofila-*a* e carbono orgânico particulado. A baía exibiu padrões espacial e sazonal bem definidos para a maioria das propriedades estudadas e, com exceção do silicato, todos os nutrientes apresentaram um padrão não conservativo. Isto provavelmente representa o resultado líquido das interações entre processos hidrodinâmicos e diferentes mecanismos de transferência destes constituintes, como consumo biológico, aporte pela drenagem continental associada com o regime de chuvas, interação água-sedimento e descarga de efluentes da cidade de Paranaguá. Apesar da grande variabilidade registrada nos níveis de nutrientes, COP e Clor-*a* ao longo do gradiente de salinidade, não foi detectado um grau elevado de eutrofização. Como já esperado, as razões nitrogênio inorgânico dissolvido:ortofosfato demonstram que o nitrogênio constitui o elemento potencialmente mais limitante para a produção pelágica. As acentuadas variações observadas nas razões COP:Clor-*a* indicam a ocorrência de mudanças temporais na fonte de detritos orgânicos para o sistema pelágico da baía de Paranaguá, com maior contribuição de detritos derivados do fitoplâncton no período de verão.

Palavras-chave: nutrientes, material particulado em suspensão, estrutura trófica, Baía de Paranaguá.

REFERENCES

- ABREU, P. C., HARTMANN, C. & ODEBRECHT, C. 1995. Nutrient-rich Saltwater and its Influence on the Phytoplankton of the Patos Lagoon Estuary, Southern Brazil. *Est. Coast. and Shelf Sci.* 40: 219-229.
- BAUMGARTEN, M. G. Z., NIENCHESKI, L. F. H. & KUROSHIMA, K. N. 1995. Qualidade das águas estuarinas que margeiam o Município do Rio Grande (RS, Brasil): Nutrientes e detergentes dissolvidos. *Atlântica* 17:17-34.
- BIERMAN, V. J., JR., HINZ, S. C., ZHU, DONG-WEI, WISEMAN, W. J., JR., RABALAIS, N. N. & TURNER, R. E. 1994. A preliminary mass balance model of primary productivity and dissolved oxygen in the Mississippi River plume/Inner Gulf Shelf region. *Estuaries*, 17(4): 886-899.
- BOYNTON, W. R. , KEMP, W. M. & KEEFE, C. W. 1982. A comparative analysis of nutrients and other factors influencing estuarine phytoplankton production. In: V. S. Kennedy (ed), *Estuarine Comparisons*, Academic Press, New York, p.69-90.
- BRAND, L. E. & HITCHCOCK, G. L. 1996. The onset, persistence and fate of algal blooms in Florida Bay. *Abstracts of 1996 Florida Bay Conference*, Florida.
- BRANDINI, F. P. , THAMM, C. A. & VENTURA, I. 1988. Ecological studies in the Bay of Paranaguá. III. Seasonal and spatial variations of nutrients and chlorophyll-*a*. *Nerítica* 3(1):1-30.
- CARMOUZE, J. P. 1994. *O Metabolismo dos Ecossistemas Aquáticos: Fundamentos Teóricos, Métodos de Estudo e Análises Químicas*. Editora Edgard Blücher : FAPESP, 253 p.
- DAY JR., J. W., HALL, C. A. , KEMP, W. M. & YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. 1989. *Estuarine Ecology*, John Wiley & Sons, 558 p.
- DEUSER, W. G., ROSS, E. H., MLODZINSKA, Z. J. 1978. Evidence and rate of denitrification in the Arabian Sea. *Deep-Sea Res.* 25(5):431-445.
- FICHEZ, R., JICKELLS, T. D. & EDMUNDS, H.M. 1992. Algal blooms in high turbidity, a result of the conflicting consequences of turbulence on nutrient cycling in a shallow water estuary. *Estuar.-Coast.-Shelf-Sci.* 35(6): 577-592.

- GARCIA-SOTO, C. MADARIAGA, I., DE VILLATE, F. & ORIVE, E. 1990. Day-to-day variability in the plankton community of a coastal shallow embayment in response to changes in river runoff and water turbulence. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 31(3): 217-229.
- GRASSHOFF K., EHRHARDT M. & KREMLING (eds) 1983. *Methods of Seawater Analysis*, 2nd, Verlag Chemie, Weinheim, 419 p.
- GRZETIC, Z., PRECALI, R., DEGOBBIS, D. & SKRIVANIC, A. 1991. Nutrient enrichment and phytoplankton response in an Adriatic karstic estuary. *Physical, Chemical and Biological Processes in Stratified Estuaries* 32 (2-4): 313-331.
- GUCINSKI, H., LACKEY, R. T. & SPENCE, B. C. 1990. Global climate change: Policy implications for fisheries. *Fisheries* 15(6):33-38.
- HARRISON, P. J., CLIFFORD, P. J., COCHLAN, W. P., YIN, K., ST. JOHN, M. A. THOMPSON, P. A. SIBBALD, M. J. & ALBRIGHT, L. J. 1991. Nutrient and plankton dynamics in the Fraser River Plume, Strait of Georgia, British Columbia. *Mar.-Ecol.-Prog.-Ser.* 70(3):291-304.
- HATTORI, A. 1983. Denitrification and dissimilatory nitrate reduction. In: E. J. Carpenter & D. G. Capone (eds), *Nitrogen in the Marine Environment*, Academic Press, N. Y., p. 191-232.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE 1980. *Censo Demográfico*, Rio de Janeiro.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE 1991. *Censo Demográfico*, Rio de Janeiro.
- KLUMP, J. V. & MARTENS, C. S. 1983. Benthic nitrogen regeneration. In: E. J. Carpenter & D. G. Capone (eds), *Nitrogen in the Marine Environment*, Academic Press, London, p. 411-457.
- KNOPPERS, B. A., BRANDINI, F. P. & THAMM, C. A. 1987. Ecological studies in the Bay of Paranaguá. II. some physical and chemical characteristics. *Nerfítica* 2(1):1-36.
- KNOPPERS, B. A., OPITZ, S. S., SOUZA, M. & MIGUEZ, C. F. 1984. The spatial distribution of particulate organic matter and some physical and chemical water properties in Conceição Lagoon, Santa Catarina, Brazil. *Arq. Biol. Tecnol.* 27:59-77.
- KNOPPERS, B. A. & OPITZ, S. S. 1984. An annual cycle of particulate organic matter in mangrove waters, Laranjeiras Bay, Southern Brazil. *Arq. Biol. Tecnol.* 27(1): 79-93.
- LIKENS, G. E. 1975. Primary production of inland aquatic systems. In: H. Lieth & R. H. Whittaker (eds), *Primary Productivity of the Biosphere*, Springer Verlag, Berlin, p.185-202.
- LISS, P. 1976. Conservative and non-conservative behavior of dissolved constituents during estuarine mixing. In: J. Burton J. & P. Liss (eds), *Estuarine Chemistry* Academic Press, New York, p. 93-130.
- MACEDO, S. J., PEREIRA-BARROS, J. B., COSTA, K. M. P. & LIRA, M. C. A. 1987. Variações dos principais parâmetros ambientais da Lagoa Mundaú, AL., de jul/84 a jul/85 e sua influência sobre o ciclo biológico lagunar. *Bol. Ciênc. Mar* 6:9-35.
- MACHADO, E. C. & KNOPPERS, B. A. 1988. Sediment oxygen consumption in an organic-rich subtropical lagoon, Brazil. *The Science of the Total Environment* 75:341-349.
- MAGNIEN, R.E.; SUMMERS, R.M. & SELLNER, K.G 1991. External nutrient sources, internal nutrient pools, and phytoplankton production in Chesapeake Bay. *Estuaries* 15, (4):497-516.
- MALLIN, M.A., PAERL, H.W., RUDEK, J. & BATES, P.W. 1993. Regulation of estuarine primary production by watershed rainfall and river flow. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 93(1-2):199-203.
- MALLIN, M.A. 1994. Phytoplankton ecology of North Carolina estuaries. *Estuaries* 17(3): 561-574.
- MOREIRA-FILHO, H. & KUTNER, M. B. B. 1962. Contribuição ao conhecimento das diatomáceas do manguezal de Alexandra, Paraná. *Bol. Univ. Fed. Paraná, Curitiba, Bot.* 4:1-36.
- NIENCHESKI, L. F., BAPTISTA, J. R., HARTMANN, C. & FILMANN, G. 1986. Caracterização hidrológica de três regiões distintas no estuário da Lagoa dos Patos - RS. *Acta Limnol. Bras.*, p. 47-64.
- NIENCHESKI, L. F. H. & WINDOM, H. L. 1994. Nutrient flux and budget in Patos Lagoon estuary. *The Science of the Total Environment* 149:53-60.
- NIXON, S. W. 1981. Remineralization and nutrient cycling in coastal marine ecosystems. In: Neilson & Cronin L. E. (eds), *Estuaries and Nutrients*, Humana Press, Clifton, New Jersey, p. 111-138.
- NIXON, S. W. 1995. Coastal marine eutrophication: a definition, social causes, and future concerns. *Ophelia* 41:199-219.

- NIXON, S. W. & PILSON, M. E. Q. 1983. Nitrogen in estuarine and coastal marine ecosystems. In: E. J. Carpenter & D. G. Capone (eds), *Nitrogen in the Marine Environment*, Academic Press, London, p. 565-648.
- ODEBRECHT, C. & CARUSO JR., F. 1987. Hidrografia e matéria particulada em suspensão na Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. *Atlântica* 9 (1):83-104.
- OGILVIE B., NEDWELL, D. B. HARRISON, R. M. ROBINSON, A. & SAGE, A. 1997. High nitrate, muddy estuaries as nitrogen sinks: the nitrogen budget of the River Colne estuary (United Kingdom). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 150:217-228.
- RAST, W. AND G. F. LEE. 1978. Summary analysis of the North American OCED Eutrophication Project: nutrients, loading-lake response relationships and trophic site indices. *Report EPA-600/3-78-008*, U.S. Environmental Protection Agency, Duluth, MN.
- REBELLO, J. & BRANDINI, F. P. 1990. Variação temporal de parâmetros hidrográficos e material particulado em suspensão em dois pontos fixos da Baía de Paranaguá, Paraná (junho/87 - fevereiro/88). *Nerítica* 5(1):95-111.
- SEITZINGER, S. P. 1988. Denitrification in freshwater and coastal marine ecosystems: ecological and geochemical significance. *Limnol. Oceanog.* 33:702-724.
- SELMER, J. S. & RYDBERG, L. 1993. Effects of nutrient discharge by river water and waste water on the nitrogen dynamics in the archipelago of Goeteborg, Sweden. *Mar.-Ecol.-Prog.-Ser.* 92(1-2):119-133.
- SHARP, J. H., PENNOCK, J. R., TRAMONTANO, T. M. & CIFUENTES, L. A. 1984. The estuarine interaction of nutrients, organics, and metals: a case study in the Delaware estuary. In: V. S. Kennedy (ed), *The Estuary as a Filter*, Academic Press, New York, p. 241-260.
- SMITH, S.M. & HITCHCOCK, G.L. 1994. Nutrient enrichments and phytoplankton growth in the surface waters of the Louisiana Bight. *Estuaries* 17(4):740-753.
- STRICKLAND J. L. H. & PARSONS T. R. 1968. *A Practical Handbook of Seawater Analysis*. Bull. Fish Res. Board Can., 167, 341 p.
- STUMM, W. & MORGAN, J. 1981. *Aquatic Chemistry. An introduction emphasizing chemical equilibria in natural waters*. Wiley -Interscience Publication & Sons. New York, 779 p.
- THOM, R.M., PARKWELL, T.L., NIYOGI, D.K. & SHREFFLER, D.K. 1994. Effects of graveling on the primary productivity, respiration and nutrient flux of two estuarine tidal flats. *Mar.Biol.* 118(2):329-341.
- TWILLEY, R. R., CHEN, R. & KOCH, M. 1996. Biogeochemistry and forest development of mangrove wetlands in southwest Florida: Implications to nutrient dynamics of Florida Bay. *Abstracts of the 1996 Florida Bay Conference*, Florida.
- V.CAPPELLEN P., GAILLARD J. F. & RABOUILLE C. 1993, Biogeochemical transformations in sediments: kinetics model of early diagenesis. In: R. Wollast, F. T. Mackenzie & L. Chou (eds), *Interactions of C, N, P and S Biogeochemical Cycles and Global Change*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, NATO ASI Series I (4):401-445.
- WALSH, J. J. 1988. *On the Nature of Continental Shelves*. Academic Press, London, 520 p.
- WOLLAST, R. 1993. Interactions of carbon and nitrogen cycles in the coastal zone. In: R. Wollast, F. T. Mackenzie & L. Chou (eds), *Interactions of C, N, P and S Biogeochemical Cycles and Global Change*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, NATO ASI Series I (4):195-210.
- WULFF, F.; STIGEBRANDT, A. & RAHM, L. 1990. Nutrient dynamics of the Baltic Sea, *AMBIO* (Special issue: Marine eutrophication), 19(3):126-133.

APPENDICULARIAN DISTRIBUTION IN THE RÍO DE LA PLATA ESTUARY AND ADJACENT NERITIC AREAS

Fabiana Lía CAPITANIO*
Graciela Beatriz ESNAL*

INTRODUCTION

The hydrology of the Río de la Plata estuarine system is extremely complex, being characterized by pronounced horizontal and vertical stratification of physical and chemical properties. The river outflow into coastal shelf waters is associated with strong temporal fluctuations, resulting in a variable thermohaline structure. This estuarine ecosystem exhibits high biological productivity due to the high nutrient input from the Río de la Plata (Carreto & Benavides, 1982; Carreto *et al.*, 1986; Negri *et al.*, 1988) and also is characterized by the penetration and dominance of euryhaline marine species which live in brackish waters, either permanently or temporarily (Boschi, 1988). The zooplankton of the estuarine system and surrounding neritic waters has been studied by Fernández Aráoz *et al.* (1991, 1994) and Ramírez & Santos (1994), who analyzed the distribution and abundance of copepod, amphipod and euphausiid species.

The main goal of the present contribution was to study the variability of appendicularian distribution in an environment of great regional relevance. After a faunistic survey, pronounced size differences among individuals of the same species and maturity degree from different localities were observed. Therefore, as an additional goal, individuals coming from different selected subareas were compared, in order to analyze possible morphometrical differences related to environmental factors.

* Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. 1428 Buenos Aires, Argentina.

MATERIALS AND METHODS

The study area ranged from 34° to 41°S latitude, from the Río de la Plata estuary to the southern end of Buenos Aires Province, covering mainly coastal and inner shelf waters cruised by the BIP “Capitán Oca Balda” in October 1993 (Fig. 1). One hundred and forty-eight plankton samples were collected using a 200- μ m mesh Paironet net, 0.50 m in mouth diameter. Vertical tows from bottom to surface were taken with a CTD sensor attached to the net.

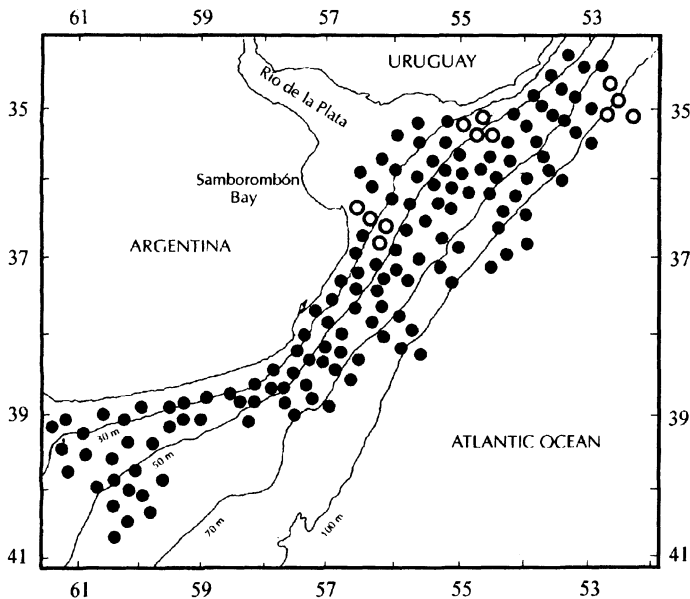


Fig. 1

Geographic position of the stations sampled by the cruise of the BIP “Capitán Oca Balda” in the Río de la Plata estuary and adjacent neritic areas. Blank circles indicate the stations selected in each of the three areas chosen for the comparative study of specimen's size.

Species density was calculated in terms of the number of specimens per cubic meter. In order to compare appendicularian size, three areas, with four randomly chosen stations each, were chosen: two areas in the northern estuarine region -inshore and offshore Uruguayan shelf waters- and the third one in the southern coastal area of Samborombón Bay (Fig. 1). These three areas were selected because of their contrasting hydrological features. The stations within each area were selected taking into account the simultaneous presence of the studied species. Because of their greater abundance, only the species of the genus *Oikopleura* were considered for the morphometric comparison. Trunk lengths of all individuals were measured and classified into two size

categories selected according to the maximum body size of the studied species: < 0.55 mm and 0.56-0.95 mm for *O. dioica* and < 0.75 mm and 0.76-1.35 mm for *O. fusiformis*. The densities of each size interval were compared by a three-way mixed ANOVA model. The factors considered were: area (Uruguayan coast, offshore Uruguayan area, and southern coastal area), station in area (nested factor) and size (small and large animals). A Tukey-Kramer multiple comparison method was used to compare mean densities of small and large specimens among the three areas (Sokal & Rohlf, 1981).

All specimens measured were classified into three maturity stages according to the descriptions made by Fenaux (1976), Esnal & Castro (1977) and Esnal *et al.* (1985) in the case of *O. dioica* and by Bückmann (1972) and Capitanio & Esnal (1996) in the case of *O. fusiformis*. For *O. dioica*, the only species of Appendicularia with separate sexes, specimens were considered mature when the gonad was granular and turgid and its height exceeded that of mid-trunk. Only in mature individuals could sex differentiation be observed, since there is a clear difference in gonad texture between females and males, *viz.* both ovary and testis look granular but whereas the ovary has larger spherical cells, the testis shows a fine-grained texture. For *O. fusiformis*, a specimen was considered to be mature when the testes extended laterally, surrounding the stomach and the postcardial caecum, the latter being observed by transparency. Gonad cross sections of specimens from the different areas, which were classified as mature under the stereoscopic microscope, were stained with haematoxylin-eosin. Comparative observations were made on the histological structure of the ovary.

RESULTS

The stations south of Samborombón Bay were strongly influenced by the river discharge (Fig. 2). Surface brackish waters in this area had salinity values of 25 to 28 ‰ and a temperature of 15 °C, whereas the deeper layers had salinities comparable to the coastal shelf waters of the northern sector. Figure 3a shows temperature and salinity variation against depth in one station south of Samborombón Bay. In this profile a pronounced vertical stratification of both parameters is evident. The influence of the river outflow on the Uruguayan coast was much weaker, especially offshore where waters of subantarctic origin prevailed in the deeper layers. Uruguayan inshore waters had salinity values around 31 to 33 ‰ and temperatures between 12 and 13 °C, showing vertical mixing of the whole water column sampled (0-30 m) (Fig. 3b). The offshore area had salinity values between 33.5 to 34 ‰, and a temperature of about 8 °C in the deeper layers (Fig. 3c).

Three appendicularian species were recorded in 64 stations, including *Fritillaria borealis*, *Oikopleura dioica* and *O. fusiformis*. The distribution and abundance of these species are indicated in Fig. 4. *O. dioica* was found in higher abundances at the inshore stations south of Samborombón Bay, associated with low-salinity waters. Off Uruguay

this species appeared in most stations, but usually in lower densities, especially in the outer shelf. No individuals of *O. dioica* were found in the offshore stations located between 38 and 41° S, which were influenced by subantarctic waters in most of the water column sampled (0-50 m). *F. borealis* appeared in very low densities in the inshore stations south of Samborombón Bay, generally associated with *O. dioica*. *O. fusiformis* was the dominant species off Uruguay, showing a pronounced preference for outer-shelf waters with 33.5 ‰ salinity. The southernmost stations, with salinities between 25 and 27 ‰, exhibited lower appendicularian densities. No appendicularians were found in stations located at the mouth of the estuary. This brackishwater area (salinities between 0.5 and 30 ‰) is characterized by higher concentrations of suspended material (mean value of 50 mg/l; Bazán & Arraga, 1993).

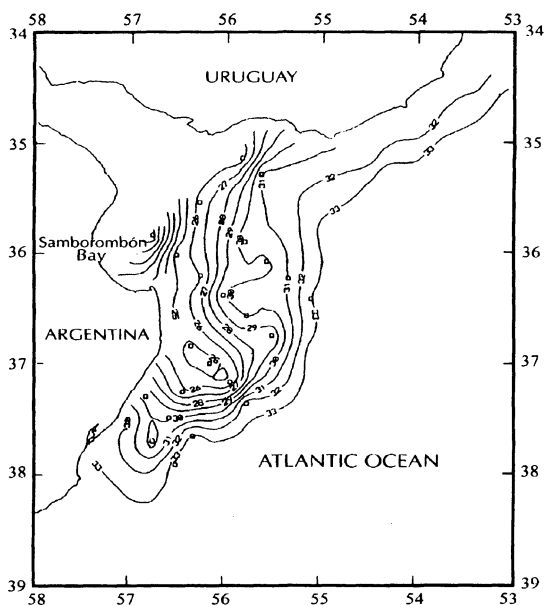


Fig. 2
Surface salinity (‰) in the Rio de la Plata
estuary and adjacent neritic areas.

The nested-ANOVA for *O. dioica* and *O. fusiformis* (Tab. 1) showed a significant interaction between size and area ($P < 0.01$). The mean densities of small and large specimens were compared among the three areas, indicating that size-class distribution was significantly different ($P < 0.01$) in the southern area in relation to the northern sector (Tab. 2). All stations of both Uruguayan areas (coastal and outer-shelf) were characterized by the predominance of large individuals. In contrast, the area south of

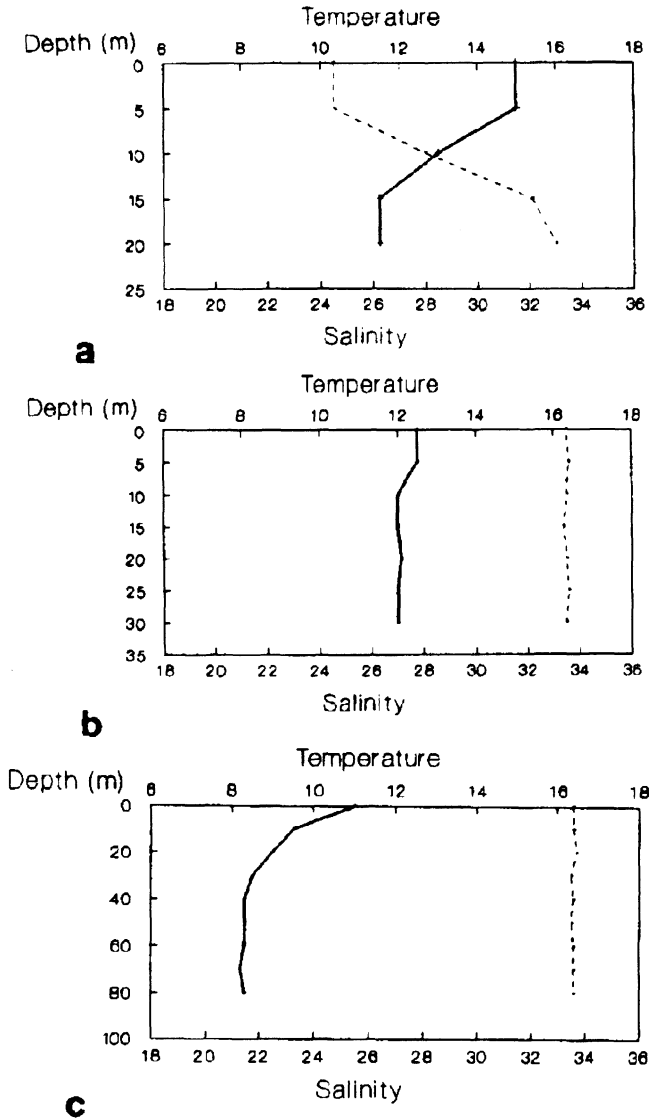


Fig. 3

Profiles of temperature ($^{\circ}\text{C}$) and salinity (‰) in one station of the three selected areas used for the morphometric comparison. a: station of the southern coastal area at Samborombón Bay, b: station of the nearshore area of the northern region of the estuary and c: station of the offshore area

Samborombón Bay was characterized by the predominance of small individuals. In the northern areas, the mean sizes of the three maturity stages assigned to *O. dioica* and *O. fusiformis* were considerably larger than those in the southern area. This difference is more striking when comparing fully-mature individuals. On average, mature individuals of *O. dioica* were 0.75 mm long in the northern area against 0.45 mm in the southern area, whereas for *O. fusiformis* the figures were 0.99 mm in the north against 0.65 mm in the south. Ovary cross sections (Fig. 5) of *O. dioica* and *O. fusiformis* (showing a very turgid appearance) exhibited similar maturity degrees in both areas.

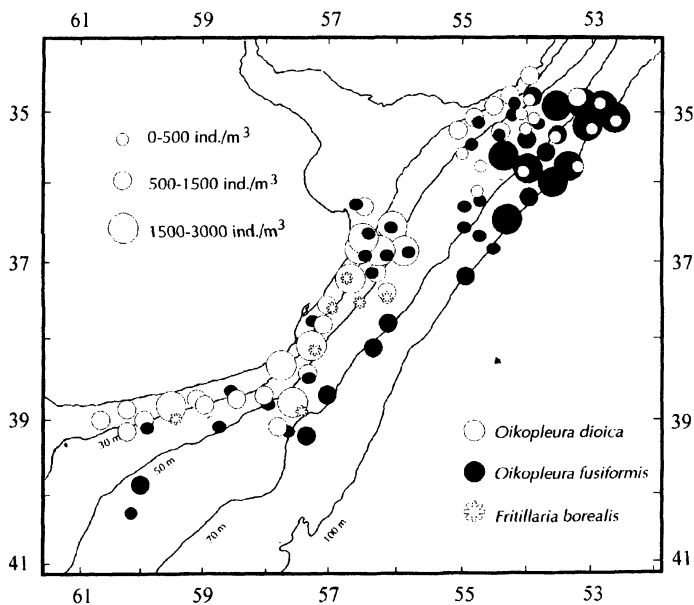


Fig. 4
Distribution and abundance of *Oikopleura dioica*,
O. fusiformis and *Fritillaria borealis* in the study area.

DISCUSSION

Individual sizes of *O. dioica* and *O. fusiformis* in the northern areas of the Río de la Plata estuary were larger than those in the southern area, even if specimens with the same maturity degree (as shown by the histological structure of the ovary) were compared. These size differences could be assigned to the more oceanic characteristics of the northern stations and not to the distance to the shore, since population sizes of both species, from inshore and offshore northern areas were not significantly different.

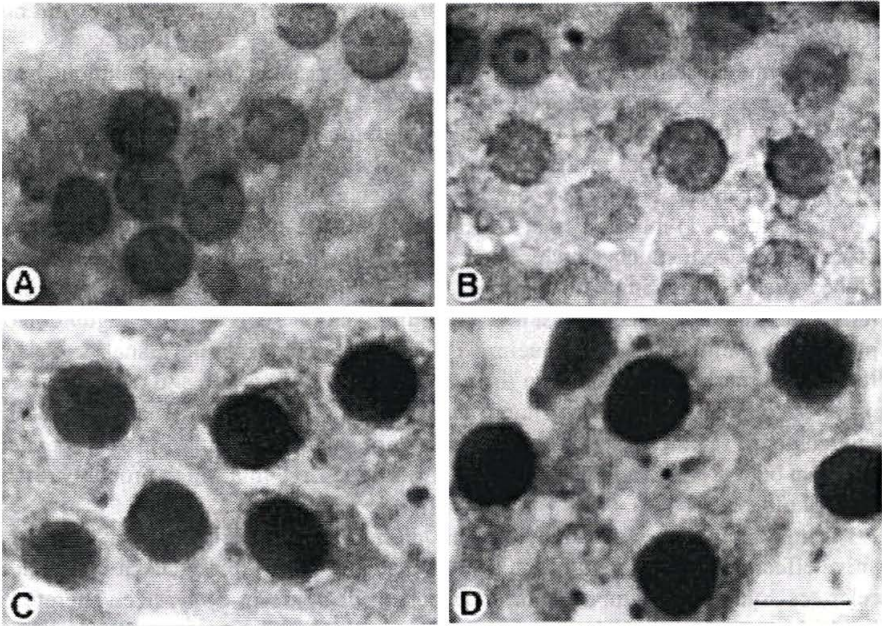


Fig. 5

Photographs of stained ovary cross sections of mature specimens of *O. dioica* and *O. fusiformis* from the different areas. A: *O. dioica* from Samborombón Bay, B: *O. dioica* from the northern areas, C: *O. fusiformis* from Samborombón Bay and D: *O. fusiformis* from the northern areas. Scale: 0,01 mm.

A somewhat generalized phenomenon among planktonic organisms is that when a species is able to tolerate a wide range of salinities, brackish-water forms tend to be smaller than those living at higher salinities. According to Tokioka (1979) populations from inshore waters are frequently represented by individuals smaller than those of the same species occurring in surrounding open neritic waters. This would indicate a faster maturation and a shorter generation time in coastal animals. Physiologically, these organisms tend to be more eurythermal and euryhaline than oceanic zooplankters. Tokioka (1979) mentions several examples illustrating this phenomenon, including chaetognaths, copepods and the appendicularian *O. dioica*. In the case of *O. dioica*, the author mentions that although the species is a cosmopolitan member of the neritic fauna, individuals which occasionally occur in oceanic waters are larger than those from inshore waters. This is attributed to a retarded maturation phenomenon. Oceanic specimens would take longer to reach sexual maturity, thus preventing population densities as high as those in coastal areas. The paucity of food and the absence of water currents favourable for the accumulation of animals in vast oceanic areas seem to be responsible for the absence of any self-supporting oceanic population of this species.

This hypothesis agrees with the pattern observed in our study, since *O. dioica* did not reach high densities in the outer-shelf waters of Uruguay.

The same phenomenon was observed in other appendicularian populations from different areas of the ocean. Shiga (1976) compared trunk lengths of *O. labradoriensis* from two bays (Funka Bay and Oshoro Bay) with those of outer neritic waters of the Bering Sea. He found that in the latter area, individual trunk lengths of all maturity stages were considerably larger as compared to specimens collected closer to the coast. Zoppi de Roa (1971) mentions that *O. rufescens* and *O. dioica* populations from the Cariacoo Gulf were much smaller than those from the outer neritic areas of the Caribbean Sea. Contrasting with *O. dioica*, neither *O. rufescens* nor *O. fusiformis* have strictly neritic habits, so there must be some other factors involved in the regulation of population dynamics and size-structure in that case. For example, Esnal & Castro (1985) found marked differences in the tail dimensions of coastal and oceanic specimens of *O. longicauda* from Brazilian waters, which were generally smaller in coastal specimens. This feature was attributed to differences in the concentration of suspended particles in both areas, producing differential filtration rhythms, which probably affect tail morphology.

Temperature also plays a key role in determining the life-cycle span, having a positive effect on gonadal maturation time (Fenaux, 1976). Rapid gonadal maturation decelerates somatic growth, with the consequent decrease in body size. Therefore, individuals mature faster and attain smaller sizes at higher temperatures (Paffenhöfer, 1973, 1975; Fenaux, 1976; 1985). Several laboratory experiments, made by these authors on *O. dioica*, demonstrate temperature influence: at 14 °C the generation time was 11 days, at 22 °C it was reduced to 4 days, while at 7 °C it was extended to 24 days. Similar results were obtained on *Fritillaria borealis* (Paffenhöfer, 1975). No similar studies have been carried out on other appendicularian species, but the above-mentioned results may also apply to *O. fusiformis*.

Plankton organisms occurring south of Samborombón Bay can be expected to concentrate in the surface layers owing to the shallow depths and the high concentrations of suspended material all around the bay, so *O. dioica* and *O. fusiformis* populations probably occur at higher temperatures than those from the Uruguayan areas (the observed differences were 4 °C with respect to the outer Uruguayan shelf and about 3 °C with respect to the coastal area). This may partially explain the smaller individual size of mature animals in the southern bay as compared to the northern area.

The general distributional pattern of the species agrees with previous investigations (Forneris, 1965; Fenaux, 1966, 1967, 1968; Esnal, 1972, 1973; Tokioka, 1979; Esnal *et al.*, 1985). *Oikopleura dioica* dominates in coastal and estuarine environments (Fenaux, 1966, 1967, 1968). *Fritillaria borealis* is considered a cosmopolitan species that frequently appears in subantarctic and temperate waters (Esnal *et al.*, 1996), but its absence in the majority of the stations could be explained by a plankton-net selectivity effect as it is a very small species. *Oikopleura fusiformis* shows a wide distributional

range, that includes neritic and oceanic environments, although its preference for the latter has been mentioned (Esnal, 1972, 1973; Esnal & Castro, 1977).

The absence of appendicularians at the mouth of the estuary cannot be explained only by low salinities, since Esnal (1972) has already reported *O. dioica* and *F. borealis* from brackish waters (19.4 ‰ salinity), whereas salinity values in the stations herein considered exceeded 25 ‰. Esnal *et al.* (1985) also found *O. dioica* in the mouth of the River Potengi (North Brazil), reaching a density of 244 individuals per cubic meter. The distribution limits of these species in the Río de la Plata estuary might be also due to the influence of a turbidity front. The highest concentrations of suspended sediments (200-250 mg/l) have been recorded between the middle and the outer part of the estuary, decreasing to mean surface values of 15 mg/l at the mouth of the estuary (Bazán & Arraga, 1993). However, *O. dioica* populations seem to be able to develop in areas with high concentration of suspended particles. Dagg *et al.* (1996) described a population of this species in the plume of the Mississippi River which removes a significant fraction of small suspended lithogenic particles. Appendicularian faecal pellets contained large amounts of fine-grained lithogenic material, mostly 2 µm in size. Therefore, the distributional pattern of *O. dioica* at the mouth of the Río de la Plata estuary is probably regulated by a combination of factors which only a more detailed periodic sampling may reveal.

Table 1 : Three-way mixed ANOVA factors for *Oikopleura dioica* and *O. fusiformis*. The values marked with an asterisk are significant at 1%. D.F.: degrees of freedom, MS: mean square, F: statistic value, P: probability. The degrees of freedom of the error were calculated by subtracting 14 degrees of freedom to the total degrees of freedom in both cases (N-1=498 for *O. fusiformis* and N-1=143 for *O. dioica*).

Species	Factors	DF	MS	F
<i>O. dioica</i>	area	2	0.2770	102.59 (P<0.01)*
	station within area	9	0.0027	—
	size	1	2.1360	577.29 (P<0.01)*
	size x area	2	0.0190	5.13 (P<0.01)*
	error	129	0.0037	—
<i>O. fusiformis</i>	area	2	1.3740	353.21 (P<0.01)
	station within area	9	0.0039	—
	size	1	6.4460	537.17 (P<0.01)
	size x area	2	0.1230	10.25 (P<0.01)
	error	484	0.0120	—

Table 2: Comparison between mean densities (ind./m³) of small and large specimens of *Oikopleura dioica* and *O. fusiformis* from the three selected areas, using the Tukey-Kramer method. A: coastal area and B: outer area of the northern region of the Río de la Plata estuary; C: southern coastal area at Samborombón Bay. The underlined means were not significantly different at P=0.01.

Species	Size intervals	A	B	C
<i>O. dioica</i>	< 0.55 mm	<u>520</u>	<u>418</u>	2520
	0.56-0.95 mm	1320	<u>1215</u>	308
<i>O. fusiformis</i>	<0.75 mm	<u>258</u>	<u>271</u>	980
	0.76-1.35 mm	2050	<u>2325</u>	150

ACKNOWLEDGEMENTS

We are specially indebted to Ramiro Sánchez and Martín Erhlich from the Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP, Mar del Plata) for providing us the studied material, to Mónica Palmieri for her help with the histological techniques and also to two anonymous reviewers for their valuable suggestions. This research was supported by grants from CONICET and UBACYT to G. B. Esnal.

ABSTRACT

Appendicularians from the Río de la Plata estuary and southern coastal areas from 34° to 41°S, Argentina were studied. Three species were found: *Oikopleura fusiformis*, *O. dioica*, and *Fritillaria borealis*. *O. fusiformis* showed a pronounced preference for outer shelf waters (33.5 ‰ salinity), being dominant at the Uruguayan coast. *O. dioica* was mainly found at coastal stations and its abundance was higher in waters with salinities between 25 and 27 ‰. *F. borealis* appeared at very low densities, generally associated with *O. dioica*. No appendicularians were found at the mouth of the estuary with high concentrations of suspended sediments. Trunk lengths of individuals of each species from three areas with very different hydrological features, were compared to analyze size differences among animals showing the same maturity degree. The northern part of the estuary was characterized by the predominance of large individuals, forming a significantly different group from that of the southern area. Small individuals were predominant at the southern area, which showed marked stratifications of temperature and salinity. Histological sections of gonads of small animals with mature appearance from the southern area showed the same maturity degree as the larger mature specimens from the northern areas. The relationship between size differences and environmental factors is discussed.

Key-words: Appendicularia, distribution, maturity stage size, Río de la Plata estuary.

RESUMO

Apendiculárias do estuário do “Rio da Prata” e áreas costeiras entre 34° e 41°S, Argentina, foram estudadas. Três espécies foram coletadas: *Oikopleura fusiformis*, *O. dioica* e *Fritillaria borealis*. *O. fusiformis* foi dominante na costa do Uruguai especialmente nas águas externas da plataforma (salinidade 33.5‰). *O. dioica* foi achada sobretudo nas estações costeiras e foi mais abundante nas águas com salinidades entre 25 e 27‰. *F. borealis* teve densidades muito baixas, ocorrendo geralmente associada com *O. dioica*. Na boca do estuário, caracterizada por uma grande concentração de sedimentos em suspensão, não foram encontradas apendiculárias. O comprimento do corpo dos indivíduos de cada espécie, procedentes de três áreas com diferentes características hidrológicas, foi comparado para analisar diferenças nos tamanhos de animais com igual grau de maturação. As duas áreas situadas ao norte do estuário foram significativamente diferentes da outra localizada no sul, visto que todas as estações ao norte foram caracterizadas pela dominância de indivíduos de maior tamanho. Na área sul, com uma marcada estratificação de temperatura e salinidade, os organismos de pequeno tamanho foram predominantes. Secções histológicas de gônadas de indivíduos pequenos da área sul do estuário, com aparência madura, mostraram o mesmo grau de maturação das gônadas dos indivíduos maduros de maior tamanho da área norte. A relação entre as diferenças de tamanho e os fatores ambientais é discutida.

Palavras-chave: Appendicularia, distribuição, tamanho dos estádios de maturação, estuário do Rio da Prata.

REFERENCES

- BAZAN, J.M. & ARRAGA, E. 1993. El Río de la Plata, ¿un sistema fluvio-marítimo frágil?: Acercamiento a una definición de la calidad de sus aguas. In: *Conferencias de Limnología*. Instituto de Limnología “Dr. R. A. Ringuelet”, Andrés Bóltovskoy & Hugo López Eds., La Plata: 71-82.
- BOSCHI, E.E. 1988. El ecosistema estuarial del Río de La Plata (Argentina y Uruguay). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 15 (2): 159-182.
- BÜCKMANN, A. 1972. Die Appendicularien von den Fahrten der “Meteor”, der “Anton Bruun” und der “Discovery” in das Arabische Meer im Rahmen der IIOE. “*Meteor*” *Forsch. Ergebn.* D (10): 1-45.
- CAPITANIO, F.L. & ESNAL, G.B. 1996. Caracterización morfológica de los estadios de madurez de *Oikopleura fusiformis* (Tunicata, Appendicularia). *Physis, Buenos Aires*, 52 (122-123): 13-17.
- CARRETO, J.I. & BENAVIDES, H.R. 1982. Fitoplancton, pigmentos y nutrientes. Resultados campañas III y VI del B/ “Shinkai Maru”, 1978. *Rev. Inv. Des. Pesq., Mar del Plata*, 283: 181-203.
- CARRETO, J.I., NEGRI, R.M. & BENAVIDES, H.R. 1986. Algunas características del florecimiento del fitoplancton en el frente del Río de La Plata. I: Los sistemas nutritivos. *Rev. Inv. Des. Pesq., Mar del Plata*, 5: 7-29.
- DAGG, M.J., GREEN, E.P., MCKEE, B.A. & ORTNER, P.B. 1996. Biological removal of fine-grained lithogenic particles from a large river plume. *J. Mar. Res.*, 54: 149-160.
- ESNAL, G.B. 1972. Apendicularias de la desembocadura del Río de La Plata. *Physis, Buenos Aires*, 31 (82): 259-272.
- ESNAL, G.B. 1973. Apendicularias de las costas argentinas. *Physis, Buenos Aires*, 32 (85): 267-273.
- ESNAL, G.B. 1985. Caracterización de estadios de madurez y variaciones intraespecíficas en *Oikopleura longicauda* (Vogt, 1854) (Tunicata, Appendicularia). *Physis, Buenos Aires*, 43 (104): 19-24.
- ESNAL, G.B., CAPITANIO, F.L. & SIMONE, L.C. 1996. Concerning intraspecific taxa in *Fritillaria borealis* Lohmann (Tunicata, Appendicularia). *Bull. Mar. Sc.*, 59 (3): 461-468.
- ESNAL, G.B. & CASTRO, R.J. 1977. Distributional and biometrical study of appendicularians from the West South Atlantic Ocean. *Hydrobiologia*, 56 (3): 241-246.

- ESNAL, G.B., SANKARANKUTTY, C. & CASTRO, R.J. 1985. Diurnal and seasonal fluctuations of *Oikopleura dioica* Fol, 1872 (Tunicata, Appendicularia) in the mouth of the River Potengi (North Brazil). *Physis, Buenos Aires*, 43 (105): 65-71.
- FENAUX, R. 1966. Synonymie et distribution géographique des Appendiculaires. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, 66 (1363): 1-23.
- FENAUX, R. 1967. Les Appendiculaires de la campagne de la 'Calypso' au large des côtes Atlantiques de l'Amérique du Sud, (1961-1962). *Résult. Sci. Camp. Calypso, Paris*, 8: 33-46.
- FENAUX, R. 1968. Distribution verticale de la fréquence chez quelques Appendiculaires. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 19 (3): 513-515.
- FENAUX, R. 1976. Cycle vital d'un appendiculaire *Oikopleura dioica* Fol, 1872. Description et chronologie. *Ann. Inst. océanogr., Paris*, 52 (1): 89-101.
- FENAUX, R. 1985. Rhythm of secretion of Oikopleurid s houses. *Bull. Mar. Sc.*, 37: 498-503.
- FERNANDEZ ARAOZ, N.C., PEREZ SEIJAS, G.M., VIÑAS, M.D. & RETA, R. 1991. Asociaciones zooplanctónicas de la zona común de pesca Argentino-Uruguay en relación con parámetros ambientales. Primavera 1986. *Fr. Mar., Uruguay*, 8: 85-99.
- FERNANDEZ ARAOZ, N.C., SANTOS, B.A. & RAMIREZ, F.C. 1994. Análisis ecológico de la distribución de los copépodos planctónicos, de una campaña de primavera, en la zona común de pesca. *Fr. Mar., Uruguay*, 15: 133-140.
- FORNERIS, L. 1965. Appendicularian species groups and southern Brazil water masses. *Bol. Inst. oceanogr.*, 14 (1): 53-114.
- NEGRI, R., BENAVIDES, H. & CARRETO, J. 1988. Algunas características del florecimiento del fitoplancton en el frente del Río de la Plata II: Las asociaciones fitoplanctónicas. *Fr. Mar., Uruguay*, 4: 51-161.
- PAFFENHÖFFER, G.A. 1973. The cultivation of an appendicularian through numerous generations. *Mar. Biol.*, 22: 183-185.
- PAFFENHÖFFER, G.A. 1975. On the biology of Appendicularia of the Southeastern North Sea. *Proc. 10th European Symposium on Marine Biology, Belgium*, 2: 437-455.
- RAMIREZ, F.C. & SANTOS, B.A. 1994. Análisis del zooplancton de la plataforma bonaerense en relación con algunas variables ambientales: Campañas "Transección" de 1987. *Fr. Mar., Uruguay*, 15: 141-156.
- SHIGA, N. 1976. Maturity stages and relative growth of *Oikopleura labradoriensis* Lohmann (Tunicata, Appendicularia). *Bull. Plankton Soc. Japan*, 23 (2): 31-45.
- SOKAL, R. & ROHLF, J. 1981. *Biometry*. W.H. Freeman and Company Ed., San Francisco, 1-860.
- TOKIOKA, T. 1979. Neritic and oceanic plankton. In: *Zoogeography and diversity in plankton*. Van der Spoel and Pierrot-Bults. Eds.: 126-143.
- ZOPPI DE ROA, E. 1971. Appendicularias de la región oriental de Venezuela. *Studies on the fauna of Curacao and other Caribbean Islands*, 38 (132): 77-109.

VARIAÇÃO SAZONAL DO FITOPLÂNCTON NA ZONA DE ARREBENTAÇÃO DA PRAIA DE PONTAL DO SUL (PARANAGUÁ - PARANÁ)

Kátia Regina Vieira de REZENDE^{*}
Frederico Pereira BRANDINI^{**}

INTRODUÇÃO

Diversos estudos revelam que os padrões de sucessão do fitoplâncton marinho estão intimamente relacionados às mudanças ambientais em diversas escalas temporais. Vários autores destacam, no entanto, que os fenômenos com escalas temporais da ordem de semanas têm maior influência na variabilidade da comunidade fitoplanctônica de regiões costeiras (Margalef, 1978; Hobro, 1980; Tont & Platt, 1980). As alterações de curto tempo (dias, semanas) afetam a abundância do fitoplâncton em resposta às mudanças repentinas nos padrões de circulação local, ao passo que as alterações taxonômicas estão associadas às mudanças sazonais no regime hidrográfico da plataforma adjacente (Brandini, 1990). É o que ocorre, por exemplo, na região sueste-sul do Brasil onde as características hidrográficas da água costeira variam em função dos deslocamentos sazonais da Convergência Subtropical: no verão predominam águas quentes oligotróficas trazidas pela Corrente do Brasil e no inverno ocorre a influência de águas de origem subantártica ricas em nutrientes (Emilsson, 1959, 1961; Mesquita, 1983; Matsuura, 1986; Brandini, 1990). Esse regime hidrográfico é um dos fatores que governam em meso escala a dinâmica dos processos autotróficos nas regiões costeira e oceânica da região sueste e, no entanto, seus efeitos sobre a variação sazonal do fitoplâncton são pouco conhecidos na região. Além disso, o comportamento das praias

* Instituto Oceanográfico - OB, Universidade de São Paulo, Caixa Postal 9075, CEP 05508-900, São Paulo, Brasil.

** Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, Av. Beira Mar s/n, CEP 83255-000, Pontal do Sul, Paranaguá - PR, Brasil.

na costa sul brasileira é regulado principalmente pelos fenômenos associados à passagem de frentes meteorológicas (Calliari & Klein, 1995), que exercem influência sobre a variabilidade das populações fitoplanctônicas.

O presente trabalho descreve a variação sazonal na estrutura da comunidade fitoplanctônica na zona de arrebentação da praia de Pontal do Sul (Pontal do Paraná - PR) sujeita às alterações da estrutura oceanográfica na plataforma continental e aos efeitos da circulação atmosférica da região.

ÁREA DE ESTUDO

O local de coleta em Pontal do Sul localiza-se na margem sul do Canal da Galheta, principal acesso à Baía de Paranaguá (fig.1). Trabalhos recentes (Borzone *et al.*, 1996; Soares *et al.*, 1997; Tavares & Borzone, 1998) caracterizaram o comportamento morfodinâmico de algumas praias do Paraná, seguindo a classificação de Short & Wright (1983). A partir dos dados de ondas (altura e período), tamanho do grão de areia e perfil topográfico foram computados dois índices para classificar a praia: o parâmetro adimensional de Dean (Ω) e o parâmetro escalar de arrebentação (Σ). Os resultados evidenciaram que a praia de Pontal do Sul é do tipo reflectiva.

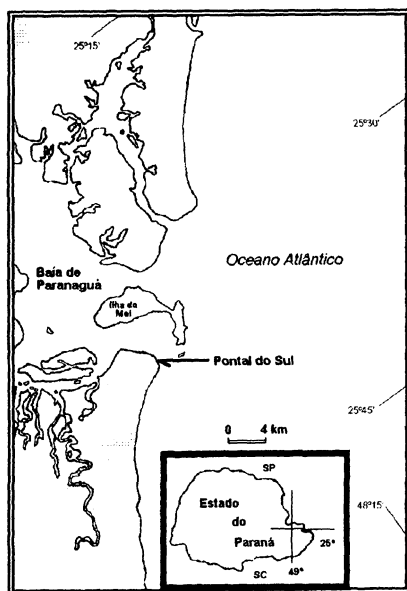


Fig. 1
Mapa da área de estudo

As marés da região são semidiurnas desiguais, em regime de micromarés, com amplitudes máximas e mínimas ao redor de 2 e 0,5 metros, respectivamente (Knoppers *et al.*, 1987). Este regime de marés é modificado ocasionalmente pelas variações da pressão atmosférica provocando as marés meteorológicas. Estas promovem o aumento ou diminuição do nível do mar em relação às marés astronômicas observadas localmente (Marone & Camargo, 1994).

O clima é afetado por perturbações do tipo frente fria, que periodicamente invadem a região. A frontogênese, em geral, dá-se ao sul do continente e as frentes seguem uma trajetória quase constante no sentido sudoeste a nordeste (Garcia Occhipinti, 1963; Bigarella, 1978).

As características físico-químicas na entrada da baía, próximo ao local de coleta, foram estudadas em alguns trabalhos (Brandini, 1985; Knoppers *et al.*, 1987; Brandini *et al.*, 1988; Rebello & Brandini, 1990) e revelaram salinidades médias em torno de 30, podendo ocorrer excepcionalmente valores menores durante a maré vazante em períodos de elevada precipitação. A temperatura na superfície varia entre 17 e 28°C durante o ano, associada às alterações climáticas e à circulação local. As concentrações médias dos nutrientes nitrato, fosfato e silicato na superfície variam entre 1-3, 0,3-1 e 10-20 µM, respectivamente (Brandini *et al.*, 1988), ou seja, dentro dos limites normalmente encontrados em áreas costeiras e de plataforma intermediária da região sueste (Brandini, 1990).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram feitas coletas semanais de água de superfície e arrastos com rede entre abril de 1988 e julho de 1989 na zona de arrebentação (profundidade inferior a um metro) da praia de Pontal do Sul. As coletas foram acompanhadas de medidas de temperatura da água sempre realizadas em horários próximos aos de maré cheia. A amostragem durante a maré enchente teve como objetivo minimizar os efeitos da drenagem continental da baía (durante a maré vazante) sobre o ponto de coleta, pois pretendia-se observar a influência da massa d'água de origem oceânica, sujeita às variações sazonais já mencionadas.

As amostras de fitoplâncton total foram fixadas com formol até a concentração final de 0,4%. O procedimento de análise e contagem seguiu a orientação de Hasle (1978) com a utilização de um microscópio invertido equipado com contraste de fase: duas subamostras (10 e 25 ml) foram coradas com rosa de Bengala e submetidas à sedimentação por 24 horas. Diatomáceas e dinoflagelados maiores que 100 µm foram contados com aumento de 100x em toda a cuba de 25 ml. Na cuba de 10 ml foram analisados os organismos entre 20 e 100 µm em toda a área de sedimentação com aumento de 160x, e os organismos menores que 20 µm em meia área de sedimentação com aumento de 400x. Cocolitoforídeos e demais fitoflagelados (incluindo mônadas),

foram contados por classes de tamanho (<3, 3-6, 6-9, 9-12, 12-15 e 15-20 μm), em transectos definidos, até que o número do organismo dominante fosse igual a 100. Tal procedimento segue a orientação de Lund *et al.* (1958) e corresponde a um erro de 20% na estimativa da densidade celular. No grupo dos fitoflagelados, foram incluídas as classes Chlorophyceae, Prasinophyceae, Chrysophyceae (exceto silicoflagelados) e Haptophyceae (exceto cocolitoforídeos).

Amostras do microfitoplâncton foram obtidas mensalmente com uma rede cônica de 50 μm de abertura de malha. O material coletado foi fixado em formol até a concentração final de 2% e analisado com um microscópio óptico padrão.

Dados meteorológicos foram monitorados regularmente. A pluviosidade foi obtida diariamente com um pluviômetro de campo e o regime de ventos (direção e intensidade) foi registrado na estação meteorológica da agência Portobras-INPH, sediada no Centro de Estudos do Mar, próximo ao local de coleta. As temperaturas do ar e da água foram medidas em cada coleta utilizando-se um termômetro de mercúrio.

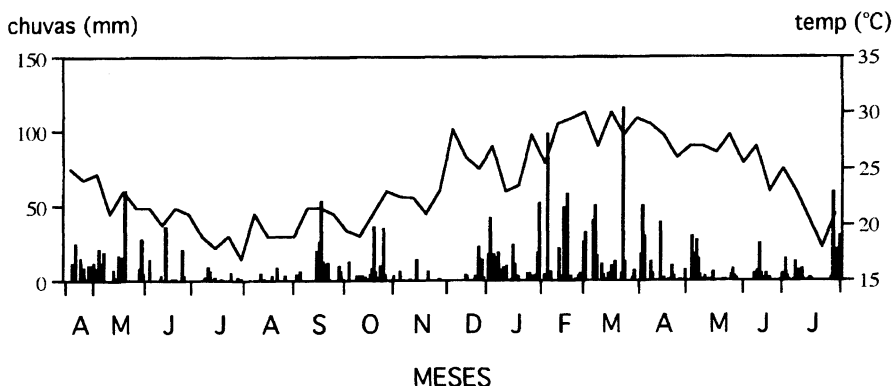


Fig. 2
Variação sazonal da temperatura da água e regime pluviométrico

RESULTADOS

Fatores Ambientais

A temperatura da água variou de 17 a 30°C com o mínimo em 13/07/88 e o máximo em 01/02/89 (fig. 2). O regime pluviométrico indicou períodos chuvosos no verão e precipitação mínima no inverno (fig. 2). O maior e menor valor mensal

acumulado ocorreu em fevereiro de 1989 (316,5 mm) e agosto de 1988 (22,0 mm), respectivamente.

Um total de 465 dados de direção e velocidade média diária dos ventos registrados entre 13/4/88 e 27/7/89 evidenciaram a predominância de ventos do quadrante sul. Estes ventos indicam a passagem das frentes meteorológicas e foram registrados periodicamente ao longo de todo o período de estudo (fig. 3).

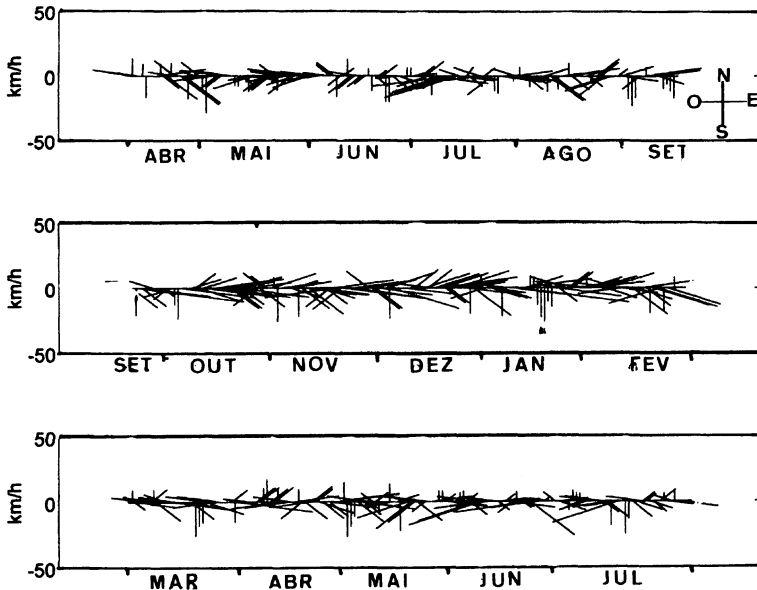


Fig. 3

Ventos em Pontal do Sul durante o período de 13/4/88 a 22/7/89.

(Obs.: ventos do quadrante sul estão representados por barras no lado negativo do eixo das ordenadas)

Composição e variação sazonal do fitoplâncton

Foram observados 37 gêneros (65 espécies) de diatomáceas, 12 gêneros (20 espécies) de dinoflagelados, 3 gêneros de cianofíceas e 1 silicoflagelado (Tabela 1).

A concentração de diatomáceas total variou de 3 a 158×10^4 céls/l (fig. 4), com picos de *Asterionellopsis glacialis*, *Thalassionema nitzschioides*, *Nitzschia* spp. (Seção *Pseudonitzschia*) e *Skeletonema costatum*. As diatomáceas encontradas não são exclusivas da zona de arrebentação, pois ocorrem no interior da baía de Paranaguá e/ou plataforma continental (Moreira & Moreira Filho, 1981; Brandini, 1985; Brandini, 1988). A abundância das diatomáceas penadas ($1,3 - 68,9 \times 10^4$ céls/l) deveu-se principalmente a *A. glacialis* ($0,04 - 50 \times 10^4$ céls/l) e espécies da seção *Pseudonitzschia*

Tabela 1: Composição específica do fitoplâncton da zona de arrebentação da praia de Pontal do Sul - abril/88 a julho/89

DIATOMACEAS	<i>R. delicatula</i>
<i>Actinopterychus splendens</i>	<i>R. hebetata</i>
<i>A. undulatus</i>	<i>R. imbricata</i>
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	<i>R. robusta</i>
<i>Asterophalus flabellatus</i>	<i>R. setigera</i>
<i>A. heptactis</i>	<i>R. stolterfothii</i>
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>	<i>R. styliformes</i>
<i>Biddulphia longicruris</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
<i>Campylosira cymbelliformes</i>	<i>Stauroneis membranaceae</i>
<i>Cerataulina sp.</i>	<i>Syephanopyxis turris</i>
<i>Chaetoceros affinis</i>	<i>Surirella sp.</i>
<i>C. curvisetus</i>	<i>Thalassionema nitzschioides</i>
<i>C. didymus</i>	<i>Thalassiosira aestivalis</i>
<i>C. laevis</i>	<i>T. subtilis</i>
<i>C. lorenzianus</i>	<i>Thalassiosira sp.</i>
<i>C. pendulus</i>	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>
<i>Chaetoceros sp.</i>	<i>T. mediterranea</i>
<i>Climacodinium frauenfeldianum</i>	<i>Triceratium favus</i>
<i>Coscinodiscus centralis</i>	
<i>Coscinodiscus sp.</i>	DINOFLAGELADOS
<i>Corethron criophyllum</i>	<i>Ceratium furca</i>
<i>Cyclotella striata</i>	<i>C. fusus</i>
<i>C. stylorum</i>	<i>C. lineatum</i>
<i>Diploneis sp.</i>	<i>C. macroceros</i>
<i>Ditylum brightwellii</i>	<i>C. massiliensis</i>
<i>Eucampia cornuta</i>	<i>C. trichoceros</i>
<i>E. zodiacus</i>	<i>C. tripos</i>
<i>Fragilaria sp.</i>	<i>Ceratium spp.</i>
<i>Grammatophora angulosa</i>	<i>Dynophysis tripos</i>
<i>Guinardia flacida</i>	<i>Dynophysis sp.</i>
<i>Hemiaulus membranaceus</i>	<i>Ebria sp.</i>
<i>H. sinensis</i>	<i>Gonyaulax sp.</i>
<i>Lauderia sp.</i>	<i>Gymnodinium spp.</i>
<i>Leptocylindrus danicus</i>	<i>Gyrodinium sp.</i>
<i>L. minimus</i>	<i>Noctiluca miliaris</i>
<i>Lithodesmium undulatum</i>	<i>Ornithocercus sp.</i>
<i>Melosira sp.</i>	<i>Oxytoxum sp.</i>
<i>Paralia sulcata</i>	<i>Prorocentrum micans</i>
<i>Navicula spp.</i>	<i>Protoperidinium sp.</i>
<i>Nitzschia spp. (Pseudonitzschia)</i>	<i>Pyrocystis obtusa</i>
<i>Nitzschia spp.. (seção Nitzschitella)</i>	
<i>Odontella mobiliensis</i>	CIANOFÍCEAS
<i>O. rhombus</i>	<i>Anabaena sp.</i>
<i>O. sinensis</i>	<i>Merismopedia sp.</i>
<i>Pleurosigma sp.</i>	<i>Trichodesmium sp.</i>
<i>Rhizosolenia alata</i>	
<i>R. bergonii</i>	SILICOFLAGELADOS
<i>R. calcar avis</i>	<i>Dictyocha fibula</i>

($0,04$ a $50,3 \times 10^4$ céls/l). As altas concentrações de *A. glacialis* ocorreram no outono/inverno, marcado pela incidência de ventos do quadrante sul. O valor máximo registrado para esta espécie ocorreu em 4/5/88 e esteve associado com a passagem de uma frente fria. A concentração das espécies da seção *Pseudonitzschia* foi maior no outono/inverno de 1988, com máximo sendo observado em 8/6/88. *T. nitzschiioides* apareceu regularmente durante o período estudado, com valores oscilando entre $0,21$ a $14,22 \times 10^4$ céls/l.

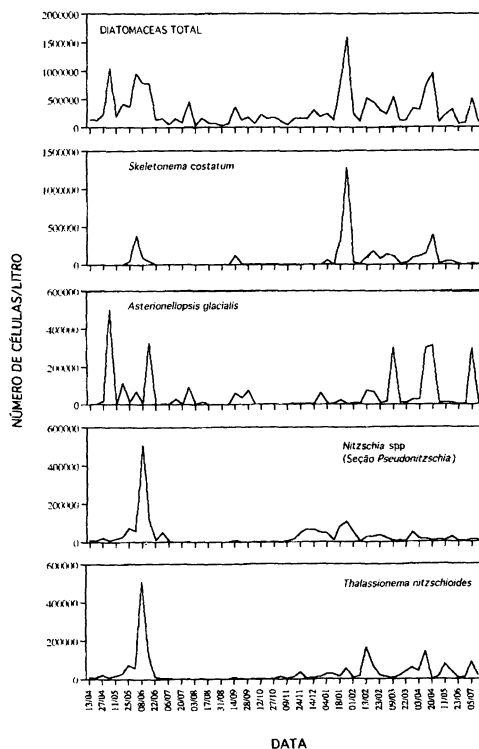


Fig. 4

Variação sazonal das diatomáceas total e espécies mais frequentes durante o período de estudo.

As diatomáceas cêntricas apresentaram a maior diversidade de espécies (Tabela I), com concentrações variando de $1,6$ a $139,7 \times 10^4$ céls/l. *S. costatum* dominou ($0,04$ a 128×10^4 céls/l) durante a estação quente e chuvosa com o valor máximo observado no dia 25/1/89, além de picos isolados em maio e setembro de 1988 (fig. 4). Os gêneros *Chaetoceros* e *Rhizosolenia* foram abundantes na época das chuvas. Espécies de *Coscinodiscus* foram frequentes, mas com ocorrência irregular durante o período amostrado.

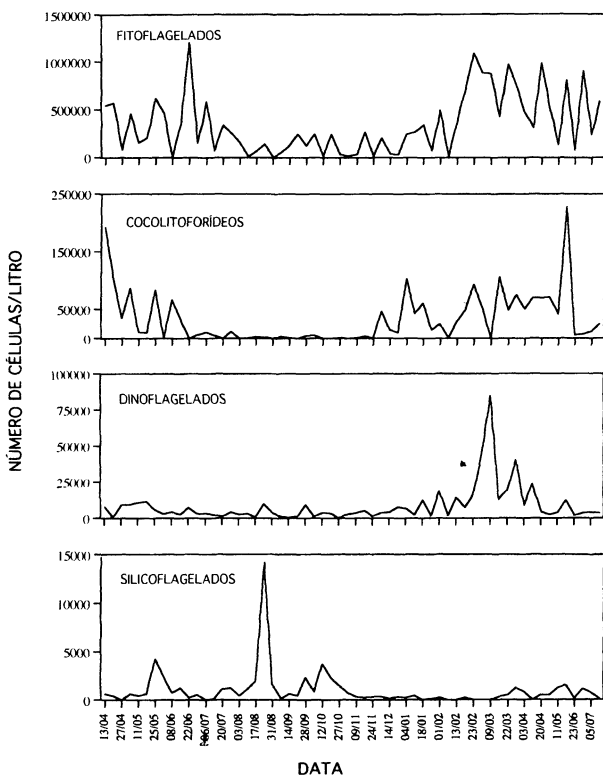


Fig. 5

Variação sazonal dos flagelados (exceto euglenófitas) durante o período de estudo

A figura 5 reúne o padrão de variação sazonal dos grupos flagelados, exceto as Euglenófitas. Os dinoflagelados foram dominados por espécies da ordem Gymnodiniales em concentrações que variaram de $0,3 - 84,3 \times 10^3$ céls/l. A maior abundância de organismos ocorreu no fim do verão, entre fevereiro e abril de 1989. Os silicoflagelados foram mais abundantes durante o outono/inverno, com concentrações variando de $1,0$ a $42,0 \times 10^2$ céls/l, enquanto que a concentração de cocolitoforídeos do nanoplâncton variou de $0,03$ a 226×10^3 céls/l, com a maior abundância no período do verão. Os fitoflagelados do nanoplâncton (incluindo mônadas) dominaram numericamente o grupo dos flagelados, principalmente no período chuvoso, variando de 2 a 1197×10^3 céls/l. A classe de tamanho dominante foi a de 3 a $6 \mu\text{m}$, exceto em 18/1/89 quando o domínio foi da classe menor que $3 \mu\text{m}$.

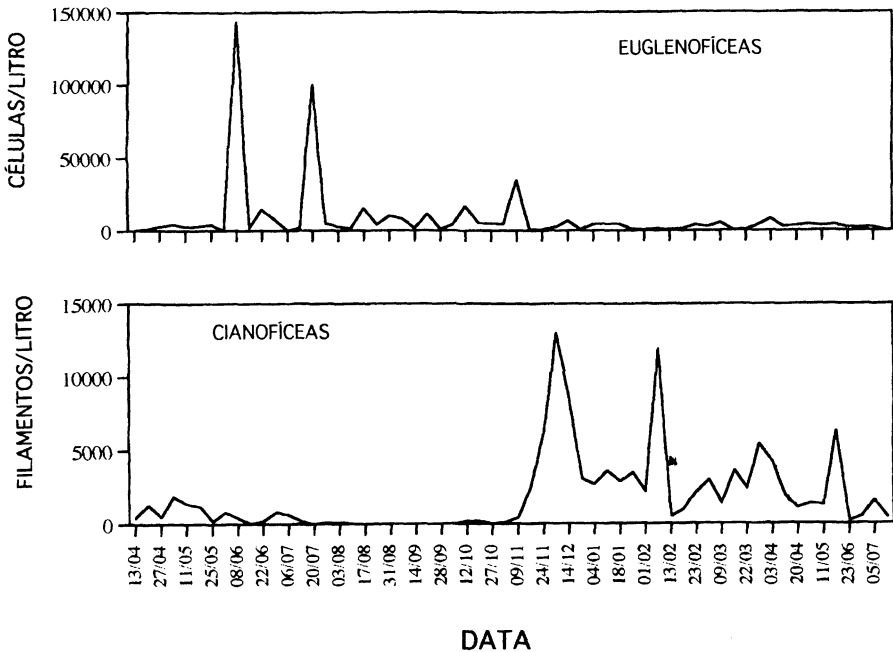


Fig. 6

Variação sazonal das euglenófitas e cianófitas durante o período de estudo

A concentração das cianófitas variou de 1 a 130×10^2 filamentos/l, com as maiores densidades durante a estação quente e chuvosa. *Anabaena* (dominante), *Merismopedia* e *Trichodesmium* sp. foram os únicos gêneros observados (fig.6).

As euglenófitas foram dominadas praticamente por uma espécie bentônica (tipo *Eutreptia*). As concentrações no plâncton variaram de 4 a 143×10^3 céls/l (fig.6), com abundância nos meses de junho e julho de 1988.

DISCUSSÃO

O regime de ventos tem sido apontado como um dos principais agentes mediadores das mudanças estruturais na comunidade fitoplanctônica em zonas de arrebentação (McLachlan, 1980; Lewin & Schaeffer, 1983). Garcia Ochipinti (1963) estudou a circulação das águas costeiras na região sul do Brasil e sua relação com as condições meteorológicas. As frentes frias que assolam frequentemente essa região alteram o campo de ventos e a circulação local da água. Durante o presente trabalho vários desses

eventos foram observados na região de Pontal do Sul, com ventos do quadrante sul ocorrendo em qualquer época do ciclo anual, e não exclusivamente nos meses de inverno.

A ocorrência de *Asterionellopsis glacialis* em altas concentrações normalmente coincide com a predominância de ventos do quadrante sul. Este fato foi observado por Gianuca (1983) que registrou por vários anos florações desta espécie no litoral sul do Rio Grande do Sul associadas à ressuspensão de sedimentos e ao aporte de água doce na areia da praia após períodos chuvosos precedidos de vento sul. Odebrecht *et al.* (1995) quantificaram a concentração de clorofila *a* dessas florações na praia do Cassino (RS), observando que os valores máximos obtidos ($>270 \mu\text{g/l}$) estiveram associados aos ventos do quadrante sul-sudoeste. No presente trabalho foram observadas altas concentrações de *A. glacialis* em abril de 1988, e abril, março, junho e julho de 1989 após a incidência dos ventos de direção sul que acompanham as frentes frias. Por apresentarem alta intensidade e soprarem em direção à praia, esses ventos provocam aumento na turbulência e ondas em magnitude suficiente para ressuspender o sedimento de áreas próximas à zona de arrebentação. A consequência imediata é a liberação de nutrientes a partir do sedimento, enriquecendo a massa de água, e acumulação de células junto à linha de costa. Entretanto, os valores encontrados na praia de Pontal do Sul não são tão elevados quanto aqueles registrados no litoral do Rio Grande do Sul. Nesta região as altas concentrações na zona de arrebentação (valores da ordem de 10^9 células por litro) promovem a formação de manchas amarronzadas na água e areia da praia (Rorig & Garcia, 1993; Odebrecht *et al.*, 1995). A ocorrência de picos isolados ao longo do outono e inverno de 1988, bem como a incidência de ventos sul em diversas épocas do ano sem a floração desta espécie, levam a crer que existem outros fatores afetando o seu padrão de variação temporal. Estudos recentes (Garcia & Rorig, 1993; Rorig & Garcia, *op. cit.*; Odebrecht *et al.*, *op. cit.*; Rezende, 1995) sugerem que a distribuição de *A. glacialis* está relacionada principalmente a eventos de curta duração como são as frentes frias. A queda na temperatura da água, o aporte de nutrientes, a liberação de células do sedimento para a coluna d'água, a diminuição da intensidade luminosa e ventos soprando em direção à costa são alguns dos fatores que formam o conjunto de condições favoráveis ao florescimento e/ou acúmulo de *Asterionellopsis glacialis* na zona de arrebentação. Além desses fatores, deve-se levar em consideração o ciclo de vida da espécie nesse ambiente. Resultados obtidos por Odebrecht *et al.* (*op. cit.*) relatam que essa diatomácea exibe um ritmo diário de abundância superficial com valores mais altos pela manhã e menores a partir das 15 horas, mesmo com ventos soprando em direção à costa nesse período.

Skeletonema costatum mostrou um padrão de variação sazonal semelhante ao observado em trabalhos anteriores dentro da baía (Brandini, 1985) e em outras regiões do país (Kutner, 1972; Peixinho, 1972; Galvão, 1978; Sassi, 1978), ou seja, com maiores densidades nos meses chuvosos do verão. Um aspecto da ecologia desta espécie é a ocorrência de altas concentrações em regiões ou épocas do ano em que as águas

sofrem um enriquecimento com nutrientes. Além disso, *S. costatum* se comporta como uma espécie pioneira que, mantendo alta taxa de crescimento em condições ambientais variáveis, suportando alta temperatura, baixa salinidade e tendo rápido aproveitamento de nutrientes, é capaz de sobrepujar numericamente as demais espécies presentes na área com as quais compete (Guillard & Kilham, 1977; Aidar, 1980). Os picos isolados, ocorridos em maio e setembro de 1988, indicam a necessidade de programas de amostragem em intervalos menores de coleta que ampliem as informações acerca dessa espécie.

Os padrões de variação sazonal dos fitoflagelados do nanoplâncton, cocolito-forídeos, diatomáceas e cianofíceas foram semelhantes, com mínimos no inverno e máximos nos períodos mais quentes entre janeiro e maio. Os cocolito-forídeos tem preferência por temperaturas elevadas (Paasche, 1968). Na região sueste do Brasil, a maior abundância de cocolito-forídeos, cianofíceas e fitoflagelados restringe-se aos domínios da água tropical da Corrente do Brasil (Brandini, 1988), enquanto que a abundância de diatomáceas está relacionada com a diminuição da salinidade e/ou o aumento no aporte de nutrientes provocado pelas chuvas nesses períodos (Brandini *et al.*, 1988; Brandini & Thamm, 1994). Silicoflagelados, no entanto, apresentaram padrões de variação opostos em relação aos demais flagelados. Esse grupo, representado unicamente pela espécie *Dictyocha fibula* (Sournia, 1986), prefere águas temperadas. Brandini (1988) descreveu a abundância de silicoflagelados no inverno em toda a extensão da plataforma da região sueste do Brasil associada à penetração de águas de origem subantártica, com temperaturas abaixo de 20°C, ricas em sílica.

Apesar de pouco abundantes nas amostras de plâncton, as euglenofíceas podem representar uma fração importante das microalgas em suspensão na zona de arreben-tação de Pontal do Sul. Estas algas desenvolvem-se na areia da praia formando densas manchas de tonalidade esverdeada. Observações de pesquisadores da região associam essas florações com períodos chuvosos, mas ainda não existe nenhum estudo detalhado sobre esses eventos.

Os resultados sugerem que o padrão de distribuição dos organismos fitoplanc-tônicos na zona de arreben-tação está intimamente associado com as variações hidro-gráficas sazonais na plataforma continental e Baía de Paranaguá (Brandini, 1988; Brandini & Thamm, 1994) e também com as variações climáticas a curto prazo, provocadas pelas frentes frias.

AGRADECIMENTOS

Aos colegas que auxiliaram em algumas coletas durante o período de estudo e ao Centro de Estudos do Mar pela infraestrutura oferecida para a realização deste trabalho.

ABSTRACT

The temporal variation of the phytoplankton community was analyzed at one station in the surf zone of Pontal do Sul beach (Pontal do Paraná-PR). This environment is periodically affected by meteorological perturbations (cold fronts) and by changes in the pattern of water masses circulation on the coast. The study site shows characteristics of a semiprotected beach due to its proximity to the Mel Island. Surface water samples were collected every week from April 1988 to July 1989 in order to measure temperature and phytoplankton abundance and composition. Wind regime and precipitation were measured during the whole period. Phytoflagellates of 3-6 μm fraction were dominant. Diatoms were abundant during summertime, with some species showing high densities in isolated peaks. The abundance of *Asterionellopsis glacialis* was discussed in relation to the passage of cold fronts. *Skeletonema costatum* dominated during summer with isolated peaks in autumn-winter. Filamentous cyanobacteria and dinoflagellates were abundant in the summer and silicoflagellates in the winter. Euglenophyceans did not show a well defined seasonal pattern, but occasionally were responsible for greenish patches on the beach.

Key-words: phytoplankton, surf zone, temporal variation, sand beach, cold fronts.

RESUMO

A variação temporal da comunidade fitoplanctônica em um ponto fixo da praia de Pontal do Sul (Pontal do Paraná-PR) foi relacionada com as mudanças no padrão de circulação de massas d'água da região costeira adjacente e com as perturbações meteorológicas (frentes frias) que periodicamente invadem o local estudado. Amostras de fitoplâncton total e de rede foram coletadas na zona de arrebentação da praia de Pontal do Sul de abril de 1988 a julho de 1989 em intervalos semanais e mensais, respectivamente. O ponto de coleta está localizado em frente ao Centro de Estudos do Mar e apresenta características de uma praia semiprotégida pela proximidade com a Ilha do Mel. Fitoflagelados foram os organismos dominantes, com destaque para a fração de 3 a 6 μm . As diatomáceas foram abundantes durante o período quente e chuvoso do verão, mas algumas espécies apresentaram altas densidades em períodos isolados. Discute-se a ocorrência da espécie *Asterionellopsis glacialis* que apresentou picos esporádicos, associados com as alterações ambientais decorrentes da passagem de frentes frias. *Skeletonema costatum* foi dominante durante o verão, mas também apresentou um pico isolado no período de outono-inverno, indicando que outros fatores, além das altas temperaturas, são responsáveis pelo seu aparecimento. Cianofíceas e dinoflagelados foram abundantes no verão e silicoflagelados no inverno. O grupo das euglenofíceas não apresentou um padrão definido, mas foi ocasionalmente o responsável por densas manchas esverdeadas na areia da praia. Apesar de ser um fenômeno freqüente na região, nenhum estudo específico foi realizado a este respeito.

Palavras-chave: fitoplâncton, zona de arrebentação, variação temporal, praia arenosa, frentes frias.

REFERÊNCIAS

- AIDAR, E. 1980 *Alguns aspectos da autoecologia de Skelenonema costatum (GRENVILLE) CLEVE de Cananéia (25°S; 48°W) com especial referência ao fator salinidade*. Tese de Doutorado. Universidad de São Paulo, Instituto Oceanográfico 2v.
- BIGARELLA, J.J. 1978 *A Serra do Mar e a porção Oriental do Estado do Paraná- Contribuição à geografia, geologia e ecologia regional* Secretaria do Estado do Planejamento. ADEA. 248 p.
- BRANDINI, F.P. 1985. Seasonal succession of the phytoplankton in the Bay of Paranaguá. *Rev. Brasil. Biol.* 45(4): 687-694.

- BRANDINI, F.P. 1988. Composição e distribuição do fitoplâncton na Região Sueste e suas relações com as massas d'água (Operação Sueste I - Inverno/1982). *Ciência & Cultura*, 40 (4):334-341.
- BRANDINI, F.P. 1990. Hydrography and characteristics of the phytoplankton in shelf and oceanic waters off Southeastern Brazil during winter (July/August 1982) and summer (February/March 1984) *Hydrobiologia*, 196(2): 111-148.
- BRANDINI, F.P.; THAMM, C.A. & VENTURA, I. 1988. Ecological studies in the Bay of Paranaguá. III-Seasonal and spatial variations of nutrients and chlorophyll *a*. *Nerítica*, 3(1): 1-30.
- BRANDINI, F.P. & THAMM, C. A. 1994 Variações diárias e sazonais do fitoplâncton e parâmetros ambientais na Baía de Paranaguá. *Nerítica*, Curitiba, 8 (1-2): 55-72.
- BORZONE, C. A.; SOUZA, J.R.B. & SOARES, A G. 1996. Morphodynamic influence on the structure of inter and subtidal macrofaunal communities of subtropical sandy beaches. *Revista Chilena de Historia Natural*, 69:565-577.
- CALLIARI, L. J. & KLEIN, A. H.F. 1993 Características morfodinâmicas e sedimentológicas das praias arenosa oceânicas entre Rio Grande e Chuí, RS. *Pesquisas* 20(1): 480-56
- EMILSSON, I. 1959. Alguns aspectos físicos e químicos das águas marinhas brasileiras. *Ciência e Cultura* 11(2): 44-54.
- EMILSSON, I. 1961. The shelf and coastal waters off southern Brazil. *Bolm. Inst. oceanogr.* 11 (2): 101-112.
- GALVÃO, S.M.F.G. 1978 *Produção primária da baía de Santos, estado de São Paulo: aspectos sobre a eficiência fotossintética num ambiente poluído*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 53 p.
- GARCIA OCCHIPINTI, A. 1963 Climatologia dinâmica do litoral sul brasileiro. *Contrções. Inst. Oceanogr. Univ. S. Paulo, série Oceanogr. fis.*, 3: 1-86.
- GARCIA, V.M.T. & RORIG, L.R.. 1993 Características de crescimento e fotossíntese da diatomácea *Asterionellopsis glacialis* a diferentes intensidades de luz 6ª Reunião Bras. de Ficologia (resumo)
- GIANUCA, N.M. 1983. A preliminary account of the ecology of sandy beaches in Southern Brazil. In: A. McLachlan & T. Erasmus (eds.) *Sandy beaches as ecosystems*. W. Publishers, p. 413-419.
- GUILLARD, R.R.L. & KILHAM, P. 1977 The ecology of marine planktonic diatoms. In: D. Werner (ed.) *The biology of diatoms*. Botanical Monographs vol. 13, London, The Whitefriars Press p. 372-469.
- HASLE, G.R. 1978. Using the inverted microscope. In: Sournia, A. (Ed.) *Phytoplankton Manual*, UNESCO p.191-196.
- HOBRO, R. 1980. Annual phytoplankton sucessions in a coastal area in the Northern Baltic. In: E. Naylor & G. Hartnoll (eds.). *13th European Marine Biol.Symposium. "Cyclic Phenomena in Marine Plants and Animals*. p.11-18.
- KNOPPERS, B.A.; BRANDINI, F.P. & THAMM, C.A. 1987. Ecological studies in the Bay of Paranaguá.II-Some physical and chemical characteristics. *Nerítica*, 2(1): 1-36.
- KUTNER, M. B. B. 1972 *Variação estacional e distribuição do fitoplâncton na região de Cananéia – SP*. Tese de doutoramento. Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências. 104 p.
- LEWIN, J. & SCHAEFFER, C.T. 1983. The role of phytoplankton in surf ecosystems. In: McLachlan, A. & Erasmus, T. (eds) *Sandy beaches as ecosystems*. p.381-389.
- LUND, J.W.G.; KIPLING, C.; LE GREN, E.D. 1958. The inverted microscope method of estimating algal numbers and statistical basis of estimations by counting. *Hydrobiologia*, 11: 143-170.
- MARGALEF, R. 1978. Life-forms of phytoplankton as survival alternatives in an unstable environment. *Oceanologia Acta*, 1(4): 493-509.
- MARONE, E. & CAMARGO, R. 1994 Marés meteorológicas no litoral do estado do Paraná: o evento de 18 de agosto de 1993. *Nerítica*, 8(1-2): 73-85
- MATSUURA, Y. 1986. Contribuição ao estudo da estrutura oceanográfica da região sudeste entre Cabo Frio(RJ) e Cabo de Santa Marta Grande(RS). *Ciência e Cultura*, 38(8): 1439-1450.
- McLACHLAN, A. 1980. The definition of sandy beaches in relation to exposure: a simple rating system. *South African Journal of Science*, 76: 137-138.
- MESQUITA, A.R. 1983. *Contribuição à oceanografia da região costeira sudeste do Brasil (Lat. 24º S)-Subprojeto Hidrodinâmica costeira: execução e resultados*. Tese de Livre Docência. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 187 p.

- MOREIRA, I.M.V. & MOREIRA FILHO, H. 1981 Diatomáceas de Pontal do Sul-município de Paranaguá, estado do Paraná, Brasil (Chrysophyta, Bacillariophyceae) *Phycol. Lat.amer.* 1:156-185.
- ODEBRECHT, C.; SEGATTO, A. Z. & FREITAS, C.A. 1995 Surf zone chlorophyll *a* variability at Cassino Beach, Southern Brazil. *Estuar. coast. Shelf Sci.*, 41(1): 81-90.
- PAASCHE, E. 1968. The effect of temperature, light intensity and photoperiod on coccolith formation. *Limnol. Oceanogr.*, 13: 178-181.
- PEIXINHO, V.M.C. 1972 *Estudos preliminares sobre o fitoplâncton da Baía In Aratu*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Biociências. 94p.
- REBELLO, J. & BRANDINI, F.P. 1990. Variação temporal de parâmetros hidrográficos e material particulado em suspensão em dois pontos fixos da Baía de Paranaguá, Paraná (junho/87 - fevereiro/88). *Nerítica*, 5(1): 95-111.
- REZENDE, K.R.V. 1995 *Dinâmica Temporal do fitoplâncton de zona de arrebentação da Praia de Pontal do Sul (Paranaguá-PR)*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 130 p.
- RORIG, L.R. & GARCIA, V.M.T. 1993 Mecanismo de acumulação de células de *Asterionellopsis glacialis* em praias arenosas do Rio Grande do Sul. 6ª Reunião Bras. de Ficologia (resumo)
- SASSI, R. 1978 *Variação sazonal do fitoplâncton e fatores ecológicos básicos do Saco da Ribeira (Lat. 23º 30' S - Long. 45º 07' W) Ubatuba, Brasil*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 147 p.
- SHORT, A. D. & WRIGHT, L. D. 1983 Physical variability of sandy beaches. In: McLachlan, A. & Erasmus, T. (eds) *Sandy beaches as ecosystems*. p.133-144.
- SMAYDA, T.J. 1958. Biogeographical studies of marine phytoplankton. *Oikos*, 9(2): 158-191.
- SOARES, C.R.; BORZONE, C.A. & SOUZA, J.R.B. 1997. Variações morfológicas e sedimentológicas ao longo de um ciclo anual numa praia arenosa no sul do Brasil. *Oecologia Brasiliensis*, 3: 245-258.
- SOURNIA, A. 1986. *Atlas du phytoplankton marin* - Volume I: Introduction, Cyanophycées, Dictyophycées, Dinophycées et Raphidophycées. Paris, Éditions du CNRS, 220p.
- TAVARES, Y. A. G. & BORZONE, C. A. 1998. General features of population dynamics of the sand dollar *Mellita quinquesperforata* (LESKE, 1778) in southern Brazilian sandy beaches. In: Echinoderms: San Francisco, Ed. R.Mooi & M. Telford, PROC. 9th International Echinoderme Conference, San Francisco, California, USA, p. 837-842.
- TONT, S. & PLATT, T. 1980. Fluctuations in the abundance of phytoplankton on the California Coast. In: E. Naylor & G. Hartnoll (eds) 13th European Marine Biol. Symposium. "Cyclic Phenomena in Marine Plants and Animals. p.11-18.

FEEDING HABITS OF *LOLIGO SANPAULENSIS* BRAKONIECKI, 1984 (CEPHALOPODA, LOLIGINIDAE) IN SOUTHERN BRAZIL

José Milton ANDRIGUETTO*
Manuel HAIMOVICI**

INTRODUCTION

Loligo sanpaulensis (= *L. brasiliensis*) Brakoniecki, 1984 is distributed in the Western South Atlantic along the coasts of Brazil, Uruguay and Argentina, approximately between latitudes 20°S and 42°S (Roper *et al.*, 1984; Haimovici & Perez, 1991a). The species is common from Buenos Aires Province in Argentina to Rio de Janeiro (Castellanos, 1967; Juanicó, 1979; Vigliano, 1985; Costa & Haimovici, 1990). It is the most abundant coastal squid in southern Brazil, whereas *Loligo plei* (= *Doryteuthis plei*) Blainville, 1823 occurs only in the warm season and on the outer shelf (Juanicó, 1979; Haimovici & Andriguetto, 1986; Haimovici & Perez, 1991b). The fishery potential of both species along southern and southeastern Brazil is poorly known but they have been increasingly exploited by artisanal fishermen as well as commercial shrimpers. Landings for both species are reported together and attained 2,193 tons in 1986 (Costa & Haimovici, 1990). The standing stock of *L. sanpaulensis* between 30°40'S and 34°20'S was estimated in 3,600 tons (+/- 44 %) in the spring of 1983 (Andriguetto & Haimovici, 1991). Santos and Haimovici (1997) studied predation on *L. sanpaulensis* and found the species in the stomach contents of the La Plata dolphin *Pontoporia blainvillei*, the penguin *Spheniscus magellanicus*, the fur seals *Arctocephalus* spp, two species of squid and 24 fishes including demersal-pelagic and benthic

* Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, 1540, CEP 80.035-050, Curitiba, PR, Brazil. E-mail: andriguetto@sul.com.br

** Departamento de Oceanografia, Fundação Universidade do Rio Grande, C.P. 474, CEP 96.201-900, Rio Grande, RS, Brazil. E-mail: docmhm@super.furg.br

ambush feeding species, and concluded that this squid occupy a intermediate level in the shelf food webs of southern Brazil.

Few authors have studied the diet and feeding of *Loligo sanpaulensis*. Juanicó (1979) studied the species distribution, population structure, reproductive cycle and feeding from Rio de Janeiro to Mar del Plata. Costa (1994) studied food relations off Cabo Frio, Rio de Janeiro (23°S).

In earlier papers, abundance, distribution, size and sex structures, and the reproductive cycle of *Loligo sanpaulensis* were reported, with data from eight seasonal groundfish cruises on the shelf and upper slope off southern Brazil (Andriguetto & Haimovici, 1991, 1996). In this paper, data on stomach contents from the same surveys are analyzed. Feeding habits and changes in food and feeding related to size, sex, season and fishing grounds off southern Brazil are described and discussed.

MATERIALS AND METHODS

Samples of *L. sanpaulensis* were obtained at depths ranging from 10 to 220 m in eight groundfish cruises of the RV Atlântico Sul, four on the inner shelf and four on the outer shelf and upper slope off Rio Grande do Sul state between latitudes 28°35'S and 34°S (Figure 1). Depth, latitude and bottom temperature ranges for all surveys are given in Table 1. Additional shelf samples were taken from former cruises in January 1981 (summer) and April 1981 (fall) .

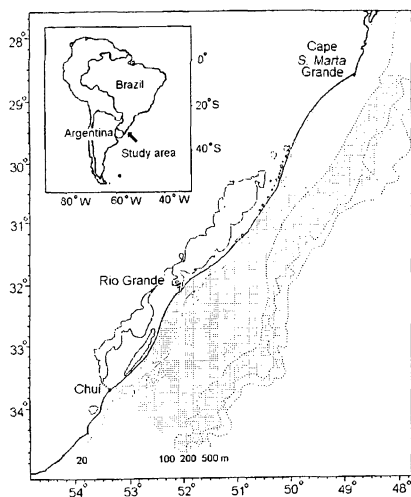


Fig. 1

Areas surveyed by the R/V Atlântico Sul on the continental shelf and upper slope off Rio Grande do Sul State, southern Brazil, from 1981 to 1987. Latitudinal limits are approximate.

Table 1. Summary data of the cruises in which data on feeding of *Loligo sanpaulensis* were collected (frequency of occurrence, % of tows with *L. Sanpaulensis*; ML, dorsal mantle length; (*). Bottom temperature range between 100 and 200 m, from Haimovici and Perez, 1991b).

Cruise period	Latitude range (south)	Depth range (m)	Bottom temp. range (°C)	Number of tows and frequency of occurrence		Mantle length (mm)		
						minimum	mean	maximum
14 to 22/01/82	30°46' - 34°14'	12-119	12.8 - 22.9	42	69.0 %	20	58.4	160
16 to 26/04/83	30°51' - 34°18'	13-122	15.5 - 22.6	41	95.1 %	20	52.5	110
09 to 30/08/83	30°54' - 34°19'	12-160	11.3 - 17.8	54	87.0 %	10	76.2	190
08 to 19/11/83	30°46' - 33°36'	10-100	12.6 - 20.2	34	85.3 %	20	80.5	170
19/07 to 02/08/86	31°58' - 34°33'	130-504	14.0 - 16.0 *	17	35.3 %	20	50.1	90
06 to 15/09/86	28°35' - 31°11'	128-510	14.5 - 17.3 *	19	26.3 %	30	47.3	70
14 to 21/03/87	30°47' - 34°31'	128-498	14.7 - 17.5 *	18	11.1 %	20	45.4	80
14 to 19/05/87	28°53' - 31°15'	140-575	15.0 - 19.0 *	12	8.3 %	20	33.0	40

Samples were collected with bottom trawls in tows 30 to 60 minutes long at a speed of three knots, both on the slope and on the shelf. All tows were carried between dawn and dusk. Bottom and surface temperatures were recorded after each trawl. A total of 2,340 specimens from all cruises and representative of different fishing depths and latitudes were fixed in 10% buffered formalin sea water and transferred into 70% ethanol after no less than 24 hours. In the home laboratory, the dorsal mantle length (ML) was measured in millimeters, and sex, maturity stage, and stomach and digestive caecum fullness (empty, partially full, full) were also recorded. Total weight and stomach contents were recorded in at least ten individuals per 10-mm mantle length (ML) class in each sample.

Stomach contents were analyzed under a binocular microscope with magnifications up to 30X. Food items were recognized only as fish, crustaceans or squid. Further detail was not possible in most cases because contents were highly fragmented by the beak while identifiable hard parts were uncommon. Percentages of occurrence of prey types were compared by season, sex, dorsal mantle length, and location. Feeding activity was inferred by comparing the proportion of stomachs and caeca with or without contents. Significance of differences was tested in all comparisons by chi-square tests and contingency tables, always at a significance level of 5%.

RESULTS

Stomach contents

Contents were examined for 624 specimens on the inner shelf and 122 from the outer shelf (Table 2). Most stomachs had only one kind of food, although 48 stomachs of shelf animals presented a second category, mostly sand and fish remains. Sand does not seem representative of natural feeding but it is consistent with feeding in the cod-end of a bottom trawl. Fish otoliths were conspicuously rare, suggesting that such items were not adequately preserved. Vertebrae and vertebral column sections were not uncommon. Two females with ML of 78 mm presented respectively two and one section of vertebral column, averaging 25 mm in length. Up to seven crustacean eyes and ten eyeballs were found in the same stomach. Suckers, and squid arms and tentacles were common, sometimes fairly undigested, suggesting they could have been ingested during capture. Typical loliginid beaks and chitinous sucker rings gave evidence of cannibalism as *Loligo plei*, the only other congeneric species in the area, was not caught in most surveys.

Diets differed between sexes, season and time of day, but not between sizes. Preference for fish was higher among squid females. Relative frequencies of food types in stomachs of females were 69% fish, 24% crustaceans and 7% squid, while figures for males were 54%, 31% and 15%, respectively. Fish was the most frequent item throughout the year for all mantle lengths, but squid and crustaceans increased signifi-

cantly in summer and fall (Figure 2). Squid remains were found in 40% of the stomach contents from the summer cruise of 1981, although that could be an artifact due to the small number of samples on that cruise. In spring, only animals caught deeper than 60 m contained squid and crustaceans. Also, crustaceans were more frequent on the northern shelf in spring and winter. Proportions of food items changed also during the day, crustaceans decreasing and cannibalism increasing (Figure 3).

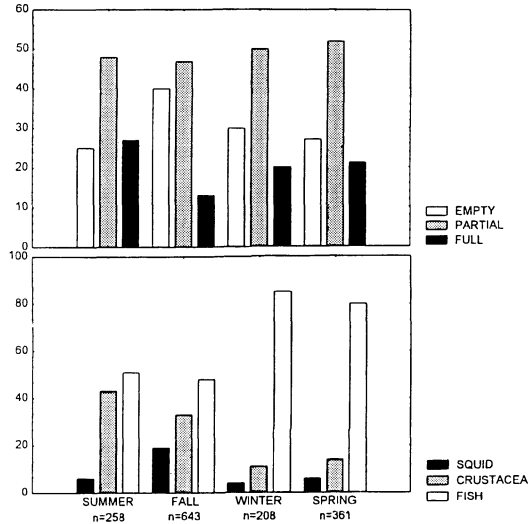


Fig. 2

Proportions (%) of stomach fullness (upper) and food items (lower) in the stomachs of *Loligo sanpaulensis* per season on the inner shelf off southern Brazil.

The large proportion of stomachs with unidentified contents in slope samples prevented similar comparisons. More than 85% of all stomachs examined showed whitish, soft, amorphous material as the only item. Nevertheless, crustaceans were evidently absent.

Feeding activity

Stomach fullness was determined for 1,254 animals on the shelf and 328 on the slope. In total, 28.7% were empty. Proportions of empty stomachs and caeca on the shelf were significantly higher in fall (Figure 2). An analysis of frequencies by classes of bottom temperatures showed higher frequency of full caeca and stomachs in spring

and summer, suggesting more intense feeding activity in those seasons. Feeding activity on the slope seems to be more intense than on the shelf, but no evidence was found for seasonal variations (Table 2). The proportion of full stomachs was significantly higher on the southern part of the shelf, specially in winter and spring (Figure 4).

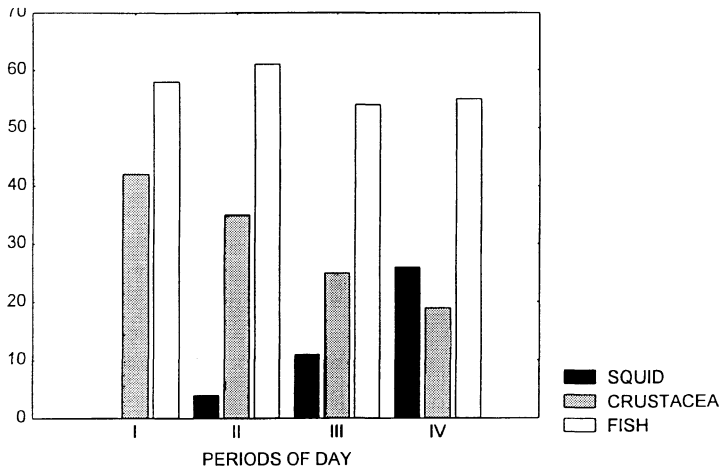


Fig. 3

Relative frequencies (%) of food items in the stomachs of *Loligo sanpaulensis* per period of the day on the inner shelf off southern Brazil. Periods are defined by starting times of tows, as follows: I, first hour after dawn; II, second hour after dawn; III, full day; IV, two hours before sunset.

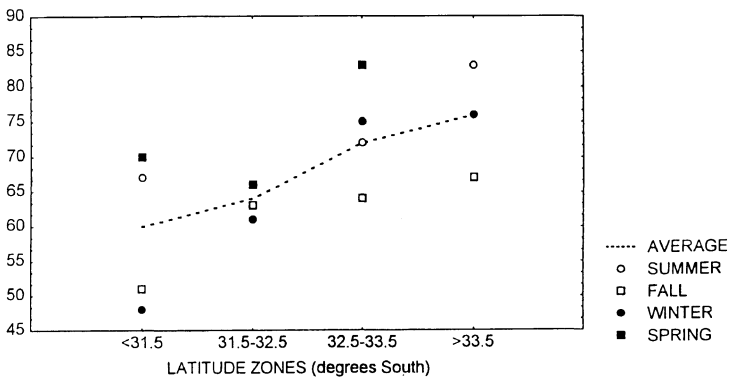


Fig. 4

Relative frequencies (%) of full and partially full stomachs of *Loligo sanpaulensis* by latitude zone and season on the inner shelf off southern Brazil.

Proportion of full stomachs was higher for females and for larger specimens. Mature animals, regardless of size, also had stomachs more frequently full. Frequency of occurrence of empty caeca was high for mature females, for which the developed reproductive system seems to leave no room for the caecum (Table 3, Figure 5). Feeding activity also changed during the day, being more intense in full day and late afternoon (Figure 6).

Table 2 - Analysis of feeding habits of *Loligo sanpaulensis* in southern Brazil. Number of individuals examined for feeding habits, proportion of specimens with stomach contents and proportion of identifiable food items.

	Inner shelf	Upper shelf and slope
Specimens examined for digestive fullness	1254	328
Specimens with food in the stomach	837 (67%)	291 (89%)
Specimens examined for prey type	624	122
Specimens with identifiable food items	287 (46%)	17 (14%)

Table 3 - Relative frequencies (%) os stomach and caecum fullness by stage of sexual maturity of *Loligo sanpaulensis* on the inner shelf off southern Brazil (n=sample size; NA=not applicable; definitions of stages of maturity according to Andriguetto and Haimovici, 1997).

	STAGE OF SEXUAL MATURITY			
	A	B	C	D
Stomach fullness				
Males (n=607)				
Empty	46	45	26	26
Partially full	43	40	54	61
Full	11	15	20	13
Females (n=647)				
Empty	49	23	15	NA
Partially full	42	56	60	NA
Full	9	21	25	NA
Caecum fullness				
Males (n=645)				
Empty	24	37	18	33
Partially full	48	46	46	33
Full	28	17	36	33
Females (n=647)				
Empty	26	27	71	NA

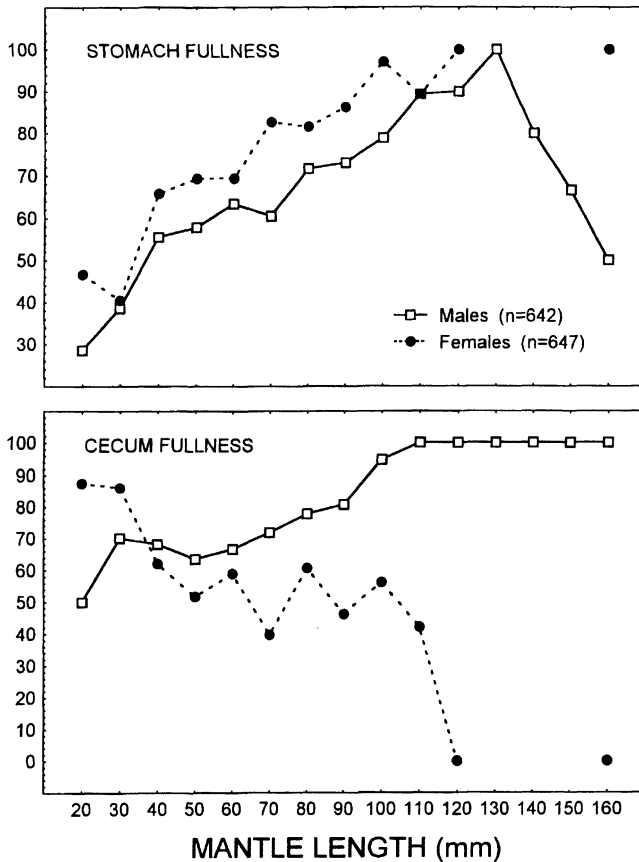


Fig. 5

Relative frequencies (%) of stomachs (upper) and caeca (lower) with contents (full and partially full) of *Loligo sanpaulensis* by sex and mantle length class on the inner shelf off southern Brazil

DISCUSSION

The diet of *Loligo sanpaulensis* did not differ from what is known for other loliginid species (Bidder, 1966; Nixon, 1987; Amaratunga, 1983). No evidence was found in stomach contents for groups other than crustaceans, fishes and squids, although many authors also mention items such as polychaete worms, gastropods and chaetognaths (Martins, 1982; Loukashkin, 1975; Karpov & Cailliet, 1978, 1979). However, Whitaker's description of chaetognath remains adjusts to the material found in the stomachs of slope animals in our study (Whitaker, 1978).

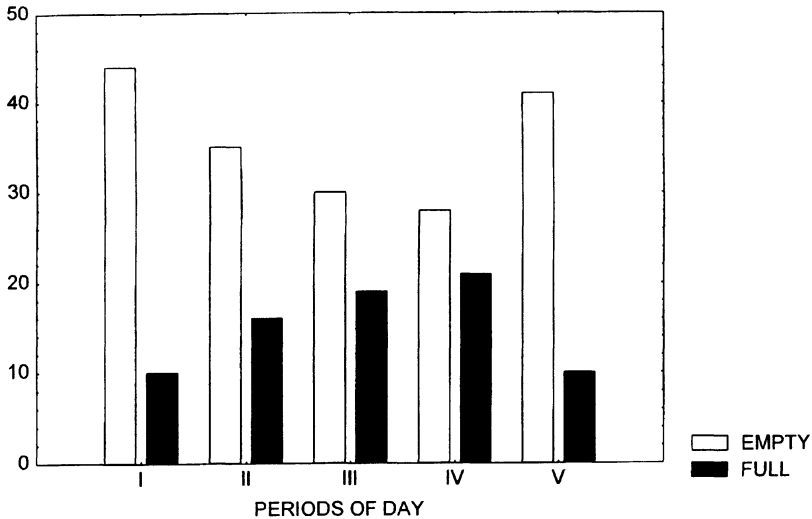


Fig. 6

Relative frequencies (%) of occurrence of empty and stomachs of *Loligo sanpaulensis* per period of the day on the inner shelf off southern Brazil. Periods are defined by starting times of tows, as follows: I, first hour after dawn; II, second hour after dawn; III, full day; IV, between one and two hours before sunset; V, one hour before sunset.

Loliginid diets are known to change with season, geographic location and size, (Vovk, 1974; Macy, 1982; Lipinski, 1987; Amaratunga, 1983). In this study, differences were marked between seasons, but no differences related to ML in the frequency of occurrence of fish were detected. That is in contrast to the findings of the above mentioned authors as muscular squids usually increase the proportion of fish and cephalopods in their diet during growth as increased attack speed and grabbing capacity allow them to catch fast moving prey (Haefner, 1964; Packard, 1972). This change was not observed from the frequency of occurrence of fish in the diet of *L. sanpaulensis*, as fish was the main food item in the stomach contents even for small squid. However, a feeding shift in prey items may have occurred at a smaller size than sampled in this study (Vecchione, 1987). On the other hand, almost all studies mentioned above grouped samples from different seasons or locations. This could have introduced some bias in their conclusions regarding diet changes related to length. One exception is the work of Maurer and Bowman (1985) who observed variations in the diet of *L. pealei* similar to those observed here for *L. sanpaulensis*, with crustaceans predominating in spring, and fish in summer and fall. Therefore, despite a marked preference for fish, the diet of *L. sanpaulensis* seemed to be more a reflection of seasonal and spatial variations in prey abundance and availability.

Although squid stomach content was not identified at species level, data on fish distributions and assemblages in southern Brazil match the results presented here. From our data, the abundance of fishes with total length smaller than the mantle length of *L. sanpaulensis* would be expected to be low at intermediate depths on the shelf in summer and fall, and higher in winter. In fact, the anchovy *Engraulis anchoita*, which is the most abundant species in the pelagic nekton off Rio Grande do Sul, is found in summer only at depths less than 30 m (Lima & Castello, 1995), therefore becoming less available where the squid is more abundant. Also, in winter and spring *Loligo sanpaulensis* forms a consistent pelagic association with the cutlassfish *Trichiurus lepturus*, juveniles of the weakfish *Cynoscion striatus*, the hake *Merluccius hubbsi*, and two small neritic fishes, the anchovy *E. anchoita* and the jack mackerel *Trachurus lathami* (Mello *et al.*, 1992). Except for the hake, those fishes feed mostly on pelagic crustaceans (Schwingel & Castello, 1995).

There are other evidences for a flexible feeding strategy in *L. sanpaulensis*, such as the absence of crustaceans in the stomachs of slope animals as well as other location-related differences, and also the differences of food items between day periods. Animals resorted to cannibalism just before sunset, when the frequency of empty stomachs increased sharply. Feeding activity was higher from mid-morning to late afternoon, when fish was the major food item. Cephalopods are known to be opportunistic predators, easily changing prey types, including members of their own species (Mangold, 1983; Boucher-Rodoni *et al.*, 1987). Cannibalism can be an alternative to the reduction of metabolic rate when there is no other food available (O'Dor & Wells, 1987). The more pronounced cannibalism in the cruise of April 1981 could therefore be a response to a decrease in the availability of prey, even as the density of squid decreases (Andriguetto & Haimovici, 1991), as pelagic production in summer and fall was found to be lower than in other seasons (Castello *et al.*, 1997).

To compensate for the simplicity of the analysis made in this study, observations on other species were used as independent checks. Some fish species exhibit similar feeding patterns in the same area, corroborating changes in prey availability. On the basis of samples from the same cruises, Teixeira and Haimovici (1989) concluded that the searobin *Prionotus nudigula* takes more fish in winter and turns to Euphausiacea in other seasons. Also, at the depths where *L. sanpaulensis* concentrated, the relative importance of Euphausiacea as a food item for *P. nudigula* was extremely high. Another useful comparison can be made with the diet of *Trichiurus lepturus* collected during the same survey. That species can be a good indicator of prey availability since it is co-occurring with *L. sanpaulensis*, feeds on a wide range of prey types, and modal prey size in stomach contents is 25 mm even for larger specimens (Martins, 1992), which is quite accessible to the squid. Where distributions with the squid overlapped, major food items for both juvenile and adult *T. lepturus* were "filter-feeding macrozooplankton" (Euphausiacea) and "omnivorous micronekton" (Engraulidae, *E. anchoita*), suggesting that those preys were available in large amounts.

Few authors report differences between sexes, with usually higher cannibalism in males on spawning grounds (Karpov & Cailliet, 1979; Macy, 1982). In *Loligo sanpaulensis*, the preference for fish observed in mature females was coupled with higher frequencies of full stomachs and empty caeca obliterated by the reproductive organs. Fields (1965) points out that females of *L. opalescens* on spawning grounds almost always have empty stomachs and caeca, the latter being contracted. According to Boucher-Rodoni *et al.* (1987), the obliteration of the caecum by the mature reproductive system can demand adjustments in the digestive physiology, such as an increase in the activity of the digestive gland and of the appendages of the digestive duct, to compensate for the diminished functions of the cecum. Hirtle *et al.* (1981) observed food conversion rates higher for fish than for crustaceans in *Illex illecebrosus*. If that holds true for loliginids, a higher preference for fish among mature females in *L. sanpaulensis* could also be an adjustment to functional loss of the caecum.

The proportion of *Loligo sanpaulensis* individuals with food in the stomach (67% on the inner shelf, 89% on the outer shelf) can be considered high when compared with values reported in the literature, which range roughly between 30% and 60%. For example, Macy (1982) reports values of 46.8% inshore and 45.4% offshore for *Loligo pealei*; from the review by Nixon (1987) the following values can be calculated: 33% for *Loligo opalescens*, 49% for *Loligo forbesi*, 60% for *Lolliguncula panamensis*, and 77% for *Sepioteuthis arctipinnis*. In this study, proportions were even higher for large, mature individuals. The survey area, including the upper slope, could therefore be an important feeding ground, specially prior to spawning, extending to the Argentinian shelf (Vigliano, 1985; Andriguetto & Haimovici, 1996). From the distribution patterns for the species we have described (Andriguetto & Haimovici, 1991), one observes that, throughout the year, highest frequencies of full stomachs coincided spatially with the highest population densities. The stock concentration south of the western boundary of the Subtropical Convergence, where productivity is greater, specially in winter and spring, suggests then that food availability is a major factor limiting distribution off Southern Brazil. In particular, our observations on reproduction (Andriguetto & Haimovici, 1996) suggest that summer spawners may find adequate feeding grounds in winter in the outer shelf while winter spawners may recruit in part to the southern range of the species in northern Argentina in spring, feeding along the cold, rich waters of the Malvinas Current, close to the Subtropical Convergence.

ACKNOWLEDGEMENTS

Surveys were financed by the Comissão Interministerial de Estudos do Mar (CIRM) and the Fundação Banco do Brasil. This project was partially supported by the research grant N° 301856-81 of the Brazilian Research Council (CNPq) to the second

author. José A. A. Perez and Roberta A. Santos are acknowledged for their useful comments.

ABSTRACT

Loligo sanpaulensis is the most abundant coastal squid in southern Brazil. This paper analyzes its feeding habits on the continental shelf and upper slope off Rio Grande do Sul state. Samples were taken during groundfish cruises from 1981 to 1987, covering an area from 28°35'S to 34°40'S at depths from 10 to 587 m. Stomach contents of over 2,300 specimens representing all seasons were examined. Fish was the most frequent prey in all seasons, followed by crustaceans and squid (*Loligo sanpaulensis*), both more frequent in summer and fall. Prey composition varied with sex, season and time of day, but not with size. Feeding activity was higher in summer and spring, on the slope and the southern part of the shelf. *Loligo sanpaulensis* is shown to feed opportunistically, depending on the availability of prey. Food availability is also a major distribution factor. The species migrates along the shelf, taking advantage of the Brazil and Malvinas Currents system to reach suitable spawning and feeding grounds.

Key-words: *Loligo*, squid, fishing resources, feeding, food habits, Subtropical Convergence, Brazil.

RESUMO

Loligo sanpaulensis é a lula mais abundante na região costeira do sul do Brasil. Este artigo analisa seus hábitos alimentares na plataforma costeira e talude superior do Rio Grande do Sul. As amostras foram obtidas em cruzeiros de pesca de arrasto de fundo do N/Pq Atlântico Sul realizados de 1981 a 1987 entre 28°35'S e 34°40'S, a profundidades de 10 a 587 m. Examinaram-se os conteúdos estomacais de mais de 2300 exemplares, capturados em diferentes épocas do ano. Os peixes foram as presas mais frequentes em todas as estações, seguidos de crustáceos e lulas (*Loligo sanpaulensis*), ambos mais frequentes no verão e outono. A proporção de presas variou com sexo, estação do ano e hora do dia, mas não com tamanho. A atividade alimentar foi mais intensa no verão e primavera, no talude superior e na metade sul da plataforma. *Loligo sanpaulensis* mostrou-se um predador oportunista, com sua distribuição dependendo da disponibilidade de alimento. A plataforma e o talude gaúchos parecem ser uma área de alimentação importante, especialmente antes da desova. A espécie migra ao longo da plataforma, aproveitando o sistema formado pelas Correntes do Brasil e das Malvinas para situar-se em locais adequados para a desova, provavelmente ao norte da área de estudo, e para a alimentação, nas águas mais produtivas ao sul da margem ocidental da Convergência Subtropical.

Palavras-chave: *Loligo*, lulas, recursos pesqueiros, alimentação, hábitos alimentares, Convergência Subtropical, Brasil.

REFERENCES

- AMARATUNGA, T. 1983. The role of cephalopods in the marine ecosystem. p. 379-415. In: J.F. CADDY (ed.), *Advances in assessment of world cephalopod resources*. FAO Fish. Tech. Pap. 231, FAO, Rome.
- ANDRIGUETTO, J.M., Jr., & HAIMOVICI, M. 1991. Abundance and distribution of *Loligo sanpaulensis* Brakoniecki, 1984 (Cephalopoda, Loliginidae) in southern Brazil. *Sci. Mar.* 55(4): 611-618.

- ANDRIGUETTO, J.M. & HAIMOVICI, M. 1996. Reproductive cycle of *Loligo sanpaulensis* Brakoniecki, 1984 (Cephalopoda; Loliginidae) in southern Brazil. *Sci. Mar.* 60(4): 443-450.
- BIDDER, A.M. 1966. Feeding and digestion in cephalopods. p. 97-124. In: K.M. Wilbur and C.M. Yonge (eds.), *Physiology of Mollusca*. Vol. II, Academic Press, New York.
- BOUCHER-RODONI, R.; BOUCAUD-CAMOU, E. & MANGOLD, K. 1987. Feeding and digestion. p. 85-108. In: P.R. Boyle (ed.), *Cephalopod life cycles. Comparative reviews*. Vol. II, Academic Press, London.
- BRAKONIECKI, T.F. 1984. A full description of *Loligo sanpaulensis* Brakoniecki, 1984 and a redescription of *Loligo gahi* D'Orbigny, 1835, two species of squid (Cephalopoda, Myopsida) from the Southwest Atlantic. *Bull. Mar. Sci.* 34(3):435-448.
- CASTELLANOS, Z.J.A. 1967. Contribución al estudio biológico de *Loligo brasiliensis* Bl. *Bol. Inst. Biol. Mar.* 14: 5-35.
- CASTELLO, J.P.; HAIMOVICI, M.; ODERBRECHT, C. & VOOREN, C.M. 1997. Relationships and Function of Coastal and Marine Environments: the continental shelf and slope. p. 171-178. In: SEELIGER, U.; ODERBRECHT, C. & CASTELLO, J.P. (eds.), *Subtropical Convergence Environments: the Coastal Sea in the Southwestern Atlantic*. Springer-Verlag, New York.
- COSTA, P.A.S. & HAIMOVICI, M.. 1990. A pesca de polvos e lulas no litoral do Rio de Janeiro. *Ciência e Cultura* 42(12): 1124-1130.
- COSTA, P.A.S. 1994. *Alimentação, ciclo reprodutivo e associação de Loligo sanpaulensis Brakoniecki, 1984 (Cephalopoda: Loliginidae) com a ictiofauna demersal na plataforma costeira de Cabo Frio, RJ*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, 80 pp.
- FIELDS, W.G. 1965. The structure, development, food relations, reproduction, and life history of the squid *Loligo opalescens* Berry. *Calif. Fish Bull.* 131: 108pp.
- HAEFNER, P.A., Jr. 1964. Morphometry of the common Atlantic squid, *Loligo pealei*, and the brief squid, *Lolliguncula brevis* in Delaware Bay. *Ches. Sci.* 5(3): 138-144.
- HAIMOVICI, M. & ANDRIGUETTO, J.M. 1986. Cefalópodes costeiros capturados na pesca de arrasto do litoral sul do Brasil. *Arg. Biol. Tecnol.* 29(3): 473-495.
- HAIMOVICI, M. & PEREZ, J.A.A. 1991a. Abundância e distribuição de cefalópodes em cruzeiros de prospecção pesqueira demersal na plataforma externa e talude continental do sul do Brasil. *Atlantica* 13(1): 189-200.
- HAIMOVICI, M. & PEREZ, J.A.A. 1991b. Coastal cephalopod fauna of southern Brazil. *Bull. Mar. Sci.* 49(1-2):221-230.
- HAIMOVICI, M. & SANTOS, R. 1997. Trophic relations of the longfin squid *Loligo sanpaulensis* (Cephalopoda; Loliginidae) on the southern Brazilian shelf (26°S-34°S). Abstract: CIAC '97 Symposium on Cephalopod biodiversity, ecology and evolution, Cape Town, South Africa. 4-7 sept 1997.
- HIRTLE, R.W.M.; de MONT, M.E. & O'DOR, R.K. 1981. Feeding, growth and metabolic rate in captive short-finned squid, *Illex illecebrosus*, in relation to the natural population. *J. Shellfish Res.* 1:187-192.
- JUANIC, M. 1979. *Contribuição ao estudo da biologia dos Cephalopoda Loliginidae do atlântico sul ocidental, entre Rio de Janeiro e Mar del Plata*. Tese de Doutorado, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 102 pp.
- KARPOV, K.A. & CAILLIET, G.M. 1978. Feeding dynamics of *Loligo opalescens*. *Calif. Fish Bull.* 169: 45-65.
- KARPOV, K.A. & CAILLIET, G.M. 1979. Prey composition of the market squid, *Loligo opalescens* Berry, in relation to depth and location of capture, size of squid, and sex of spawning squid. *CalCOFI Rep.* 20: 51-57.
- LETA, H.R. 1987. Descripción de los huevos, larvas y juveniles de *Illex argentinus* (Ommastrephidae) y juveniles de *Loligo brasiliensis* (Loliginidae) en la Zona Comun de Pesca Argentino-Uruguaya. *Publ. Cient. INAPE* 1: 1-8.
- LIMA, I.D. & CASTELLO, J.P. 1995. Distribution and abundance of southwest Atlantic anchovy spawners (*Engraulis anchoita*) in relation to oceanographic processes in the southern Brazilian shelf. *Fish. Oceanogr.* 4(1):1-16.

- LIPINSKI, M.R. 1987. Food and feeding of *Loligo vulgaris reynaudii* from St. Francis Bay, South Africa. *S. Afr. J. mar. Sci.* 5: 557-564.
- LOUKASHKIN, A.S. 1975. On the biology of the market squid, *Loligo opalescens*, a contribution toward the knowledge of its food habits and feeding behavior. *Reports of the California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations* 18: 109-111.
- LOUKASHKIN, A.S. 1982. Feeding patterns of the long-finned squid, *Loligo pealei*, in New England waters. *Biol. Bull.* 162: 28-38.
- MANGOLD, K. 1983. Food, feeding and growth in cephalopods. *Mem. Nat. Mus. Victoria* 44: 81-93.
- MARTINS, A.S. 1992. Bioecologia do peixe-espada *Trichiurus lepturus* Linnaeus, 1758 no sul do Brasil. Dissertação de Mestrado, Fundação Universidade do Rio Grande, Rio Grande, 143pp.
- MARTINS, H.R. 1982. Biological studies of the exploited stock of *Loligo forbesi* (Mollusca: Cephalopoda) in the Azores. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 62: 799-808.
- MAURER, R.O. & BOWMAN, R.E. 1985. Food consumption of squids (*Illex illecebrosus* and *Loligo pealei*) off the Northeastern United States. *NAFO Sci. Coun. Studies* 9: 117-124.
- MELLO, R.M. de; CASTELLO, J.P. & FREIRE, K.M.F. 1992. Asociación de especies pelagicas marinas en el sur de Brasil durante invierno y primavera. *Frente Mar.* 11(Sec. A): 63-69.
- NIXON, M. 1987. Cephalopod diets. p. 201-220. In: P.R. Boyle (ed.), *Cephalopod life cycles. Comparative reviews*. Vol. II, Academic Press, London.
- O'DOR, R.K. & WELLS, M.J. 1987. Energy and nutrient flow. p. 109-134. In: P.R. Boyle (ed.), *Cephalopod life cycles. Comparative reviews*. Vol. II, Academic Press, London.
- PACKARD, A. 1972. Cephalopods and fish: the limits of convergence. *Biol. Rev.* 47: 241-307.
- ROPER, C.F.E.; SWEENEY, M.J. & NAUEN, C.E.. 1984. FAO Species Catalogue. Vol. 3. Cephalopods of the World. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. *FAO Fish. Synop.* 125: 277p.
- SCHWINGEL, P.R. & CASTELLO, J.P. 1995. Alimentación de la anchoíta, *Engraulis anchoita* en el sur de Brasil. *Frente Mar. (Montevideo)* 15:67-86.
- TEIXEIRA, R.L. & HAIMOVICI, M. 1989. Distribuição, reprodução e hábitos alimentares de *Prionotus punctatus* e *P. nudigula* (Pisces: Triglidae) no litoral do Rio Grande do Sul, Brasil. *Atlantica* 11(1): 13-45.
- VECCHIONE, M. 1987. Juvenile Ecology. p. 61-84. In: P.R. Boyle (ed.), *Cephalopod life cycles. Comparative reviews*. Vol. II, Academic Press, London.
- VIGLIANO, P.H. 1985. *Contribución al conocimiento de la biología de Loligo brasiliensis Blainville 1823 (Mollusca, Cephalopoda) en aguas argentinas*. Doctoral dissertation, Universidad Nacional de la Plata, 183 pp.
- VOVK, A.N. 1974. Feeding habits of the North American squid *Loligo pealei* Les. *Fish. Mar. Service Transl. Ser.* 3304: 14p. (Translated from russian.)
- WHITAKER, J.D. 1978. *A contribution to the biology of Loligo pealei and Loligo plei (Cephalopoda, Myopsida) off the southeastern coast of the United States*. Master of Science dissertation, College of Charleston, 164 pp.

STRUCTURE OF THE FISH ASSEMBLAGE IN THE SURF ZONE OF THE BEACH AT PONTAL DO SUL, PARANÁ

Rodrigo S. GODEFROID
Marion HOFSTAETTER
Henry L. SPACH*

INTRODUCTION

In general, few studies have investigated the role of the beaches in the life cycle of fishes (Modde, 1980; Lasiak, 1983). Those who did report from 26 to 71 species in assemblages dominated by few species and by juveniles (Romer, 1990; Yang & Senta, 1993; Lamberth *et al.*, 1994; Clark *et al.*, 1994). Since the surf zones harbor specimens in both larval and juvenile stages, some authors have concluded that beaches constitute important nursery areas for many fish species (Anderson *et al.*, 1977; Ruple, 1984; Yang & Senta, 1993).

The highest densities of fishes usually occur during the hottest months, and decline with a diminution in temperature (Ruple, 1984; Senta & Kinoshita, 1985; Ross *et al.*, 1987; Gibson *et al.*, 1993). This is usually attributed to environmental factors such as wind, wave height and water temperature (Lasiak, 1984; Gaspar, 1987; Ross *et al.*, 1987; Clark *et al.*, 1996). Most fish remain in the surf zone for a short period of time (Lasiak, 1983; Gibson *et al.*, 1993), with few species remaining all year around (Brown & McLachlan, 1990).

Few studies have been performed on the fish communities of Brazilian beaches. Those that do exist have shown an assemblage composed of up to 79 species, mainly in the juvenile stage and with a numerical dominance of a few species (Cunha, 1981, Paiva-Filho *et al.*, 1987; Monteiro-Neto *et al.*, 1990; Monteiro-Neto, 1990; Graça Lopes *et al.*, 1993; Saul & Cunningham, 1995). This study therefore reports on the fish

* Universidade Federal do Paraná, Centro de Estudos do Mar, Av. Beira Mar, s/n., 83255-000, Pontal do Sul, Paraná, Brasil.

assemblage of the surf zone at Pontal do Sul and on its temporal structure, a reflective sandy beach situated in the south corner of Paranaguá Bay ($25^{\circ}16'34''\text{S}$, $48^{\circ}17'42''\text{W}$), southern Brazil (Fig 1).

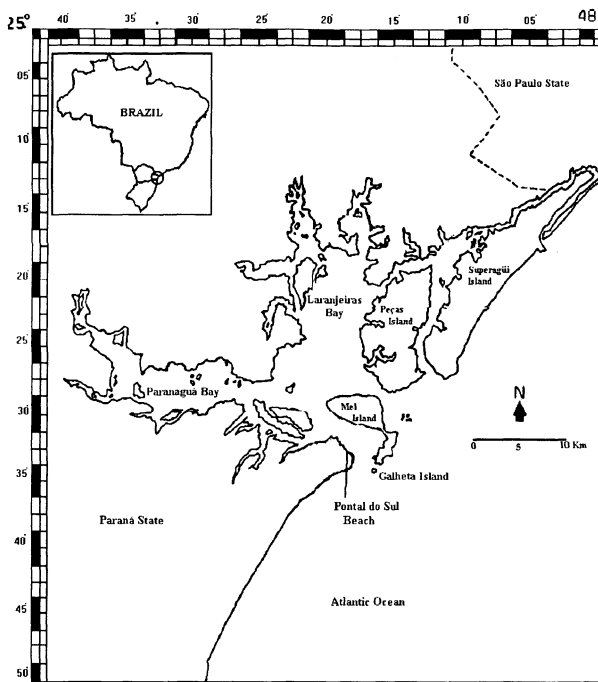


Fig. 1
The stuary of Paranaguá, showing the location of the sampling site.

MATERIAL AND METHODS

The samples were obtained in the surf zone at Pontal do Sul with a beach seine (mesh size of 1 mm, 18 m in length and 2 m in height), between May 1993 and April 1994. Collections were done twice a month during the high and low tides (daytime and nighttime) of the new moon and full moon in the same area. Eight monthly tows were made in the same direction as the current, at a depth which never surpassed 1.70 m along a 100 m strip parallel to the beach. Data of salinity, surface water temperature, wave height and frequency, air temperature, direction and velocity of the wind and rainfall were collected at the same time. Morphodynamic state of the surf zone was

distinguished on the basis of the surf-scaling (ϵ) (Guza & Inman, 1975) and omega (Ω) (Dean, 1973) parameters.

To determine patterns of monthly and seasonal variation in assemblage composition and abundance, monthly total number of species, specimens and weight were compared. Species richness was estimated through Margalef's index, species diversity with Shanon-Wiener index of diversity and evenness with Pielou's evenness index (Pielou, 1969; Ludwig & Reynolds, 1988). The seasons were defined in the following way: September to November = spring; December to February = summer; March to May = autumn; June to August = winter.

Inverse Cluster Analysis was used to identify species assemblages, the 17 most abundant species were grouped in terms of their monthly abundance (analyses on $\log(x+1)$ transformed data). The temporal structure of the assemblage was established using Normal Cluster Analysis, with species as the attributes. The similarity between the attributes was calculated with the Bray-Curtis similarity coefficient and the assemblage method by the simple mean of its similarity values (UPGMA) (Romesburg, 1984; Ludwig & Reynolds, 1988). As there are not always discreet entities in nature, the MDS ("Non Metric Multidimensional Scaling") ordination technique, which, as the other ordination techniques, is based on the existence of a continuity in nature was also used. The ordination axes represent biological or environmental gradients through which the species or months were distributed (Gauch, 1982).

The evaluation of the influence of environmental factors on the temporal variation of assemblage structure was made through analytical interpretation of the dimensions, using multiple regression analysis to regress the environmental variables on the coordinates of the different dimensions (Snedecor & Cochran, 1980).

RESULTS

Seasonal Variation of Environmental Parameters

Monthly average values of surface water and air temperature showed seasonal pattern, with the smallest values between June and September and a progressive increase between spring and summer, followed by a reduction throughout autumn (Table I). Salinity of the surface water did not show any seasonality, with significant differences between months of the same season, primarily during winter and spring. Mean precipitations were higher in spring and summer than in winter and fall, with the exception of September. North and northwest winds predominated from the end of autumn until the end of winter whereas in the spring south and southeast winds dominated. Wind direction varied the most in the summer months, with winds from SE, E and N. In general, wind velocity was more intensive in the spring, summer and in the first two months of autumn, and least intense between May and the end of winter. Wave period varied more in summer and winter, and least in the spring.

The monthly means for wave height were greater in winter and spring, and smaller in summer and autumn. In the morphodynamical state of the beach environment, the values of the omega parameter (Ω) varied between 0.02 and 0.05, characterizing the beach as reflective in all the studied period.

Seasonal Variation in Abundance and Composition of the ictiofauna

A total of 14,516 fishes, for the majority in the juvenile and larval stages, were captured, comprising, 32 families, 51 genera and 70 species (Table 2). The most abundant species were *Eucinostomus argenteus* (28.7%), *Harengula clupeiola* (19.3%), *Anchoa tricolor* (10.4%), *Oligoplites saurus* (6.9%), *Anchoa parva* (4.7%) and *Sardinella brasiliensis* (4.7%), which represented 74.7 % of the total capture, while the 64 remaining species contributed only 25.3% of the total. The total weight of the capture was 22067.6 gr, of which 78.9 % (17414.2 gr) was made up by only four species: *Harengula clupeiola* (37.7%), *Oligoplites saurus* (27.1%), *Anchoa tricolor* (7.3%) and *Hyporhamphus unifasciatus* (6.8 %).

No seasonal tendency was observed in the capture biomass (Fig. 2a). More fishes were captured during summer, constituting 54.18 % of the annual capture. Of this, 79,87% of the fish were captured in December and January (39,85% and 40,02%, respectively) (Fig 2b). The number of species showed a seasonal pattern during most of the sampled period, with a gradual diminution through winter and spring, reaching a minimum of 12 species in November (Fig 2c). There was marked increase in the first month of summer, a tendency which continued throughout this season, culminating in February with the greatest number of species.

Table 1 - Physical environmental variables recorded at the surf zone of Pontal do Sul Beach, between May, 1993 and April, 1994. (S = salinity, T wat = water temperature, T air = air temperature, Dir wind = wind direction, Vel wind = wind velocity, P = wave period, Hb = wave height, Ω = omega, ϵ = surf-scaling parameter).

Month	Physical variables							Morphodinamics		
	S (‰)	T wat (°C)	T air (°C)	Rainfall (mm)	Dir wind	Vel wind (m/s)	P (s)	Hb (cm)	Ω	ε
May	30,7	22,2	21,52	103,8	NW	1,87	9	30	0,02	4,14
June	29,9	16,45	18,75	64,8	NW	1,85	11,5	42,5	0,03	3,59
July	34,8	20,2	17,87	65,1	N	2,29	8,2	40	0,04	6,64
August	32,1	18,4	17,03	10,4	N	1,92	6,6	32	0,04	8,20
September	31,2	18,9	18,3	320,3	SW	2,85	8,25	50	0,05	8,20
October	28,6	22,2	21,62	49,5	S	2,72	8,6	42	0,04	6,34
November	33,7	23,9	24,81	0	SE	3,49	8,6	40	0,03	6,04
December	31,4	26,4	25,55	161,5	E	4,05	8,6	30	0,03	4,53
January	31,4	25,2	24,98	249,1	SE	3,46	12	25	0,02	1,94
February	27,1	27	26,91	352,4	N	2,27	9,6	28,8	0,02	3,49
March	27,7	26,4	25,38	302,3	SE	2,9	11,2	30	0,02	2,67
April	30,1	24,35	23,03	300,6	SW	2,38	9,2	30	0,02	3,96

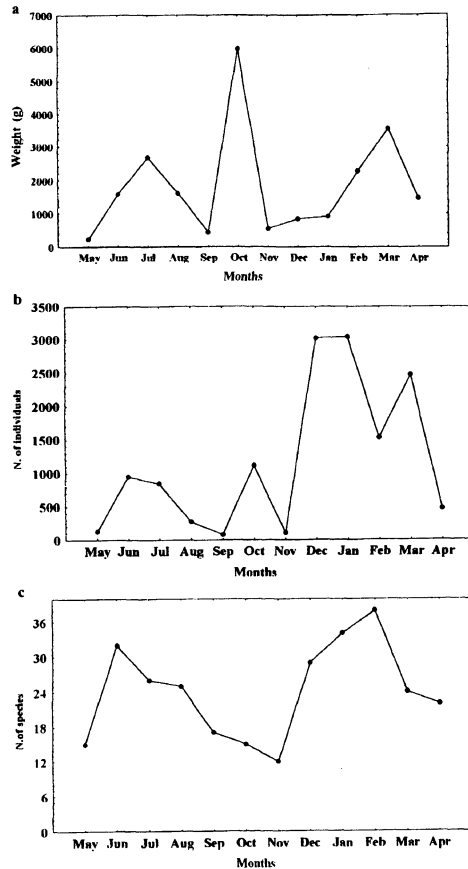


Fig. 2

Monthly variations in the total weight (a), total number of individuals (b) and total number of species (c) in the surf zone fish at Pontal do Sul beach, between May 1993 and April 1994.

Community structure indices did not indicate seasonal changes in the assemblage. The ichthyofauna diversity, expressed by the Shannon-Wiener index of diversity, peaked in June, September and April, although these months did not have the greatest number of species (Fig 3a). The greater diversity in these months could be explained by greater evenness on the distribution of number of individuals per species. The lower diversities were in the months of October and January, the latter with a considerable number of species but with low evenness. (Fig.3b). Species richness peaked in February, June and August (Fig 3c), this latter result being mainly due to the relatively high proportions of individuals to species. Species richness bottomed in October and November.

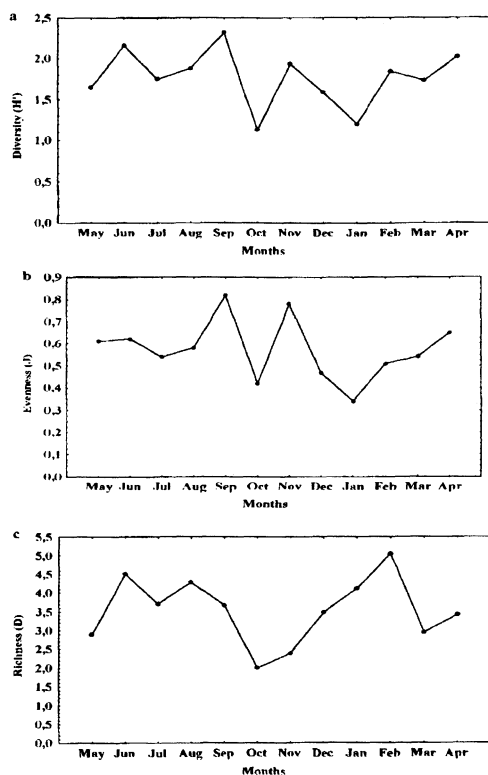


Fig. 3

Monthly variations in the indexes of diversity of Shanon-Wiener (H') (a), evenness of Pielou (J) (b) and richness of Margalef (D) (c) in the surf zone fish at Pontal do Sul beach, between May 1993 and April 1994.

The faunistic similarities between months (combined samples) were analyzed through Cluster analyses and non-metric MDS on log ($x+1$) transformed data. The resulting dendrogram separates the 12 months of collection into two major groups which connect at the 50% similarity level (Fig 4a). The first group included the months of December, January, February and March, (which showed a similarity of 63%) corresponds to a high density period of juveniles, a great number of species, relatively low values in diversity and lower evenness. This group was split into two secondary groups, one comprised of the months of December and January, united on the similarity level at 79%, showing the greatest number of individuals, a great number of species, low diversity and small evenness levels. The second group, formed by the months of February and March, was united on the similarity level at 70%, and when in comparison with the previous group, showed a lesser number of individuals and species, higher

Table 2 - General data on fish capture with a beach seine net at the beach of Pontal do Sul between May, 1993 and April, 1994. (PF = post flexion larvae, J = Adult).

Taxon	Nº de individual s	Proportion of capture %	Stage	Taxon	Nº de individual s	Proportion of capture %	Stage
Narcinidae <i>Narcine brasiliensis</i>	1	0,01	A	Carangidae <i>Trachinotus goodei</i>	3	0,02	J
Elopidae <i>Elops saurus</i>	21	0,15	PF	Carangidae <i>Uraspis secundus</i>	1	0,01	J
Albulidae <i>Albula vulpes</i>	20	0,14	PF	Lobotidae <i>Lobotes surinamensis</i>	1	0,01	J
Engraulidae <i>Anchoa filifera</i>	1	0,01	A	Gerreidae <i>Diapterus rhombeus</i>	2	0,01	A
Engraulidae <i>Anchoa ivolepis</i>	286	2,04	J-A	Gerreidae <i>Eucinostomus argenteus</i>	4016	28,71	PF-J-A
Engraulidae <i>Anchoa parva</i>	660	4,72	PF-J-A	Gerreidae <i>Eucinostomus gula</i>	254	1,82	PF-J-A
Engraulidae <i>Anchoa tricolor</i>	1449	10,36	PF-J-A	Gerreidae <i>Eucinostomus melanopterus</i>	4	0,03	A
Engraulidae <i>Cetengraulis edentulus</i>	35	0,25	J-A	Gerreidae <i>Eucinostomus spp.</i>	627	4,47	PF
Clupeidae <i>Brevoortia spp.</i>	1	0,01	PF	Haemulidae <i>Conodon nobilis</i>	18	0,13	J
Clupeidae <i>Harengula clupeola</i>	2697	19,28	J-A	Haemulidae <i>Haemulon steindachneri</i>	6	0,04	J-A
Clupeidae <i>Harengula jaguana</i>	29	0,21	PF	Haemulidae <i>Pomadasys corvinaeformis</i>	67	0,48	J-A
Clupeidae <i>Opisthonema oglinum</i>	50	0,36	PF-J-A	Sparidae <i>Archosargus rhomboidalis</i>	1	0,01	A
Clupeidae <i>Pellona harroweri</i>	1	0,01	A	Sciaenidae <i>Bairdiella ronchus</i>	8	0,06	PF-J
Clupeidae <i>Sardinella brasiliensis</i>	657	4,70	PF-J	Sciaenidae <i>Cynoscion leiarchus</i>	4	0,03	PF-J-A
Argentinidae <i>Glossanodon pygmaeus</i>	3	0,02	PF	Sciaenidae <i>Menticirrhus americanus</i>	277	1,98	PF-J
Synodontidae <i>Synodus foetens</i>	2	0,01	J	Sciaenidae <i>Menticirrhus littoralis</i>	36	0,26	PF-J-A
Gobiocidae <i>Gobiesox strumosus</i>	1	0,01	J	Sciaenidae <i>Menticirrhus spp.</i>	208	1,49	PF
Atherinidae <i>Adenops dissimilis</i>	72	0,51	PF-J-A	Sciaenidae <i>Micropogonias furnieri</i>	369	2,64	PF
Atherinidae <i>Odontesthes bonariensis</i>	7	0,05	J-A	Sciaenidae <i>Umbrina canosai</i>	2	0,01	J
Atherinidae <i>Atherinella brasiliensis</i>	197	1,41	J-A	Sciaenidae <i>Umbrina coroides</i>	168	1,20	PF-J-A
Exocoetidae <i>Hemiramphus brasiliensis</i>	1	0,01	J	Centropomidae <i>Centropomus parallelus</i>	1	0,01	A
Exocoetidae <i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	158	1,13	PF-J-A	Ephippidae <i>Chaetodipterus faber</i>	8	0,06	J
Belonidae <i>Strongylura marina</i>	6	0,04	J-A	Pomatomidae <i>Pomatomus saltatrix</i>	33	0,24	J-A
Belonidae <i>Strongylura timucu</i>	9	0,06	J-A	Uranoscopidae <i>Astroscopus sexspinosus</i>	2	0,01	J
Belonidae <i>Strongylura spp.</i>	2	0,01	PF	Uranoscopidae <i>Astroscopus ygraecum</i>	2	0,01	J
Syngnathidae <i>Syngnathus elucens</i>	1	0,01	J	Polynemidae <i>Polydactylus oligodon</i>	1	0,01	PF
Syngnathidae <i>Syngnathus folletti</i>	15	0,11	J	Polynemidae <i>Polydactylus virginicus</i>	1	0,01	PF-J
Syngnathidae <i>Syngnathus spp.</i>	1	0,01	J	Scombridae <i>Scomberomorus brasiliensis</i>	2	0,01	J
Syngnathidae <i>Syngnathus roussseau</i>	1	0,01	J	Mugilidae <i>Mugil curema</i>	23	0,16	PF-J-A
Fistulariidae <i>Fistularia petimba</i>	3	0,02	J	Mugilidae <i>Mugil gaimardianus</i>	202	1,44	PF-J-A
Fistulariidae <i>Fistularia tabacaria</i>	1	0,01	J	Mugilidae <i>Mugil incilis</i>	1	0,01	J
Fistulariidae <i>Fistularia spp.</i>	1	0,01	J	Mugilidae <i>Mugil spp.</i>	46	0,33	PF-J
Serranidae <i>Epinephelus nigrilus</i>	1	0,01	J	Tgildae <i>Prionotus punctatus</i>	14	0,10	J-A
Carangidae <i>Caranx latus</i>	4	0,03	J	Tetraodontidae <i>Lagocephalus laevis</i>	1	0,01	J
Carangidae <i>Chloroscombrus chrysurus</i>	4	0,06	J-A	Pleuronectidae <i>Oncopterus darwini</i>	2	0,01	J
Carangidae <i>Oligoplites saliens</i>	4	0,02	J	Paralichthyidae <i>Citharichthys arenaceus</i>	1	0,01	J
Carangidae <i>Oligoplites saurus</i>	9674	6,91	PF-J-A	Paralichthyidae <i>Citharichthys spilopterus</i>	3	0,02	J
Carangidae <i>Trachinotus carolinus</i>	146	1,04	PF-J-A	Paralichthyidae <i>Etropus crossotus</i>	23	0,16	J

diversity and evenness. The second major group, comprised April, June, July, August, September, October and November, and showed a similarity of 53%. It represented a period of low captures, fewer species, greater diversity and greater evenness. Within this group, 2 smaller groups had a greater affinity: first, the months of June and July, showing similarity at 75%, comprised of samples with an intermediate number of individuals and species captured, high diversity and comparatively higher evenness values; secondly, the samples from April and August, with similarity at 65%, and fewer individuals and species captured in comparison with the previous group, but similar with regards to diversity and evenness (Fig.4a).

The separation of the clustered samples in the monthly MDS analysis corresponds to the pattern generated by the Cluster analysis. In the above-mentioned similarity levels, the months are grouped together in the plotting of the first two dimensions (stress = 0.0994), which reflects a good relationship between the similarities and final distances (Fig.4b).

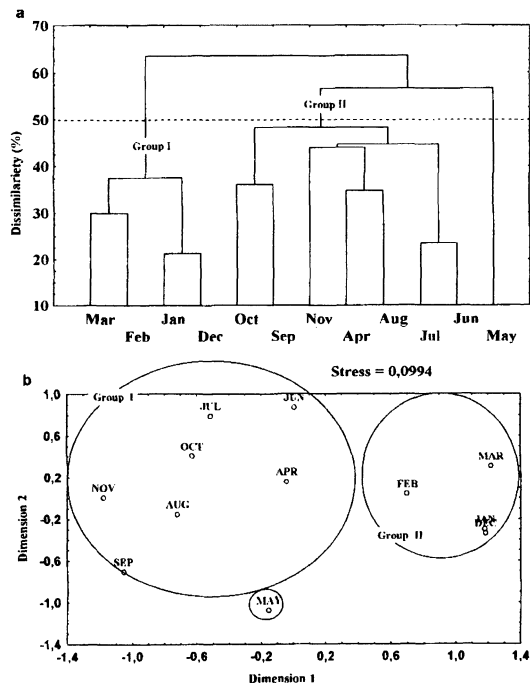


Fig. 4

Dendrogram and MDS ordination plot of density data from 17 most abundant taxa, from monthly seine net hauls made in the surf zone at Pontal do Sul beach, between May 1993 and April 1994. Groups of months delineated at the 50 % level in the dendrogram are circled in the ordination plot.

Stress for the MDS ordination= 0,0994.

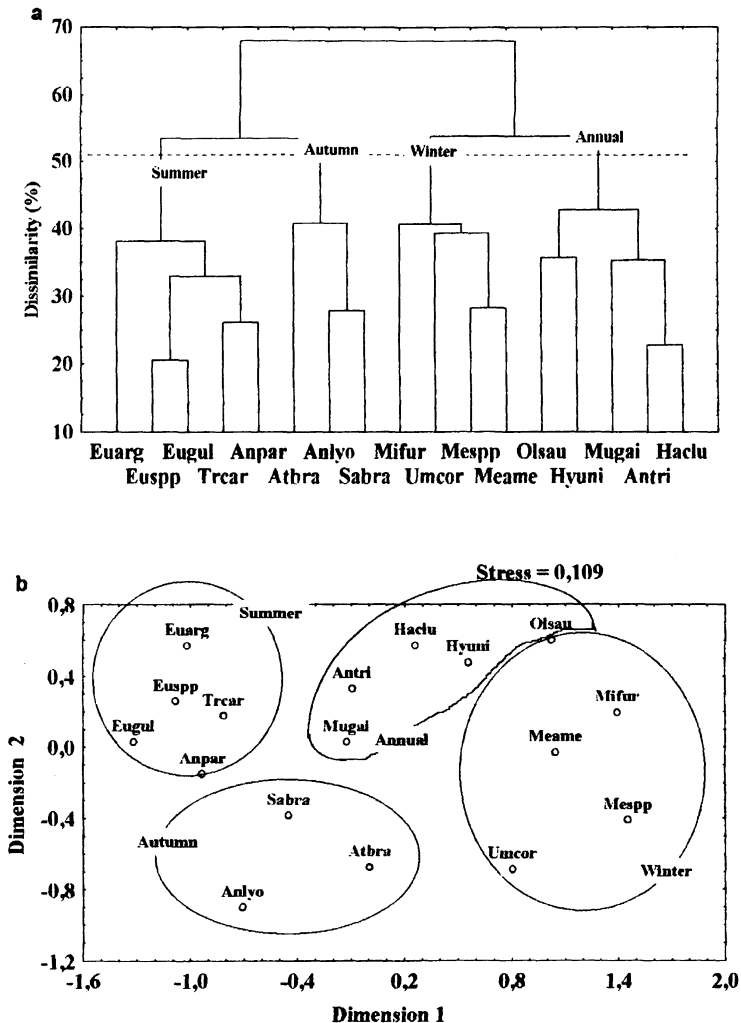


Fig. 5

Dendrogram and MDS ordination plot showing similarities between species based on their occurrence in the 12 sampling months. Group of species delineated at the 55% level in the dendrogram are circled in the ordination plot. Stress for the MDS ordination= 0,109. (Euarg = *Eucinostomus argenteus*, Euspp = *Eucinostomus spp.*, Eugul = *Eucinostomus gula*, Trcar = *Trachinotus carolinus*, Anpar = *Anchoa parva*, Atbra = *Atherinella brasiliensis*, Anlyo = *Anchoa lyolepis*, Sabra = *Sardinella brasiliensis*, Mifur = *Micropogonias furnieri*, Umcors = *Umbrina coroides*, Mespp = *Menticirrhus spp.*, Meame = *Menticirrhus americanus*, Olsau = *Oligoplites saurus*, Hyuni = *Hyporhamphus unifasciatus*, Mugai = *Mugil gaimardianus*, Antri = *Anchoa tricolor*, Haclu = *Harengula clupeiola*).

The group comprised of the months of December, January, February and March was characterized by higher mean temperatures of both air and water, and lower mean values of wave height and period in comparison with the other group comprised of the months of April, June, July, August, September, October and November. Water temperature, air temperature, wave height and period explained a significant proportion of the variance of the assemblage structure (multiple regression of environmental parameters on sample groups, Table 3). On the other hand, the parameters of rainfall, salinity, and wind intensity, explain little of monthly variation in abundance in the considered species (Table 3).

A pattern of seasonality was apparent in the numerically dominant species. The cluster analysis revealed four main groups united on a similarity level at 55% (Fig 5a). The first seasonal group (summer) grouped in the 62% similarity level, was comprised of greater abundance in the summer of larvae in the post-flexion stage of *Eucinostomus argenteus*, *Eucinostomus spp.* and *Eucinostomus gula*, and of juveniles of *Trachinotus carolinus* and *Anchoa parva*. A second group (autumn) had a similarity level of 60%, and was comprised mainly of juveniles of *Sardinella brasiliensis*, *Anchoa lyolepsis* and *Atherinella brasiliensis*. The third seasonal group (winter) grouped at the 60% level on the dendrogram, and represented basically post-flexion stage larvae of *Menticirrhus americanus*, *Micropogonias furnieri*, *Umbrina coroides* and *Menticirrhus spp.* Lastly, an annual group was comprised for the most part by juveniles of *Harengula clupeiola*, *Anchoa tricolor*, *Mugil gaimardianus*, *Hyporhamphus unifasciatus* and *Oligoplites saurus*, all of which in the four annual seasons, especially *Harengula clupeiola* and *Anchoa tricolor*, species with the closest similarity within the group (Fig.5a). The assemblages evident at the 55 % level of the dendrogram are clearly visible with the MDS ordination method. The stress of a two-dimensional configuration of MDS was moderately high (0.109), which indicates difficulty in showing the relationship between the 17 species in two dimensions. In the plotting of the two dimensions, the winter group appears on the right, with the groups of autumn and annual in the middle position and the summer group to the left of the ordination plot (Fig. 5b).

A multiple regression analysis indicated the relative importance of environmental variables in the occurrence of fish. Of these factors, air temperature, surface water temperature, wave height and period all explained a significant proportion of the variance of the 17 selected taxa. The fishes in the summer group, are associated with higher air and water temperatures, and lesser height and period of waves. Intermediate conditions, which are closer to the summer mean values, were observed only in autumn, whereas there were no significant differences between winter and spring, which could explain in part the presence of an autumn group and the absence of a spring one (Table 4).

Table 3 - Results of multiple regression analysis of environmental parameters on sample groups (* = significant $p < 0,05$ NS = non-significant, R^2 = coefficient of multiple determination).

Environmental parameter	R^2	
Rainfall	0,292	NS
Salinity	0,175	NS
Water temperature	0,884	*
Air temperature	0,869	*
Wave height	0,762	*
Wave period	0,764	*
Wind velocity	0,12	NS

DISCUSSION

The ichthyofauna associated with the beaches, despite the high species diversity, is characterized by the domination of a few species which occur principally in assemblages, also a characteristic of estuarine regions (Kennish, 1990; Brown & McLachlan, 1990). The dominance of a few species and the large number of rare species collected in the beach at Pontal do Sul are characteristics of systems with a very dynamic surf zone, due to the constant changes of physical factors (Moyle & Cech, 1988). In this study we observed a numerical dominance of the species *Eucinostomus argenteus*, *Harengula clupeiola*, *Anchoa tricolor*, *Oligoplites saurus*, *Anchoa parva* and *Sardinella brasiliensis*, which accounted for 74.7% of the total catch. The predominance of a few species in the catch has been reported for beaches of the Brazilian coast (Paiva Filho & Toscano, 1987; Paiva Filho *et al.*, 1987; Cunha, 1981; Monteiro-Neto *et al.*, 1990; Graça Lopes *et al.*, 1993), as well as for many samplings performed on the American east coast and in the Gulf of Mexico (Naughton & Saloman, 1978; Modde & Ross, 1981).

An important component of the structure of a beach fish community is the length of time that the fish remain in the area. Generally speaking, the presence of a small number of resident species which regularly frequent the surf zone has been verified, which does not mean that the same group of individuals are constantly present in the area throughout. A large part of the individuals in this community is comprised of migrant species which, sporadically or seasonally, pass through the area (Brown & McLachlan, 1990). In this study, as in others performed on the beach of Pontal do Sul (Cunha, 1981; Hofstaetter, personal communication), it was evident that the ichthyofauna in the surf zone is formed for the most part of individuals which pass through the area and remain in this habitat only for a short period of time. Of the 70 taxa present, only the species *Harengula clupeiola*, *Opisthonema oglinum*, *Anchoa tricolor*, *Hyporhamphus unifasciatus*, *Pomatomus saltatrix*, *Oligoplites saurus*, *Pomadasy cor-*

vinaeformis, *Menticirrhus americanus* and *Mugil gaimardianus* could be classified as resident throughout the year, which means that of the 61 remaining species, approximately 45 occur in a sporadic manner and 16 are seasonal residents.

Table 4 - Results of multiple regression analysis of environmental parameters on species groups (* = significant $p < 0,05$ NS = non-significant, R^2 = coefficient of multiple determination).

Environmental parameter	R^2	
Rainfall	0,289	NS
Salinity	0,154	NS
Water temperature	0,899	*
Air temperature	0,885	*
Wave height	0,882	*
Wave period	0,858	*
Wind velocity	0,324	NS

Despite the fact that the beach is situated at the entrance of the estuary, the studied beach is, in reference to ichthyofauna, intimately associated with the adjacent sea. With the exception of estuarine taxa such as Gerreidae, Centropomidae, Mugilidae, Syngnathidae families and of the larvae of *Gobionellus spp.*, *Microgobius spp.* and *Batygobius soporator*, probably present in the area during the ebb tide, and those of *Atherinella brasiliensis* which were present in the area during the lowest salinities, the great majority of the individuals captured were initial stages in the life cycles of marine species. These are dependent on the estuary, and were using the surf zone, before relocating to nursery areas in the interior of the estuary.

There was a greater similarity between the species composition of the beach at Pontal do Sul with those of the Brazilian coast more to the North (Paiva Filho *et al.*, 1987; Graça Lopes *et al.*, 1993; Saul & Cunningham, 1995), than between Pontal do Sul and the beaches of Rio Grande do Sul (Cunha, 1981; Monteiro-Neto, 1990; Pereira, 1994). This diminution in the similarity in direction to higher latitudes, which has also been reported for the beaches of the Gulf of Mexico (Modde & Ross, 1981; Ross *et al.*, 1987) and the Eastern American coast (Tagatz & Dudley, 1961; Anderson *et al.*, 1977, Delancey, 1984), is due to a larger contribution of tropical and subtropical taxa in the formation of fish assemblages in the lower latitudes. The fish assemblage observed in this study was comprised of species that, for the most part, are originally from tropical and subtropical regions, with few species present from colder waters, such as *Adenops dissimilis*, *Odontesthes bonariensis*, *Syngnathus folletti*, *Umbrina canosai* and *Oncopterus darwini*, these agrees with the statements of Corrêa (1987, 1994) who observed that the fauna of the Paraná littoral is transitory and very similar to that of warm-water tropical regions, especially the Caribbean.

The studies on surf zone fish assemblages show seasonal changes in abundance and diversity, and primarily reflect recruitment patterns determined by the seasonality of reproductive activity and coastal circulation (Monteiro-Neto, 1990). On the beach of Cassino, Cunha (1981) observed the greatest diversity in the summer, followed by autumn and spring. Monteiro-Neto (1990), studying the fishes on the same beach, observed similar densities from spring until autumn, with a lesser diversity in winter. Higher diversities in summer and lower ones in winter are common on the American southern and eastern coasts (Tagatz & Dudley, 1961; Springer & McErlean, 1962; McFarland, 1963; Ross *et al.*, 1987). In Pontal do Sul, although the larger diversity tended to occur also in summer, a smaller diversity was observed in spring, while in winter the diversity was also large.

Large numbers of fish in summer and autumn and small numbers in winter and spring have also been reported in beach collections done in the Bay of Santos (Paiva Filho & Toscano, 1987) and on the coast of Rio Grande do Sul (Cunha, 1981; Monteiro-Neto, 1990). Generally speaking, despite regional differences in periods of maximum abundance, the small numbers were always present in the winter (Tagatz & Dudley, 1961; McFarland, 1963; Modde & Ross, 1981; Clark *et al.*, 1996 b). This is different from Pontal where on average the abundance was smaller in the spring. A larger weight biomass during the hotter periods of the year, which is generally associated with a greater capture of individuals, was observed in the surf zone of different beaches (McFarland, 1963; Cunha, 1981; Ross *et al.*, 1987). No such relationship between biomass and temperature was observed along a beach of the Bay of Santos (Giannini & Paiva Filho, 1990), which has a relatively constant biomass throughout the year. The absence of seasonality in the weight of the captures also occurred in this study.

In the studied area, no seasonality was observed in the community structure indices. The sampled assemblage was characterized by a smaller number of species (spring and autumn) and by large captures of few species (summer and winter). In an area near this study, Saul & Cunningham (1995) also observed the smallest mean values of diversity and evenness in summer. Cunha (1981) who ever, observed along the beach at Cassino a larger diversity index in summer and smaller in spring, which was confirmed for that beach by Monteiro-Neto (1990). Community structure indices were also non-seasonal in the beaches investigated by Lasiak (1984 a) and Clark *et al.*, (1996 b). However, the maximum and minimum diversity and evenness periods did not coincide with those of the beach at Pontal do Sul.

The cluster of months defined by normal Cluster analysis does not follow a pattern of seasonality and reflects differences in the qualitative and quantitative occurrence of the more important taxa, correlated with the environmental variables of temperature and of waves height and period. On the other hand, in an area further to the south where the seasons of the year are more defined, Monteiro-Neto (1990) detected four seasonal groups similar in specific composition and which were characterized by seasonal changes in temperature and salinity parameters. The seasonality of

the selected species clusters showed not only seasonal patterns of distribution and abundance, but also some ecological affinities among the species. The summer group was comprised of larvae of *Eucinostomus argenteus* and *Eucinostomus gula* and of juveniles of *Trachinotus carolinus* and *Anchoa tricolor*, the first three being the three most often captured species. This group could be characterized as juveniles of spring-summer, who hatched not far from recruitment areas, with the larger recruitment in the surf zone in summer. The autumn group, formed by juveniles of *Sardinella brasiliensis*, *Anchoa lyolepis* and *Atherinella brasiliensis*, is composed of three species spawning in spring and summer, in regions a little farther from the study area, on the adjacent continental shelf in the case of clupeiforms and in the estuary in the case of Atherinidae; their recruitment is in the surf zone in summer and autumn, principally at the beginning of autumn. The winter group is comprised of larvae of *Menticirrhus americanus*, *Micropogonias furnieri* and of juveniles of *Umbrina coroides*, who also hatch in spring and summer in coastal areas and whose recruitment in the surf zone is in winter. The annual group formed by the species *Harengula clupeola*, *Anchoa tricolor*, *Mugil gaimardianus*, *Hyporhamphus unifasciatus* and *Oligoplites saurus*, all of which are species more commonly found in estuarine waters, probably spawns throughout the year and showed a relatively continuous recruitment in the surf zone.

ACKNOWLEDGMENTS

We thank Guy Martel for critical revision of the manuscript.

ABSTRACT

The assemblage structure of the ichthyofauna in the surf zone of the Beach of Pontal do Sul was studied between May 1993 and April 1994 through bi-monthly collections in high and low syzygy tides. The fish community was characterized by a high diversity with numerical dominance of the species *Eucinostomus argenteus*, *Harengula clupeola*, *Anchoa tricolor*, *Oligoplites saurus*, *Anchoa parva* and *Sardinella brasiliensis* which represented 74,7 % of the total capture. The majority of the species were marine species and remained in this habitat for a brief period, and only 10 species could be classified as annual residents. No seasonality was observed in the community structure indices in the area. The sampled assemblage was characterized by a high species evenness in periods with a lesser number of species (spring and fall) and by large captures of a few species in periods with greater diversity (summer and winter). The group of months did not follow a pattern of seasonality and reflected differences in qualitative and quantitative occurrences of the more important species, correlated with water temperature and the waves period and height. The seasonality of the groups of selected species showed probable ecological affinities between species.

Key-words: Ichthyofauna, surf zone, seasonal variation, Brazil.

RESUMO

A estrutura populacional da ictiofauna da zona de arrebentação da praia de Pontal do Sul, PR foi estudada entre maio de 1993 e abril de 1994, através de coletas quinzenais, na preamar e baixa-mar de sizígia, durante ciclos completos de 24 horas. A comunidade local foi caracterizada por uma alta diversidade, porém com o domínio numérico das espécies *Eucinostomus argentus*, *Harengula clupeiola*, *Anchoa tricolor*, *Oligoplites saurus*, *Anchoa parva* e *Sardinella brasiliensis* responsáveis por 74,7 % da captura total. A maioria dos taxa são marinhos e permanecem neste habitat por um curto período de tempo, sendo que somente 10 espécies podem ser classificadas como residentes anuais. Nenhuma sazonalidade foi observada nos índices de estrutura da comunidade. A população amostrada se caracterizou por uma maior uniformidade das ocorrências em períodos com menor número de espécies (primavera e outono) e por grandes capturas de poucas espécies nos períodos com maior diversidade (verão e inverno). Os agrupamentos de meses não seguiram um padrão de sazonalidade e refletiram diferenças na ocorrência qualitativa e quantitativa dos taxa mais importantes, correlacionadas com a temperatura da água e o período e altura das ondas. A sazonalidade dos agrupamentos das espécies selecionadas revela não somente padrões sazonais de distribuição e ocorrência, mas também algumas prováveis afinidades ecológicas entre as espécies.

Palavras-chave: Ictiofauna, zona de arrebentação, variação sazonal, Brasil.

REFERENCES

- ANDERSON, W. D., DIAS, J. J. K., DIAS, R. K., CUPKA, D. M. & CHAMBERLAIN, N. A., 1977. The macrofauna of the surf zone of Folly Beach, South Carolina. NOAA Tech. Rep., NMFS SSRF - 704.
- ANG, C. & SENTA, T. 1993. The surf ichthyofauna of the Penghu Islands, Taiwan. *Bull. Fac. Fish.*, 73: 7-14.
- BROWN, A. C. & McLACHLAN, A., 1990. *Ecology of sandy shores*. Elsevier, 328 p.
- CASTELLO, J.P., YAMAGUTI, N., CORRÊA, M. F. M. & LEDO, B. S., 1994. *Diagnóstico ambiental oceânico e costeiro das regiões sul e sudeste do Brasil*. Petrobras, 472 pp.
- CLARK, B.M., BENNETT, B. A. & LAMBERTH, S. J., 1994 . A comparison of the ichthyofauna of two estuaries and their adjacent surf zones, with an assessment of the effects of beach seining on the nursery function of estuaries for fish. *S. Afr. Mar. Sci.*, 14: 121 - 131.
- CLARK, B.M., BENNETT, B. A. & LAMBERTH, S. J., 1996 . Temporal variations in surf zone fish assemblages from False Bay, South Africa. *Mar. Ecol. prog. Ser.*, 131: 35 - 47.
- CUNHA, L. P. R., 1981. *Variação sazonal da distribuição, abundância e diversidade dos peixes na zona de arrebentação da praia do Cassino, RS, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 44p.
- CORRÊA, M. F. M., 1987. *Ictiofauna da Baía de Paranaguá e adjacências (litoral do estado do Paraná - Brasil)*. *Levantamento e produtividade*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, 406 p.
- _____, 1994. Paraná. In: Castello, J. P., Yamaguti, N., Corrêa, M. F. M. & Ledo, B. S. *Diagnóstico ambiental oceânico e costeiro das regiões sul e sudeste do Brasil*. Petrobras, 472 p.
- DEAN, R.F. 1973. Heuristic models of sand transport in the surf zone. *Proc. Ist. Austr. Conf. Cstl. Engin.* 208-214.
- DELANCEY, L. B., 1984. *An ecological study of the surf zone at Folly Beach, South Carolina*. Dissertação de Mestrado, College of Charleston, South Carolina, 131 p.
- GASPAR, A. G., 1987. Estructura de la comunidad de peces en playas arenosas de la Bahía de Charagato, Isla de Cubagua, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanog. Univ. Oriente*, 26 (1/2): 53 - 66.
- GAUCH JR., H. G., 1982. *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge University Press, 298 p.

- GIANNINI, R. & PAIVA FILHO, A. M., 1990. Os Sciaenidae (Teleostei - Perciformes) da Baía de Santos (SP), Brasil. *Bolm. Inst. Oceanogr.*, São Paulo, 38(1): 69 - 86.
- GIBSON, R. N.; ANSELL, A. D. & ROBB, L., 1993. Seasonal and annual variations in abundance and species composition of fish and macrocrustacean communities on a Scottish sandy beach. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 98: 89 - 105.
- GRAÇA LOPES, R.; SEVERINO RODRIGUES, E.; PUZZI, A.; PITA, J. B.; COELHO, J. A. P. & FREITAS, M. L., 1993. Levantamento ictiofaunístico em um ponto fixo na Baía de Santos, Estado de São Paulo, Brasil. *B. Inst. Pesca*, 20: 7 - 20.
- GUZA, R.I. & INMAN, D.L. 1975. Edge waves and beach and cusps. *J. Geol. Res.* 80 (21): 2997-3013.
- KENNISH, M.J. 1990. *Ecology of estuaries*. CRC Press, Boston, 391 p.
- LASIAK, T. A., 1983. The impact of surf zone fish communities on faunal assemblages associated with sand. In: McLachlan, A. & Erasmus, T. (eds.). *Sandy beaches as ecosystems*. The Hague, Junk, P., 501 - 506.
- LASIAK, T. A. 1984. Structural aspects of the surf zone fish assemblage at King's Beach, Algoa Bay, South Africa: Short - term fluctuations. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 18 : 347 - 360.
- LAMBERTH, S. J., BENNETT, B. A. & CLARK, B. M., 1994. Catch composition of the commercial beach seine fishery in False Bay, South Africa. *S. Afr. J. Mar. Sci.*, 14 : 69 - 78.
- LUDWIG, J. A. & REYNOLDS, J. F., 1988. *Statistical ecology*. John Wiley & Sons, 337 p.
- MCFARLAND, W. N., 1963. Seasonal changes in the number and the biomass of fishes from the surf at Mustang Island, Texas. *Pub. Ins. Mar. Sci.*, 9: 91 - 105.
- MODDE, T., 1980. Growth and residency of juvenile fishes within a surf zone habitat in the Gulf of Mexico. *Gulf. Res. Rep.*, 6: 377 - 385.
- MODDE, T. & ROSS, S. T., 1981. Seasonality of fishes occupying a surf zone habitat in the northern Gulf of Mexico. *Fish. Bull.*, 78 (4): 911 - 922.
- MONTEIRO-NETO, C., 1990. *Comparative community structure of surf zone fishes in the Chesapeake Bight and Southern Brazil*. Tese de Doutorado, Faculty of the School of Marine Science, The college of William and Mary, 150 p.
- MONTEIRO-NETO, C. , BLACHER, C., LAURENT, A. A. S., SNIZEK, F. N., CANOZZI, M. B. & TABAJARA, L. L. C. DE A., 1990. Estrutura da comunidade de peixes em águas rasas na região de Laguna, Santa Catarina, Brasil. *Atlântica*, 12 (2): 53 - 69.
- MOYLE, P. B. & CECH, J. J., 1988. *Fishes: an introduction to ichthyology*. 2. ed. New Jersey. Prentice Hall, 559 p.
- NAUGHTON, S. P. & SALOMAN, C., 1978. Fishes of nearshore zone of St. Andrew Bay, Florida, and adjacent coast. *Northeast Gulf. Sci.*, 2: 43 -55.
- PAIVA FILHO, A. M. & TOSCANO, A. P., 1987. Estudo comparativo e variação sazonal da ictiofauna na zona entre-marés do Mar Casado - Guarujá e Mar Pequeno - São Vicente, SP. *Bolm. Inst. Oceanogr.*, São Paulo, 35 (2): 153 - 165.
- PAIVA FILHO, A. M. ; GIANNINI, R.; RIBEIRO NETO, F. B. & SCHMIEGELOW, J. M.M., 1987. Ictiofauna do complexo Baía Estuário de Santos e São Vicente, Sp. Brasil. *Relat. Int. Inst. Ocenogr. Univ. S. Paulo.*, 17: 1 - 10.
- PALACIO, F. J., 1982. Revision zoogeografica marina del sur del Brasil. *Bolm. Inst. Oceanogr.*, 31 (1): 69 - 92.
- PEREIRA, L. E., 1994. Variação diurna e sazonal dos peixes demersais na barra do estuário da Lagoa dos Patos, RS. *Atlântica*, 16: 5 - 21.
- PIELOU, E. C., 1969. *An introduction to mathematical ecology*. Wiley, New York
- REID, G. K. JR. 1955. A summer study of the biology and ecology of East Bay, Texas. Part II. The fish fauna of East Bay, the Gulf beach, and summary. *Tex. J. Sci.*, 7: 430-453.
- ROMER, G. S., 1990. Surf zone fish community and species response to a wave energy gradient. *J. Fish. Biol.*, 36(3): 279 - 287.
- ROMESBURG, H. C., 1984. *Cluster analysis for researches*. Lifetime Learning Publications, Belmont.
- ROSS, S. T.; MCMICHAEL, R. H. & RUPLE, D. L., 1987. Seasonal and diel variation in the standing crop of fishes and macroinvertebrates from a Gulf of mexico surf zone. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 25: 391 - 412.

- RUPLE, D., 1984. Occurrence of larval fishes in the surf zone of a northern Gulf of Mexico barrier Island. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 18: 191 - 208.
- SAUL, A. C. & CUNNINGHAM, P. T. M., 1995. Comunidade ictiofaunística da Ilha do Bom Abrigo, Cananéia, São Paulo, Brasil. 2 - Lanço. *Arq. Biol. Tecnol.*, 38(4): 1053 - 1069.
- SENTA, T. & KINOSHITA, I., 1985. Larval and juvenile fishes occurring in surf zones of western Japan. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 114: 609 - 618.
- SNEDECOR, Q. W. & COCHRAN, W. G., 1980. *Statistical methods*. The Iowa State University Press, 507 p.
- SOKAL, R. R. & ROHLF, F. J., 1981. *Biometry*. W. H. Freeman and Company, 859 p.
- SPRINGER, V. G. & WOODBURN, K.D. 1960. An ecological study of the fishes of the Tampa Bay area. Fl. St. Board Conserv. *Mar. Lab. Prof. Pap. Ser.*, 1: 104 pp.
- SPRINGER, V. G. & MCERLEAN, A. J., 1962. Seasonality of fishes on a south Florida shore. *Bull. Mar. Sci. Gulf Car.*, 12 (1): 39 - 60.
- TAGATZ, M.E. & DUDLEY, D.L. 1961. Seasonal occurrence of marine fishes in four shores habitats near Beaufort, N.C. 1957-1960. *Spe. Sci. Rep. Fis.*, 390: 1-19.
- YANG, C. & SENTA, T. 1993. The surf ichthyofauna of the Penghu Islands. Taiwan. *Bull. Fac. Fish.*, 73: 7-14.

TIDAL CHARACTERISTICS AND A NUMERICAL MODEL FOR THE M₂ TIDE AT THE ESTUARINE COMPLEX OF THE BAY OF PARANAGUÁ, PARANÁ, BRAZIL

Eduardo MARONE*⁺
Dashdorj JAMIYANAA*

INTRODUCTION

The Estuarine Complex of the Bay of Paranaguá (ECBP), Figure 1, is located in Paraná State, southern Brazil. It presents a semidiurnal tide with diurnal inequalities. The biases from the semidiurnal pattern during neap tides are explained here as non-linear effects. The prominent tidal constituent is M₂ (lunar semidiurnal), and tidal non-linear effects such as asymmetry and double high and low waters can be observed in the records.

The sparse works and results on the tidal regime and dynamics of the ECBP (Knoppers *et. al.*, 1987) agree that there is a mainly semidiurnal tide with diurnal inequalities, suggesting a mixed type propagation wave.

Several authors, modelling the tidal wave propagation (Camargo, 1991; Harari, 1984, 1985; Harari & Camargo, 1994) have studied the south-eastern Brazilian continental shelf. Only recently, studies for the Paranaguá area account for the problem of meteorological forcing on sea level (Camargo, 1996, 1997) and a numerical model for the current circulation was applied by Costa Tenório and Rosman (1997), which does not reproduce this mixed type propagation regime. Camargo & Harari (1994) Pereira (1987) and Stech & Lorenzetti (1992) studied storm surge effects and modelling for the area.

* Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná, Av. Beira Mar s/n. 83255-000. Pontal do Sul - PR - Brasil

+ Associate Member - ICTP, Trieste, Italy.

In the absence of strong meteorological effects, the estuarine circulation at the ECBP is forced, mainly, by tidal dynamism. Therefore, correct knowledge about tidal forcing would aid in describing the main circulation patterns and the astronomical tidal constituents could be used as forcing in numerical models.

The results for the M_2 tide were used to feed the “variable boundary numerical model” developed by Mungall and Matthews in the 70’s.

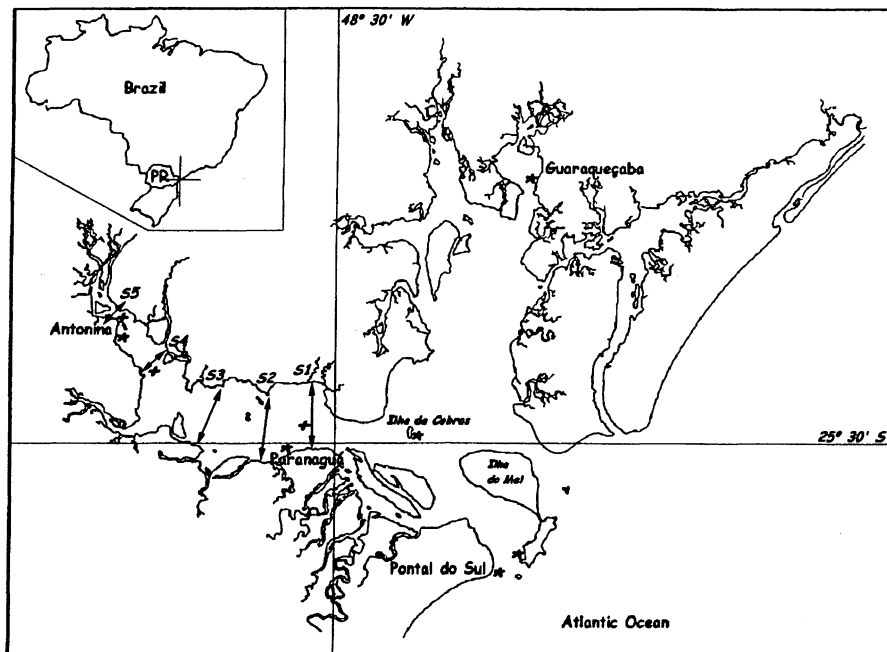


Fig. 1

The Estuarine Complex of the Bay of Paranaguá (ECBP). Points where tidal observations were obtained are indicated with asterisks (*). The model domain is between section S1 and the head of the bay (S5).

Points indicated with a plus (+) were used as control and validation points for the numerical model.

ANALYTICAL STOCHASTIC MODEL

The harmonic analysis consists of a spectral analysis, via the Fast Fourier Transform, of the sea level time series record. Harmonic analysis is in essence a stochastic method used to determine the harmonic tidal constants, H (amplitudes) and G (phases), of the various tidal constituents. This method is based on the different phase variations of the constituents, resulting from the differences of their angular frequencies

(Franco, 1988). It not only provides the astronomical tidal constituents present in the tidal record, but also, the shallow water constituents that are generated by non-linear effects (Marone, 1991).

Six tidal records were analysed using the harmonic method (Franco, 1988). The six points are indicated in Figure 1 with asterisks (*). Figure 2 shows part of the used tidal records (two weeks for clarity, not simultaneous). The tidal records were obtained from the files of the Paranaguá Harbour Authority, the National Oceanographic Data Base of the Brazilian Hydrographic Directorate (DHN), and measured with the use of an Aanderaa tidal gauge by the Marine Physic Lab of the Centre for Marine Studies of the Federal University of Paraná.

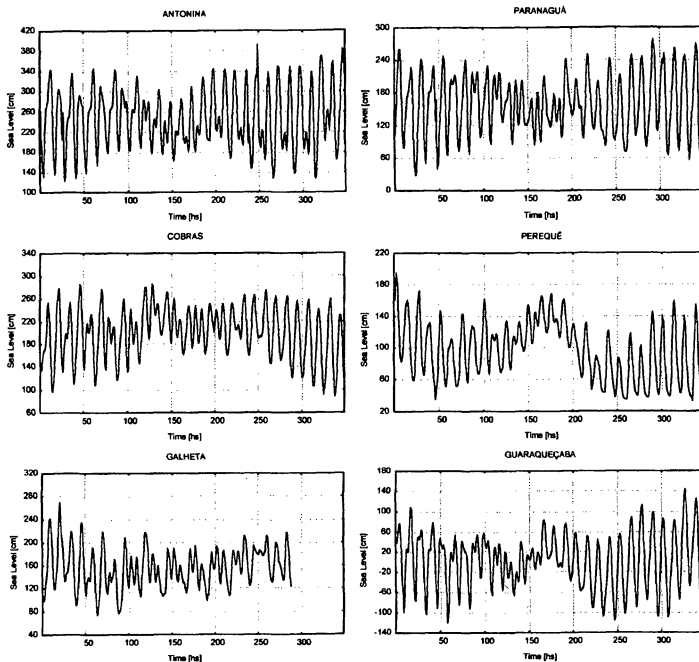


Fig. 2

Samples of tidal records for the indicated ports.

In Table 1, the ten most important harmonic tidal constants for the six ports are depicted. The length of each analysed tidal record is also indicated as well as the total number of harmonic constants accepted as significant using the signal-noise ratio test (Franco, 1988). Table 2 shows the main difference between the mouth of the bay (Galheta) and the end (Antonina), including records from Cobras and Paranaguá.

Table 1 - Ten main tidal harmonic constants for the analysed ports. The lengths of the records as well as the number of accepted tidal constituents for each port are also indicated. Phases are referred to local time

Place	Antonina		Paranaguá		Cobras		Perequê		Galheta		Guaraqueçaba	
Lat. S	25°26.5'		25°28.9'		25°28.9'		25°34.5'		25°32.0'		25°17.5'	
Long. W	48°41.6'		48°27'		48°21.1'		48°19.2'		48°19.2'		48°19.5'	
# Data	1104		744		2979		1152		1152		5274	
# Tid. Cts.	27		18		24		10		10		41	
Tidal const.	AMPL (cm)	PHASE (degr.)	AMPL (cm)	PHASE (degr.)	AMPL (cm)	PHASE (degr.)	AMPL (cm)	PHASE (degr.)	AMPL (cm)	PHASE (degr.)	AMPL (cm)	PHASE (degr.)
O ₁	12.00	80.13	11.88	87.95	13.12	79.85	7.88	78.36	9.74	77.07	11.83	78.46
K ₁	10.14	126.67	6.34	139.35	8.86	117.93	5.34	144.95	5.05	138.43	6.62	137.31
M ₂	53.72	107.69	48.87	97.43	46.27	91.78	30.62	98.18	33.87	63.68	52.09	90.99
S ₂	36.76	114.60	29.12	99.88	27.87	87.19	20.88	108.47	22.30	74.94	26.72	97.38
K ₂	10.00	115.16	11.82	84.27	7.58	86.82	5.68	109.30	-	-	7.81	97.90
N ₂	8.29	175.07	7.57	163.17	7.34	164.60	3.85	173.01	13.56	155.73	8.90	157.15
M ₃	22.19	285.51	13.88	254.19	14.42	257.02	6.15	255.33	12.37	218.06	17.31	252.23
M ₄	22.29	300.76	14.72	272.53	11.53	245.45	6.71	205.62	8.22	166.73	20.76	258.13
MS ₄	10.88	56.27	8.23	354.10	4.91	340.73	1.24	232.34	4.41	276.76	9.24	355.34
MN ₄	8.85	248.67	6.30	228.71	4.53	194.86	2.92	182.91	-	-	8.02	198.00

As one can see from Table 2, the tidal range is enhanced upstream, especially during spring tides, when it varies from 1.7 m in the entrance to nearly 2.7 m in Antonina. During neap tides, tidal range is reduced to less than 80% of the spring tidal range, and strong non-linear interaction between the tidal constituents allows for the formation of up to six high and low tides per day (Marone and Camargo, 1994). This higher frequency oscillation is ascribed to double high and double low waters, which results from a subtle interaction between the fundamental component (M_2) and its higher harmonics, especially M_6 , M_8 , M_{10} , etc. (Godin, 1993). For simplicity, Table 1 shows only the ten most significant tidal constants, but it is important to note that there is a great number of shallow water constituents, increasing from the mouth to the end of the bay. These non-astronomical tidal constituents are generated by strong non-linear interactions due to advection and friction inside the bay. Another important evidence of the non-linear interaction can be observed from the range amplification at higher harmonics. If M_2 is amplified 1.59 times from Galheta to Antonina, the higher non-linear components, like MS_4 , are enlarged 2.5 times or more.

The tides also display an increasing asymmetry upstream, characterised by a shorter falling and a longer rising tide. The average ratio of flooding to ebbing time increases from 1.23 at Galheta Channel to 1.92 close to Antonina. Also, high and low water times in Antonina lag more than 1.5 hours behind those in Galheta Channel. Tidal intrusion is approximately 12 km, and flushing time is around 4 days (Marone et. al., 1995).

Table 2 - Tidal characteristics of the observed sea level records for the Bay of Paranaguá. Here, spring and neap phase differences are in minutes, considering Galheta as the zero origin. Ebb and flood times are indicated in hours and spring and tidal ranges in centimetres.

Place	Spring Phase Differences (min)		Neap Phase Differences (min)		Ebb Time (hs)	Flood Time (hs)	Spring Range (m)	Neap Range (m)
	high	low	high	low				
Galheta	-	-	-	-	6.8	5.5	1.74	1.30
Cobras	69	55	91	75	-	-	2.07	1.68
Paranaguá	88	68	106	93	7.5	4.8	2.09	1.70
Antonina	100	110	132	151	8.1	4.2	2.74	2.02

In spite of nearly equivalent distances between the Galheta, Cobras, Paranaguá and Antonina tidal gauges, the phase differences for M_2 , are greater between Galheta and Cobras than between Paranaguá and Antonina, (note that this occurs for the other semidiurnal and quaterdiurnal constituents, but not for the diurnal and terdiurnal ones). This fact suggests that odd constituents, especially the diurnal components, but also M_3 propagate mainly as stationary waves along the whole bay. Even constituents show a

progressive-like pattern at the mouth, evolving into a mixed type in the middle and, finally, becoming mainly stationary at the end of the bay.

NUMERICAL MODE

The numerical model used for the area corresponds to the “variable boundary numerical model” developed by Mungall and Mathews (1970). The usefulness of this model, that does not include advective terms, was justified by its simplicity, and proved its ability to solve the tidal dynamics for semi-enclosed bays in different studies (Mungall and Mathews, op. cit.; Marone, 1982).

The capacity of the model to work with “variable boundaries” was not used in this simulation due to limitation of well represent tidal flats, as explained later in the text.

The basic hydrodynamic equations are:

$$\frac{\partial U}{\partial t} + \eta (U^2 + V^2)^{1/2} \frac{U}{H} - fV + g \frac{\partial Z}{\partial x} = 0$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \eta (U^2 + V^2)^{1/2} \frac{V}{H} + fU + g \frac{\partial Z}{\partial y} = 0$$

and

$$\frac{\partial (HU)}{\partial x} + \frac{\partial (HV)}{\partial y} + \frac{\partial Z}{\partial t} = 0$$

where

U = x -component of depth-mean velocity

V = y -component of depth-mean velocity

Z = vertical tide measured (positive upwards)
from mean sea level

D = depth of water beneath mean sea level

H = total depth η = friction coefficient

η = friction coefficient

f = Coriolis parameter ($f = 2\Omega \sin(\text{latitude})$)

g = acceleration due to gravity

Ω = angular rotational speed of the earth

The above equations were solved for the numerical model using the explicit method. The derivation of the finite difference form of the equations was covered, and

the contours were digitised from bathymetric charts. The domain of the model corresponds to the liquid area between Paranaguá and the bottom of the bay (after Antonina) and it is depicted in Figure 3.

APPLICATION FOR THE ESTUARINE COMPLEX OF THE BAY OF PARANAGUÁ

The domain of the model corresponds to the ECBP area, which is about 21.6 km long, variable in width, with relatively shallow depths. Along the S3-line (Figure 1) the greatest depth is around 17.5 metres. At the S3-line the bay is 3.5 km wide, but narrows locally to 0.9 km along S5-line (see Figure 1). In Antonina the region becomes increasingly complicated (in the hydrodynamic sense) by the presence of shoals and muddy flats, with extensive areas being exposed at low tide. The bathymetry of the bay and the numerical grid are shown in Figure 3.

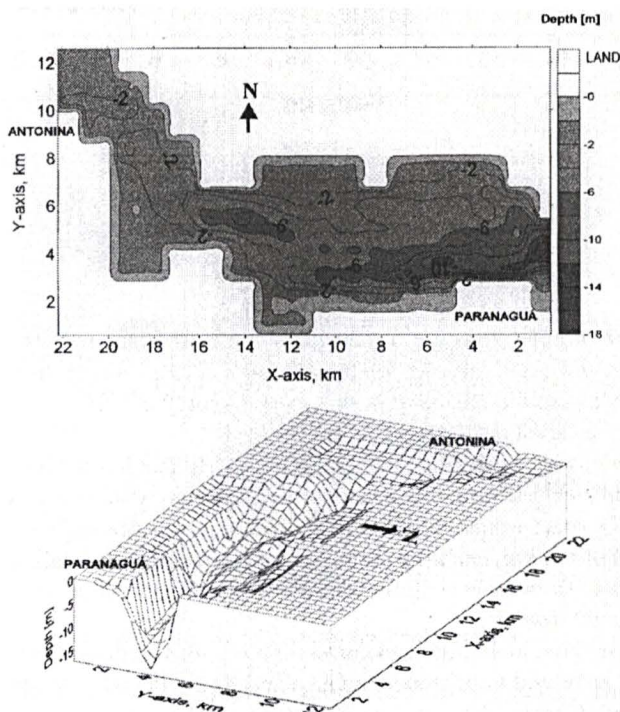


Fig. 3
Bathymetry and grid for the numerical model.

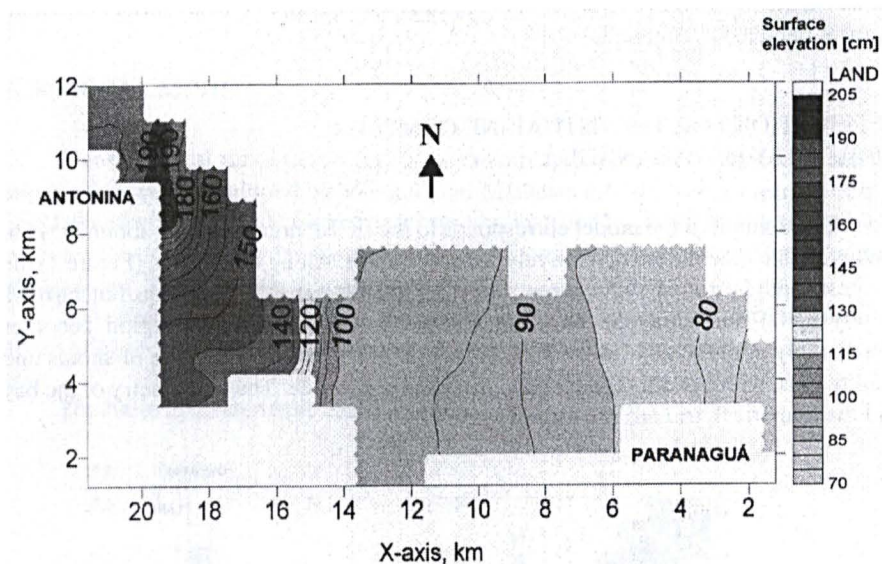


Fig. 4
Co-tidal lines from the numerical model.

The current conditions are of considerable practical interest in the case of the ECBP. Due to the predominance of the M_2 tide, it was used as the main forcing parameter. It was not the objective of this work to study the effect of meteorological forcing on the sea level and circulation at the ECBP.

The model was restricted to the part of the ECBP that has the highest number of inhabitants and where several important ports are located (Paranaguá, Antonina, etc.). To represent the coast around the numerical domain, it was deemed necessary to select a grid interval of 0.6 km, enabling the region of interest to be contained within a grid of 37x21 nodes. To comply with the accepted stability condition, a time interval of 31.05 seconds was found.

We chose three main tidal and current input points as indicated by a plus (+) in Figure 1, that were within the modelled area and where the tidal heights and currents were measured. Current data and sea level heights were used to validate the model results. An extrapolation was then performed to obtain the values at each input point. Because of the inability of such a model to handle muddy flats (i.e. region where the

depth may occasionally become zero), all such regions were assigned with an arbitrary depth of 1 metre. The model is capable of handling variable boundaries when dynamical circulation does not suffer dynamic regime changes. In the case of channel circulation, a more “fluvial” dynamics occurs and when the waters circulate over the lateral and extensive muddy flats, during high tides, the circulation patterns change (lake kind) and the model does not respond if variable boundaries are used (Marone, 1982; Bonilha, 1974; Martins, 1992).

Five full tidal cycles were computed, after which dynamic conditions appeared steady. It becomes at once apparent that the tidal regime of the ECBP is divided into two distinctive regions, separated by an intermediate area. For the sake of convenience, the main areas may be called Paranaguá Inlet (delimited by the mouth - S1 - and the S3-line) and Antonina Inlet (delimited by the final coast contour and the S5-line). They are separated from each other by the natural feature of the narrow section that lies between the Ponta Grossa and Teixeira Islands at both sides of the bay that surround the S3 line.

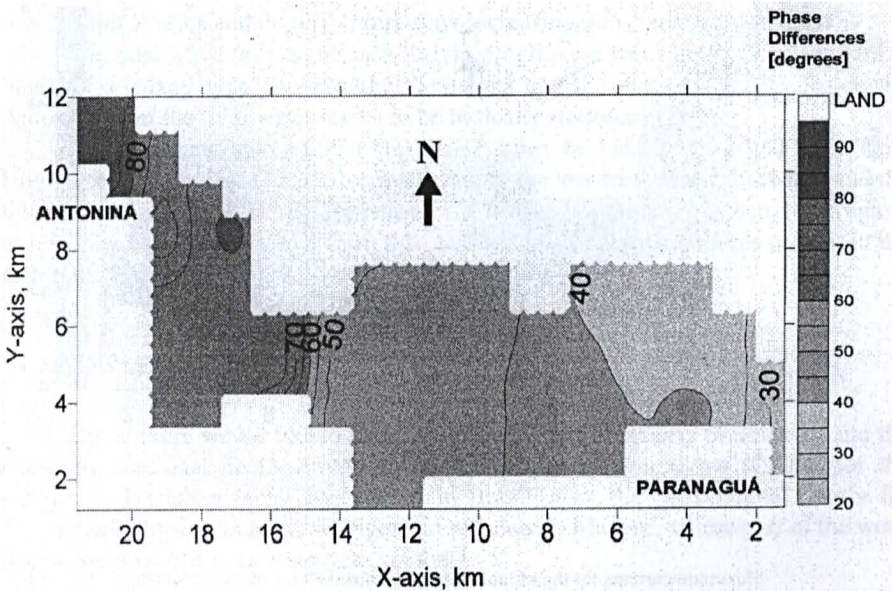


Fig. 5
Co-range lines as calculated by the numerical model.

The co-tidal and co-range lines are shown in Figures 4 and 5. The tides in the Paranaguá Inlet show the characteristic shape of a progressive Kelvin wave. The co-range lines lie along the length of the inlet and parallel to the co-tidal lines.

The co-tidal lines, in the region between Teixeira Island (S3) and the city of Paranaguá, lie generally perpendicular to the co-range lines, indicating that the wave is not entirely progressive but tends to be a mixed type of wave.

To the west of Teixeira and Ponta Grossa Islands (S3), the wave changes to one of standing wave characteristics. Considerable distortion from the frictionless case is present, as evidenced by the fact that the co-tidal lines are not perpendicular to the co-range lines, suggesting higher frictional activity.

The co-range lines, in addition, show that almost all the amplification of the tide occurs between Paranaguá and Antonina Inlets, the M_2 range increasing from 70 to 200 cm.

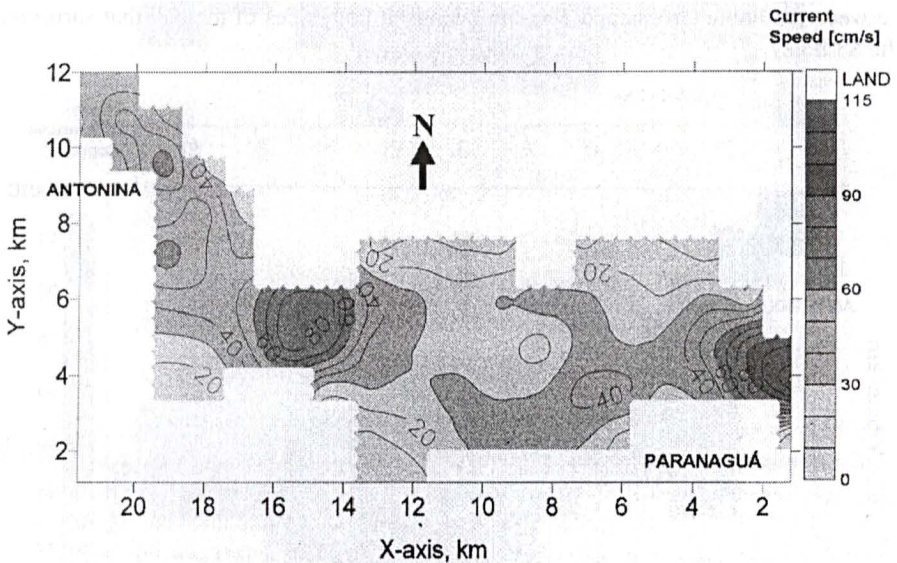


Fig. 6
Maximum currents for the M_2 tide forcing obtained by the numerical model.

A look at the output of the current analysis shows that the maximum -mean-depth currents occur at the entrance of the Paranaguá section and Teixeira-Ponta Grossa narrows (S3 surroundings). They reach a maximum value of around 110 and 80 cm/sec, respectively, and rotate counterclockwise (see Figure 6).

Some eddy-like patterns were observed in several parts of the bay in the simulation. These patterns can be ascribed to the rotational effects of the earth and the transition from progressive to stationary propagation conditions. They can also explain the lateral inhomogeneities observed in the circulation regime (Marone *et. al.*, 1995). The model results were validated using two mooring arrays installed during one year in front of the Paranaguá harbour and in the middle of the channel in section S3. Both arrays used current metres and mini-std to record the appropriate variables in two layers (surface and bottom).

CONCLUSIONS

Tides at the studied area of the Estuarine Complex of the Bay of Paranaguá are mainly semidiurnal with diurnal inequalities. They present highly non-linear effects that create tidal asymmetry and double high and low water effects. The tidal ranges are amplified from the mouth to the end of the ECBP, mainly due to continuity effects (decreasing lengths and depths), presenting increasing non-linear interactions.

The tidal wave propagates as a Kelvin progressive wave in the Paranaguá Inlet, being of a mixed type between the Paranaguá and the Antonina inlets. Inside the Antonina Inlet the tidal wave seems to be basically stationary.

Tidal currents suggest that the ECBP must be clearly classified as a Tidal Dominated Estuary System, taking into account the low fresh water discharge and the tidal dynamics. The ECBP fails to be classified as having a micro or macro tidal regime as a whole, because of the different tidal ranges and circulation patterns present in the different sections and inlets.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank the Third World Academy of Sciences and the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) for the support to Dashdorj Jamiyanaa's work in Brazil; also, the International Centre for Theoretical Physics, in acknowledgement of Eduardo Marone, whose part of the work was made possible as an Associate visitor.

ABSTRACT

The tides at the estuarine complex of the Bay of Paranaguá (ECBP) were investigated using stochastic analysis and numerical modelling. Sea level records from six tidal locations were analysed using harmonic analysis, and showed that M_2 is the dominant tide. A numerical model was implemented based on the dominance of the M_2 component. The model uses finite differences to represent the hydrodynamic equations, with an explicit resolution scheme and non-slip contour conditions. The tidal regime is semidiurnal with pronounced diurnal inequalities. The overtides, the even, and the shallow water constituents are important, indicating strong non-linear interactions, which allow the formation of up to six high and low tides per day during neap cycles. This higher frequency oscillation is ascribed to double high and double low water effects. Tidal ranges increase from the mouth to the end of the complex, by 160%. Tidal phases and ranges indicate that the tidal wave propagates in a mixed form. The model confirms the mixed tidal wave regime.

Key-words: tides, analysis, numerical modelling, non-linear, estuary, Bay of Paranaguá.

RESUMO

As marés no Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá são estudadas com o uso de um modelo estocástico de análise e da modelagem numérica. Registros das alturas do nível do mar em seis diferentes estações maregráficas foram analisadas pelo método harmônico, resultando num conjunto completo das componentes de maré para a área. Usando os valores da componente M_2 , foi aplicado um modelo numérico bidimensional. O modelo usa o esquema de diferenças finitas para a representação das equações hidrodinâmicas, esquema explícito de resolução e condição de contorno não deslizante. Os resultados finais mostram uma descrição da dinâmica da componente M_2 para a região, incluindo o regime de correntes de marés. A partir do conjunto das componentes de maré é possível confirmar que o regime é principalmente semidiurno com desigualdades diurnas. As sobremarés, as componentes de maré de ordem par e as componentes de pequeno fundo são importantes, indicando a importância das interações não lineares, que provocam a formação de até seis preamares e baixa-mares por dia em períodos de quadratura. Estas oscilações de mais alta frequência são conhecidas como duplas preamares e baixa-mares. A amplitude da maré aumenta da boca para montante do complexo, sendo amplificada quase duas vezes. As fases e amplitudes das marés indicam um regime misto para a propagação da onda de maré. O principal resultado do modelo foi confirmar numericamente o regime misto de propagação da onda de maré.

Palavras-chave: marés, análise, modelagem numérica, não linear, estuário, Baía de Paranaguá.

REFERENCES

- BONILHA, N.F. 1974. *Circulação em lagos. Um modelo matemático simplificado aplicado ao Rio Guaíba e Lagoa dos Patos*. Dissertação de Mestrado, Dept. Eng. Civil, UFRGS, Porto Alegre, RS, 74p.
- CAMARGO, R. 1991. *Modelagem das ondas de maré astronômica e meteorológica na plataforma sudeste brasileira*. Dissertação de Mestrado, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 90p.
- CAMARGO, R. 1996. *Simulações numéricas de condições oceânicas na região da Baía de Paranaguá em situações meteorológicas extremas - Maio/Junho 1983*. Anais do III Simpósio sobre Oceanografia, p.389.
- CAMARGO, R. 1997. *Simulações da circulação gerada pelo vento na Baía de Paranaguá com o Princeton Ocean Model*. VII COLACMAR, Setembro de 1997, Santos, Resumos Expandidos I, 132-134

- CAMARGO, R. & HARARI, J. 1994. Modelagem Numérica de Ressacas na Plataforma Sudeste do Brasil a partir de Cartas Sinóticas de Pressão Atmosférica na Superfície. *Bolm. Inst. Oceanogr.*, 42(1): 19-34.
- OLIVEIRA, F. C. T. de & ROSMAN, P.C.C. 1997. *Modelagem de correntes de marés no complexo estuarino da Baía de Paranaguá*. Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Vitória (ES), 16-20/11/97. (4), 471.
- FRANCO, A.S. 1988. *Tides: Fundamentals, Analysis and Prediction*, Fundação Centro-Tecnológico de Hidráulica, São Paulo, 249 p.
- GODIN, G. 1993. An investigation of the phenomenon of double high water or double low water at some harbours. *Dt. Hydrogr. Z.*, (45), p. 87-106.
- HARARI, J. 1984. *Modelo numérico hidrodinâmico tridimensional linear da plataforma continental sudeste do Brasil*. Tese de Doutorado, Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo, 203p.
- HARARI, J. 1985. Desenvolvimento de um modelo numérico hidrodinâmico tri-dimensional linear, para a simulação e a previsão da circulação na plataforma brasileira, entre 23° e 26°S. *Bolm. Inst. Oceanogr.*, 33(2): 159-191.
- HARARI, J. & CAMARGO, R. 1994. Simulação da Propagação das Nove Principais Componentes de Maré na Plataforma Sudeste Brasileira através de Modelo Numérico Hidrodinâmico. *Bolm. Inst. Oceanogr.*, 42(1): 35-54.
- KNOPPERS, B. A., BRANDINI, F. P. & THAMM, C. A. 1987. Ecological Studies in the Bay of Paranaguá. Some Chemical and Physical Characteristics. *Nerítica*, 2(1): p. 1-36.
- MARONE, E. 1982. *Compatibilización teórico experimental de las mareas. La Ría de Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina*. Dissertação de Mestrado. Facultad de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales de la Universidad Nacional de San Luis, 128 p.
- MARONE, E. 1991. *Processamento e análise de dados de maré. Discurso dos métodos*. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 232 p.
- MARONE, E. & CAMARGO, R. 1994. Efeitos de maré meteorológica na Baía de Paranaguá, PR. *Nerítica*, 8(1-2): p. 73-85.
- MARONE, E.; GUIMARÃES, M.R.; PRATA JR., V.P.; KLINGENFUSS, M.S. & CAMARGO, R. 1995. *Caracterização Física das Condições Oceanográficas, Meteorológicas e Costeiras das Zonas Estuárias da Baía de Paranaguá, PR*. VI Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. Mar del Plata, Argentina.
- MARTINS, R.P. 1992. *Um modelo 2DH de circulação em corpos d'água com áreas alagáveis*. Dissertação de Mestrado. Coordenadoria de Programas de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 128p.
- Mungall, J.C.H & Matthews, J.B. 1970. *A variable boundary numerical model*, Report number R70-4, Institute of Marine Science, Alaska, 156 p.
- PEREIRA, C.S. 1987. *Simulação numérica da resposta de uma frente oceânica a um aforçante atmosférica de mesoescala*. Tese de Doutorado, Instituto de Pesquisa Espaciais, 149 p.
- STECH, J.L. & LORENZETTI, J.A. 1992. The response of the South Brazil Bight to the Passage of Wintertime Cold Fronts. *J. Geophys. Res.*, 97, C6, 9507-9520.

COUNTING AND MEASURING LIVING PROTOZOOPLANKTON USING A VIDEO ENHANCED MICROSCOPE AND A NEW MICROPLANKTON CONCENTRATION DEVICE

Tarcisio A. CORDEIRO *

Gottram UHLIG**

Frederico P. BRANDINI*

INTRODUCTION

One of the main logistical problems in the study of planktonic protozoans is the fragility of their body structure, which does not allow staining without changing the cell shape (Choi & Stoecker, 1989) and sometimes disrupting the cell wall. Foissner (1991) and Montagnes & Lynn (1987) proposed staining methods to bring out taxonomic details while allowing for the retention of shape and volume. These methods involve time-demanding procedures, handling of hazardous chemicals and require a large number of individuals per samples. Such conditions are almost impossible to achieve during expeditions on oceanographic vessels, where stations are visited at intervals of a few hours and samples containing high concentrations of organisms tend to be a rare event.

The observation of protozoans *in vivo* is recommended by many authors (Foissner, 1991; Dale & Burkill, 1982; Uhlig & Heimberg, 1981; Sorokin, 1981), but in these cases, ecological and taxonomical approaches are not compatible. If the objective is morphological description, few individuals are observed in details. Usually the cells are slightly pressed using by the oil immersion objective, causing some deformation in the cell shape. This prevents swimming allowing observation of taxonomic details. Otherwise, if the approach involves cell counting and measuring for biomass estima-

* Centro de Estudos do Mar - UFPR, Av. Beira Mar s/n., 83255-000, Pontal do Paraná, PR, Brazil.

** Zu den Brücken 3, 59427 Unna - Billmerich, Germany

tions, it is almost impossible to obtain morphological details necessary for species identification because the cells have a very short life-span under the microscope. Even with a temperature-controlled observation chamber, the counts must be performed as fast as possible, before the cells collapse due to oxygen depletion or excess of light radiation.

Yet another possibility is the combination of live observations, microphotography and staining techniques as per Maeda & Carey (1981) and Maeda (1986). The combination of two or more methods tends to give the best results. However, it is time demanding, involves higher costs per sample and requires more people.

We present in this paper a simple technique for assessing plankton concentration, cell counts, biomass estimation and species identification, which avoids the use of expensive and frequently dangerous chemicals.

MATERIAL AND METHODS

We used an inverted microscope (Zeiss), a SVHS video camera (Panasonic F15hs), a SVHS video recorder (Panasonic FS88), a video monitor (Sanyo) and a personal computer (Macintosh Performa). The technique was tested on eutrophic shore waters and on oligotrophic open sea waters. The water samples were collected with 10 and 30 liters Niskin type bottle, respectively. Other common plankton laboratory tools will be cited when appropriate.

Concentrated water sample is usually obtained through reverse filtration (Dodson & Thomas, 1978). We developed a simple device to perform a tangential filtration (TFD hereafter; Figs 1 and 2), inspired from the work of Barthel *et al.* (1989). It is made of stable PVC and equipped with a 10 μm Nytal mesh and concentrates up to 20 l of water sample to an average of 60 ml of concentrate. The TFD creates a perpendicular water flow at the mesh surface, allowing organisms to roll under the mesh, instead of being squeezed through the mesh holes.

A graduated transparent bucket allows the discarding of part of the sample, when the mesh becomes suddenly clogged due to unexpected high concentration of suspended material. Therefore, it is important to notice the initial and final amount of water in the bucket. A tap at the bottom of the bucket permits control and interruption of the flow when the mesh becomes clogged.

The TFD is placed in a basin, with the mesh size up, to retain the filtered sample water. When enough water is passed through the TFD, the bucket is disconnected and the TFD is turned on its edge on the basin bottom and with the water entry spout upwards. The mesh is then gently washed with a wash bottle containing filtered sample water, from top to bottom, while removing the device from the basin. When the concentrate reaches about one finger depth, the TFD is placed horizontally and the

remaining mesh surface washed. With the PVC ring and mesh removed, the concentrate is transferred from the TFD to a graduated cylinder to measure the final volume.

Part of the concentrate is then placed in an observation chamber as per, for example, the Uhlig & Heimberg (1981) or the Utermöhl (1958) methods. It is very important to know the chamber dimensions - these values are necessary to estimate the concentration of organisms in the sample. A caliper is usually accurate enough for measuring diameter and height. The chamber height may not be higher than the focus range of the smallest microscope objective, since some organisms (e.g., *Noctiluca*) swim at the top of the chamber, just touching the under side of the cover glass.

At this point it is possible to add anesthetics to slow down the movement of cells. We tested MS222, magnesium chloride, urethan, EDTA and menthol. The best results were obtained with the latter. However, this must be done with care difficult, since different species show different reactions. While some species continue swimming as fast as before, others suffer wall disruption.

RECORDING TRANSECTS

Before starting to record images along transects, it is necessary to calibrate the optical equipment. A micrometer slide is placed in the microscope stage and its distances are measured with the help of a compass in front of the monitor, for each objective to be used. Recording the micrometer slide is also useful to indicate the beginning of a new sample on the video tape. For later calculations, it is also necessary to know the transect width.

Another way of measuring the organisms would be by using a computer and some software for video image analysis. Such software is normally provided with different rulers and in some cases allows to calculate cell volumes. However, they work properly only when the cells have cylindrical to spherical shapes, because they do not recognize a third dimension. The software we tested assumed depth to be equal to diameter.

To facilitate the calculations, it is always preferable to start recording with the largest transect, where the length is equal to the chamber diameter. It is a matter of choice which objective is to be used for the transects. Low magnifications give a wider transect but a poor image definition and leads to the lost of smaller organisms, especially when they are not moving. We used the smallest objective (x5.3), which gave a transect of 750 μm width.

The question of "how many transects should be recorded?" is a matter of experience. Lund *et al.* (1958) and Hasle (1978) discuss in details cell counts with the inverted microscope. Unfortunately, sometimes is difficult to achieve some of their recommendations, like, counting at least a certain number of individuals of the most common species to keep estimates error under 10-20%. The researcher needs to find the best compromise between a minimal sampling error (especially if parametric

statistics are to be used) and hours of recorded images. In shore waters, we needed about 30 minutes to record four transects; in open sea waters, only half this time.

ANALYZING IMAGES

Recorded images can be stored indefinitely. This is very practical, since it is often uncomfortable to measure cell dimensions from a monitor on board a ship. From our experience, it is better to analyze the images on land. Another advantage of using video recording is the possibility of observing all the faces of a swimming cell, which allows a more accurate three-dimensional cell shape simulation.

While the transects are being recorded, it is very common to see cells darting across the monitor; many encounters with protozoans happen very quickly. The video recorder therefore plays a very important role in image analysis. For these cases we recommend to use at least SVHS video recorders, since they have the capability of displaying video images frame by frame, without losing sharpness as do VHS recorders. At times, we could obtain only one frame focused enough for measuring cells axes and structures.

Otherwise, when the cells are not swimming, it is possible to get the best images by using other magnifications and, when convenient, phase-contrast or other light techniques. One may also take advantage of the improvement in microscope resolution inherent to the video equipment. Sometimes it is even possible to identify food particles in the cells. Further discussion about the possibilities of using video enhanced microscopes is given by Weiss *et al.* (1989) and references within, and Taniguchi & Takeda (1988).

To estimate cell concentrations one first needs to know the relationship between the transect volume and the unconcentrated sample. For example, for given transect sizes: length = 26 mm, width = 0.7 mm, depth = 4 mm, the resulting volume is 0,073 ml. With 4 liters of water sample (**ws**) passed through the concentration device and 60 ml of concentrated sample (**cs**), we calculated the equivalent water sample per transect (**wt**, in ml):

$$(ws \cdot 1000) \div cs \cdot 0,073 = wt$$

$$(4 \cdot 1000) \div 60 \cdot 0,073 = 4,82 \text{ ml}$$

This means that all the cells encountered in this transect were living in 4,82 ml of sea water. If 10 individuals of one species were found in this transect, we have:

$$10 \cdot 1000 \div 4,82 = 2,075 \text{ ind./liter}$$

It is therefore possible to calculate the length of the other transects for a given chamber diameter. It is also possible to draw a model of the chamber to a larger scale and measure the other transects lengths with a good ruler.

FINAL COMMENTS

Even with the better image definition of the microscope inherent to the video equipment, it may sometimes be impossible to identify cells without staining. This can also occur because the image of live specimens sometimes does not match with the illustrations of stained material, and also due to the need to see structures like nucleus and silver-lines. At any rate, if time and material are available, it would be recommended to perform staining techniques when the samples show high concentrations of organisms. Those interested in the study of protozooplankton are encouraged to make experiments, and compare other techniques for cell counting with those described above.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by the DAAD (Germany), CNPq and FUNPAR (UFPR). Thanks are due to the staff of the Biologische Anstalt Helgoland (BAH - Germany) and Centro de Estudos do Mar (CEM - UFPR) for providing laboratory facilities. Dr. Peter Martens invited the first author to work at the BAH, and Dr. Paulo Lana made valuable suggestions to improve the text.

ABSTRACT

The microscopic and fragile nature of the protozoans is the major barrier to their study. The most traditional taxonomic literature on protozoans is illustrated with stained specimens, which sometimes do not resemble the living cells. These artifacts are satisfactory for taxonomy purposes, but not for ecological analysis. Staining methods cause the cells to shrink and also cell wall disruption. This work describes a combination of the Utermöhl method and a new concentration device plus video microscopy for analysing living protozoans. The procedure seems to be an accurate and reliable way to assess protozooplankton biomass.

Key-words: protists, protozooplankton, counting, measuring, biomass assessment.

RESUMO

Dimensões microscópicas e fragilidade são sérios obstáculos para o estudo dos protozoários. A maior parte da literatura taxonômica apresenta ilustrações de organismos fixados e corados, que em muitos casos pouco lembra o espécime vivo. Se por um lado estes artefatos têm se mostrado suficientes na taxonomia dos protozoários, isto já não ocorre em trabalhos ecológicos. A fixação e realce com produtos químicos provoca a perda de volume, forma e, frequentemente, o rompimento da parede celular. Por este motivo, outros autores recomendam a contagem e medição de células vivas. O presente artigo descreve uma nova metodologia para trabalho com organismos vivos, que combina técnicas tradicionais de sedimentação para contagem celular (Utermöhl), um novo procedimento para a concentração de plâncton e a videomicroscopia. O método produz resultados mais acurados e confiáveis nas avaliações de biomassa.

Palavras-chave: protozooplâncton, técnicas de análise, vídeo.

REFERENCES

- BARTHEL, U.- G.; SCHANEIDER, G.; GRADINGER, R. & LENZ, J. 1989. Concentration of live pico- and nanoplankton by means of tangential flow filtration. *J. Plankton Res.*, 11: 1213-1221.
- CHOI, J.W. & STOECKER, D.K., 1989 Effects of fixation on cell volume of marine planktonic protozoa. *Appl. Environ. Microbiol.*, 55 (7): 1761-1765.
- DALE, T. & BURKILL, P.H. 1982. Live counting - a quick and simple technique for enumerating pelagic ciliates. In: Ecology of Marine Planktonic Protozoa, Villefranche-sur-Mer (France), May 1981. *Ann. Inst. océanogr. Paris N. S.*, 58 (suppl): 267-276.
- DODSON, A. N. & THOMAS, W. H. 1978. Reverse filtration. In: Sournia, A. (Ed.). *Phytoplankton manual*. UNESCO, U.K., p.104-107.
- FOISSNER, W. 1991. Basic light and scanning electron microscopic methods for taxonomic studies of ciliated protozoa. *Europ. J. Protistol.*, 27 : 313 - 330.
- HASLE, G.R. 1978. Using the inverted microscope. In: Sournia, A. (Ed.) *Phytoplankton Manual*, UNESCO, U.K., p.191-196.
- LUND, J.W.G.; KIPLING, C.; LE CREN, E.D. 1958. The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. *Hydrobiologia*, 11: 143-170.
- MAEDA, M. 1986. An illustrated guide to the species of the families Halteriididae and Strobilidiidae (Oligotrichida, Ciliophora), free swimming Protozoa common in the aquatic environment. *Bull. Ocean. Res. Inst. Tokyo*, 21: 1-67.
- MAEDA, M. & CAREY, P. G. 1981. An illustrated guide to the species of the family Strombidae (Oligotrichida, Ciliophora), free swimming Protozoa common in the aquatic environment. *Bull. Ocean. Res. Inst. Tokyo*, 19: 1-65.
- MONTAGNES, D. J. S. & LYNN, D. H. 1987. A quantitative Protargol stain (QPS) for ciliates: method description and test of its quantitative nature. *Mar. Microb. Food Webs*, 2: 83-93.
- SOROKIN, Yu. I. 1981. Microheterotrophic organisms in marine ecosystems. In: Longhurst, A. R. (ed.). *Analysis of Marine Ecosystems*. Academic Press. London, UK., p.293- 342.
- TANIGUCHI, A. & TAKEDA, Y. 1988. Feeding rate and behavior of the tintinnid ciliate *Favella taraiakaensis* observed with a high speed VTR system. *Mar. Microb. Food Webs*, 3 (1): 21-34.
- UHLIG, G. & Heimberg, H. H. 1981. A new versatile compression chamber for examination of living microorganisms. *Helgoländer Meeresunters*, 34: 251-256.
- UTERMÖHL, H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitt. int. Ver. theor. angew. Limnol.*, 9: 1-38.
- WEISS, D. G.; MAILE, W. & WICK, R. A. 1989. Video microscopy. In: Lacey, Alan J. (Ed.). *Light Microscopy in Biology*. A Practical Approach. IRL Press, Oxford, p. 221-278.

FIRST RECORD OF MAGELONIDAE, *MAGELONA RIOJAI* JONES, 1963 (POLYCHAETA) IN COASTAL WATERS OF ARGENTINA

Rodolfo ELÍAS*
Claudia Silvia BREMEC**

INTRODUCTION

All magelonids currently are assigned to the genus *Magelona* Müller, with a total of about 35 described species (Fauchald, 1977; Fauchald & Jumars, 1979), but it is anticipated that more taxa may be recognized in the family (according to Uebelacker & Jones, 1984). Their affinities are most notably with the Spionidae, and also with the Chaetopteridae, but the specialization has produced a variety of structures known nowhere else (Hartman, 1944).

The first record of any magelonid was that of F. Müller (1858), who erected the genus *Magelona* for *M. papillicornis* from Brazil (Santa Catarina Island). The most recent studies on southern magelonids (Bolívar & Lana, 1986; 1988) show 6 species for the southeastern Brazilian coast. *M. riojai* Jones, 1963 is characteristic of high energy oceanic beaches, while the other species inhabit the mixohaline waters of Santa Catarina Island or Paranaguá Bay (*M. papillicornis* Bolívar & Lana, 1986 and *M. posterelongata* Bolívar & Lana, 1986) or occur both in estuarine waters and on the inner shelf (*M. variolamellata* Bolívar & Lana, 1986) in low to moderate energy environments. *M. nonatoi* Bolívar & Lana, 1986 and *M. crenulata* Bolívar & Lana, 1986 are distributed from Santa Catarina State and north up to Rio de Janeiro (Bolívar & Lana, 1986).

* Departamento de Ciencias Marinas, Universidad Nacional de Mar del Plata. Dean Funes 3350 (7600) Mar del Plata, Argentina.

** CONICET - Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), CC 175 (7600) Mar del Plata, Argentina.

This is the first record of the family Magelonidae from Argentine waters, represented by *M. riojai*, extending its southern distribution from 30°S (Brazil) to 38°S, through the biogeographical barrier of Río de la Plata.

MATERIAL AND METHODS

Material was collected with a benthic dredge (60 x 25 x 20 cm) at 12 sampling stations in front of Mar del Plata city in 1996, in sandy bottoms between 6.5 and 12.5 m depth (Fig. 1). Samples were sieved through a 1 mm mesh screen, and the material retained was stained with Rose Bengal for sorting. Organisms were identified and counted under a stereomicroscope. Material was fixed with 4% formaldehyde and stored in 70% ethyl alcohol. Specimens were stained in an aqueous solution of methylene blue (MBA, following Nateewathana & Hylleberg, 1991), and the pattern was drawn.

The material has been deposited in the Department of Invertebrate Zoology of La Plata Museum of Natural History (Colección Annelida, Polychaeta, n° 6055).

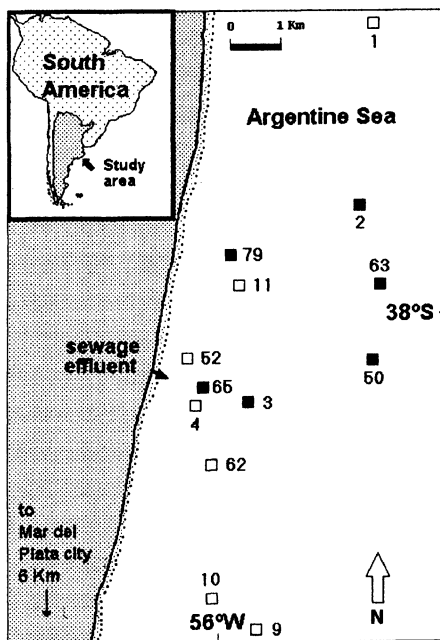


Fig. 1

Benthic stations sampled in front of Mar del Plata sewage outfall. Black squares are stations with the magelonid polychaete *Magelona riojai*. Numbers by the squares are station numbers.

RESULTS AND DISCUSSION

Magelona riojai (Fig. 2) was identified following Bolivar & Lana (1986). The main characters recognized were: setiger 9 with mucronate setae (Fig. 3), lateral lamellae smooth, and postsetal lamellae not well developed or absent in the first eight setigers. Abdominal hooded hooks are tridentate in tandem (Fig. 4). The material examined agrees in all respects with the descriptions and drawings in Bolivar & Lana (1986). Gametes were not observed in the specimens studied.

The staining pattern with methylene blue is shown in Fig. 5. The dorsum was not stained anteriorly and there were blue transverse bands in the abdominal region. Laterally, transverse bands appeared throughout the body between the parapodia, becoming more diffuse posteriorly (Fig. 5). The ventral surface was a homogeneous pale blue, except for two parallel bands not stained in the thoracic region (Fig. 6).

Magelonids were recorded at 6 stations in front of the sewage discharge (about 800 m from the coast at 6.5 m depth), seaward and north of the sampling area (about 3 km from the coast and 12.5 m depth) (Table 1).

These samples were grouped in both the Principal Component Analysis and the Cluster Diagram, and are defined as "rich stations" (more than 30 species, mean abundance up to 480 individuals), in well-sorted fine and very fine sands with low organic content (between 0.21 to 0.48%). The dominant taxa, characterized by small organisms, are the bivalve *Amiantis purpuratus* Lamarck, 1818, Amphipoda, and Tanaidacea (Elías *et al.*, 1997; Elías & Vallarino, submitted).

In Brazil, *Magelona riojai* was found in high energy oceanic beaches of well-sorted fine sand with low organic content (Bolivar & Lana, 1988). Bolivar & Lana (1986) suggested that the species has behavioral adaptations to high-energy conditions and is able to build sub-surface burrows covered by mucus. The species appears to be restricted to the intertidal or shallow subtidal sandy beaches of the open sea (Bolivar & Lana, 1986).

In Mar del Plata, *Magelona riojai* was found in shallow subtidal sandy bottoms subjected to moderate to low sewage influence. Its distribution far from the effluent and seaward to the north (according to the predominant littoral current south to north, see Lanfredi, 1972; Isla & Ferrante, 1997) suggests that the conditions for the species will be enhanced by flocculent organic matter suspended in the water column. Magelonids are discretely motile, tentaculate, surface-deposit-feeders (SDT of Fauchald & Jumars, 1979). However, selectivity may be shown when they feed on poorly sorted material or handle large particles, and magelonids will take small crustaceans as prey when given the opportunity. The presence of pelagic organisms in the digestive tracts of worms living in a high energy environment such as a well sorted beach is more indicative of feeding on the organic debris in ripples than of filter-feeding (Fauchald & Jumars, 1979). This agrees with observations of Bolivar & Lana (1988), who mention that *M. riojai* is a selective surface deposit-feeder.

Magelona riojai from Mar del Plata

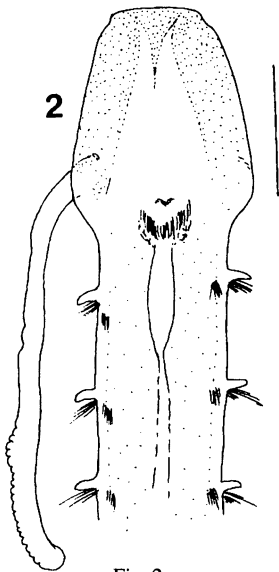


Fig. 2
Dorsal view of anterior end; specimen appears wider than normal due to pressure of coverslip. Scale is 0,78 mm.

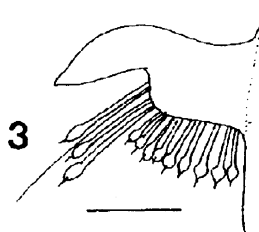


Fig. 3
Part of parapodium of setiger 9 with mucronate setae. Scale is 0.06 mm.

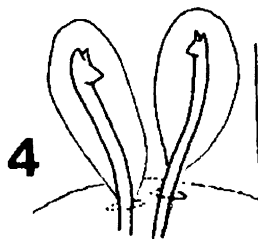


Fig. 4
Abdominal hooded hooks. Scale is 0.01 mm.

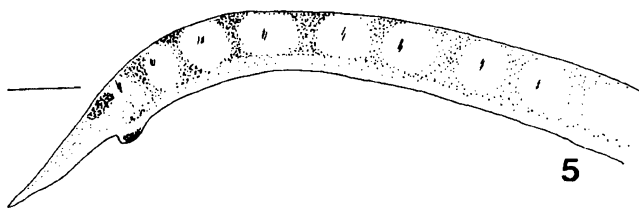


Fig. 5
Lateral view of specimen stained with methylene blue. Scale is 0,4 mm.

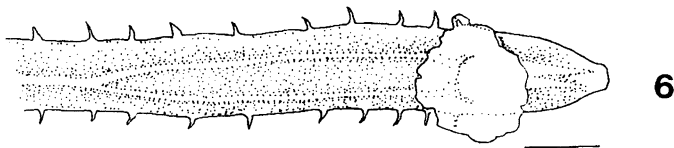


Fig. 6
Same individual showing staining pattern in ventral view. Scale is 0,4 mm.

Fonte: First record of Magelonidae, *magelona riojai* Jones, 1963 (Polychaeta), in coastal waters of Argentina. ELIAS, Rodolfo & BREMEC, Claudia Silvia.

In Mar del Plata area, the stations with well sorted sands had the lowest abundance of magelonids, while one of those with moderate selection had the greatest abundance (Table 1). This factor, the low organic content of the substrate (between 0.21 to 0.48 %), and the strong hydrodynamic forces in the shallow shelf suggest the species could be a facultative suspension feeder, like Spionidae, Fabriciinae and *Owenia*, taxa also found in the area (Elías *et al.*, 1997).

Table 1. Characteristics of sampling stations in front of Mar del Plata City where *Magelona riojai* was found in 1996. Relative abundance corresponds to number of individuals in a sample.

Station	Date	Relative abundance	Depth (m)	Sediment type	Phi	Selection
2	Apr. 30	3	11	Fine sand	2.62	Moderate
3	Apr. 30	6	9	Fine sand	2.62	Moderate
50	July 17	19	12.5	Medium sand	1.73	Moderate
63	Aug. 29	6	11.5	Very fine sand	3.17	Poor
65	Aug. 29	7	6.5	Very fine sand	3.17	Moderate
79	Sept. 17	2	10.6	Very fine sand	3.33	Well sorted

The presence of small organisms in this area could be related to the existence of opportunistic species due to the unstable sediments of the inner shelf. *Magelona rosea* Moore, 1907 was reported to be associated with a macroinfaunal assemblage characteristic of unstable sandy inorganic sediments in a salt marsh in Massachusetts, USA (Sarda *et al.*, 1995). A similar polychaete fauna (i.e., *Owenia fusiformis*, *Paraprionospio pinnata* Ehlers, 1901) with small organisms was also reported for the shallow shelf of northern Chile and Peru (Carrasco, 1997). *Magelona* spp. were cited as opportunistic small polychaete species in the Dogger Bank (Kröncke, 1990).

This record extends the southern range of distribution of *Magelona riojai* from 30° to 38°S, and constitutes the first mention of both the family and the species for marine waters of the Argentine shallow shelf.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Dr. Hermes W. Mianzan (INIDEP) for his help with Fig. 1. Dr. Mary E. Petersen greatly improved the manuscript as a referee. This is scientific contribution number 100 of the Departamento de Ciencias Marinas, and Scientific Contribution number 1088 of the Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP).

ABSTRACT

Magelona riojai Jones, 1963 (Magelonidae) is reported for the first time in Argentine waters. The specimens were collected during a benthic sampling program developed in Mar del Plata city coastal area (38°S), aimed at determining the structure of subtidal soft-bottom macrobenthic communities and their relationship to sewage effluent. This is also the first report of the family in Argentina, and extends its southern range of distribution from 30° to 38°S. The specimens were recorded in sandy bottoms with low organic content, between 6.5 to 12.5 m depth, in front of a sewage effluent of Mar del Plata city.

RESUMO

Magelona riojai Jones, 1963 (Magelonidae) é registrada pela primeira vez em águas argentinas. O material foi coletado no decorrer de um programa de amostragem bêntica na região costeira da cidade de Mar del Plata, que teve como objetivo a análise da estrutura de associações macrobênticas sublitorais de fundos moles, sob influência de esgoto. Este é também o primeiro registro na Argentina da família Magelonidae, que tem sua distribuição ampliada de 30° S para 38°S. Os exemplares foram coletados em fundos arenosos, com baixos teores de matéria orgânica, em profundidades variáveis de 6,5 a 12,5 m, defronte ao local de despejo dos esgotos de Mar del Plata.

REFERENCES

- BOLIVAR, G. A. & LANA, P. C. 1986. Magelonidae (Annelida, Polychaeta) do litoral sudeste do Brasil. *Nerítica*, 1 (3): 131-147.
- BOLIVAR, G. A. & LANA, P. C. 1988. Padrões de distribuição de Spionidae e Magelonidae (Annelida, Polychaeta) do litoral de Estado do Paraná. *An. Sem. Reg. Ecol.*, 6: 247-267, S. Carlos, SP.
- CARRASCO, F. D. 1997. Sublittoral macrobenthic fauna off Punta Coloso, Antofagasta, northern Chile: High persistence of the polychaete assemblage. *Bull. Mar. Sci.*, 60 (2): 443-459.
- ELÍAS, R. & VALLARINO, E. A. (submitted). Shallow shelf macrobenthic associations affected by domestic sewage in the southwestern Atlantic (38°S, Argentina). Submitted to *Mar. Environ. Res.* (June 1998).
- ELÍAS, R., VALLARINO, E. A., BASTIDA, R., MARTIN, J. P. & IENO, E., 1997. Mar del Plata's city sewage impact on coastal soft-bottom benthic communities, Argentina. *Extended abstract of the VII COLACMAR*, Santos, Brasil, September 22-27, 1997.
- FAUCHALD, K. 1977. *The Polychaete worms. Definitions and keys to the Orders, Families and Genera*. Nat. Hist. Mus. Los Angeles County, Science Series 28: 1-188.
- FAUCHALD, K. & JUMARS, P. 1979. The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 17: 193-284.
- HARTMAN, O. 1944. Polychaetous annelids. Part VI. Paraonidae, Magelonidae, Longosomidae, Ctenodriliidae, and Sabellaridae. *Allan Hancock Pacific Expeditions*, 10 (2-3): 311-389.
- ISLA, F. I. & FERRANTE, A. 1997. Corrientes. In: ISLA, F. I. (ed.). *Estudio del sector de plataforma receptor de la descarga cloacal de Camet, Mar del Plata*. Final report to Obras Sanitarias Sociedad del Estado. April of 1997, Chapter 5: 83-116.
- KRÖNCKE, I. 1990. Macrofauna standing stock of the Dogger Bank. A comparison: II. 1951-1952 versus 1985-1987. Are changes in the community of the northeastern part of the Dogger Bank due to environmental changes? *Neth. J. Sea Res.*, 25: 189-198.

- LANFREDI, N. W. 1972. Resultados de mediciones directas de corrientes en el Atlántico Sud-occidental. *Serv. Hidr. Naval H-650/2*, Buenos Aires, 107 pp.
- NATEEWATHANA, A. & HYLLEBERG, J. 1991. Magelonid polychaetes from Thailand, the Andaman Sea, with descriptions of eight new species. *Ophelia*, suppl. 5: 169-184.
- SARDA, R., FOREMAN, K. & VALIELA, I. 1995. Macroinfauna of a southern New England salt marsh: seasonal dynamics and production. *Mar. Biol.*, 121 (3): 431-445.
- UEBELACKER, J. M. & JONES, M. L. 1984. Magelonidae. In: Uebelacker J. M. & P. G. Johnston (eds.). Taxonomic guide to the polychaetes of the northern Gulf of Mexico. Final Report to the Minerals Management Service, contract 14-12-001-29091. Barry A. Vittor & Associates, Inc., Mobile, Alabama. Chapter 7: 1-29.

PAPEL DOS CRUSTÁCEOS BRAQUIÚROS NA REDE TRÓFICA DA PLATAFORMA INTERNA DE UBATUBA, SÃO PAULO (BRASIL)

Mônica Angélica Varella PETTI *

INTRODUÇÃO

Estudos recentes sobre hábitos alimentares de decápodos braquiúros, além de descreverem os itens predominantes na dieta da espécie, procuraram discutir o papel dessa espécie no ecossistema (Abelló & Cartes, 1987; Le Calvez, 1987; Perez & Bellwood, 1988; Ropes, 1988; Hall *et al.*, 1990; Stoner & Buchanan, 1990), já que estes animais constituem um importante grupo da epifauna bêntica, em termos de densidade, frequência e biomassa, e se alimentam de uma ampla variedade de organismos. Em geral, os resultados disponíveis se referem à alimentação de uma única espécie, dificultando a investigação das relações entre as várias espécies que ocorrem na mesma região, o que poderia evidenciar diferenças alimentares, permitindo que a partilha de recursos fosse melhor compreendida.

A avaliação paralela da distribuição dos organismos bentônicos presentes e sua variação temporal, baseada nos trabalhos realizados simultaneamente na área (Pires, 1992; Pires-Vanin, 1993; Pires-Vanin *et al.*, 1995), permite descrever a relação predador-presa em função das ocorrências e densidades registradas, esclarecendo aspectos importantes para a compreensão da rede alimentar do ecossistema.

A análise do conteúdo estomacal, apesar das dificuldades para a correta identificação e quantificação dos itens alimentares, é uma forma eficiente de abordagem da alimentação dos crustáceos braquiúros.

Sendo Ubatuba uma destacada área de pesca comercial e de atividade turística do litoral do Estado de São Paulo, é importante obter maiores informações sobre a biologia destes crustáceos, em especial de suas relações tróficas com os demais

* Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, Cx. Postal 66149 - 05389-970 São Paulo, SP. E-mail: mapetti@usp.br

organismos. Além de poderem contribuir com mais de 50% na abundância e biomassa da megafauna bentônica da região (Pires, 1992), algumas espécies são de considerável valor econômico.

Este estudo faz parte do projeto “Utilização Racional do Ecossistema Costeiro da Região Tropical Brasileira: Estado de São Paulo”, cujo objetivo principal foi o de descrever os fatores responsáveis pela variação da biomassa no ecossistema costeiro de Ubatuba (Pires-Vanin & Matsuura, 1993). Nesse contexto, o presente trabalho visa esclarecer o papel de algumas das espécies mais abundantes de braquiúros na rede trófica da plataforma interna de Ubatuba.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada no litoral norte do Estado de São Paulo, entre as coordenadas $23^{\circ}31' - 23^{\circ}45'S$ e $44^{\circ}58' - 45^{\circ}06'W$. Tem, como pontos de referência, a Enseada do Flamengo, a Ilha Anchieta e a Ilha Vitória (Fig. 1).

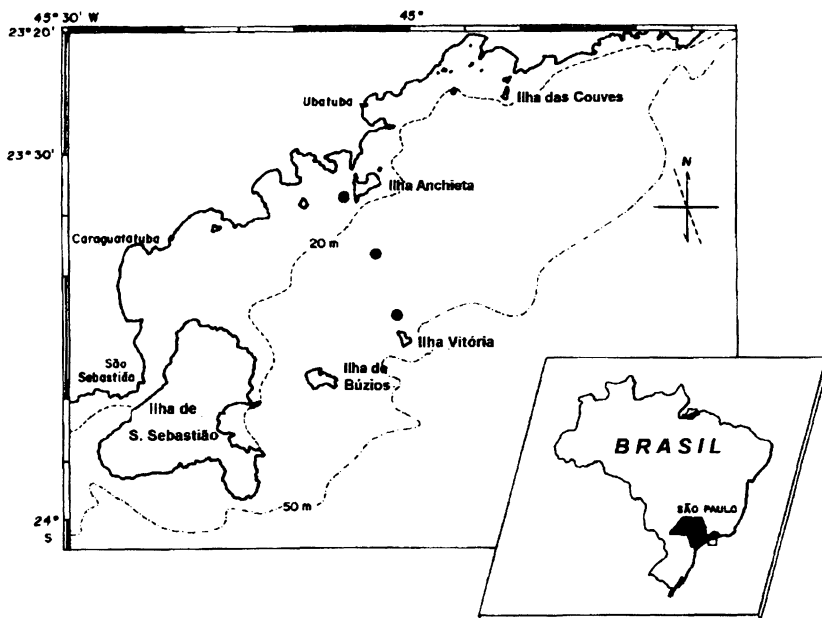


FIG. 1
Área de estudo com a localização das estações de coleta (•).

As condições hidrográficas da área são caracterizadas pela existência de uma variação sazonal na distribuição das três massas de água presentes: Água Costeira ($T > 20^{\circ}\text{C}$, $S < 36$), Água Tropical ($T > 20^{\circ}\text{C}$, $S > 36$) e Água Central do Atlântico Sul ($T < 18^{\circ}\text{C}$, $S < 36$) (Castro Filho *et al.*, 1987). A Água Costeira (AC) se restringe à região mais costeira ($< 20\text{m}$) no verão, interagindo com a Água Tropical (AT) no inverno quando ela cobre toda a plataforma interna. A Água Central do Atlântico Sul (ACAS) penetra na camada inferior da massa de água da região costeira durante o verão. Desta forma, a plataforma interna está sujeita a uma grande variabilidade anual, com uma acentuada termoclina no verão e quase nenhuma estratificação no inverno. A movimentação das massas de água influencia tanto a estrutura oceanográfica, quanto a distribuição sazonal dos organismos e a dinâmica do ecossistema da região (Pires-Vanin *et al.*, 1993).

O fundo é ocupado por uma grande variedade de sedimentos, com predomínio de areias finas e muito finas ao longo da plataforma continental. No inverno, ocorrem frequentes passagens de frentes frias, cujo efeito provoca a ressuspensão do sedimento de fundo, especialmente na região da plataforma interna (Furtado & Mahiques, 1990).

As coletas foram efetuadas utilizando-se uma rede de arrasto, tipo *otter-trawl*, que possui 6 metros de boca, e o barco “Veliger II” do IOUSP. Foram feitos 3 arrastos, em profundidades de 15, 30 e 45 metros (Fig. 1) à velocidade de 2 nós, e duração de uma hora cada. Os arrastos, com periodicidade sazonal, foram realizados em outubro de 1985 e em janeiro, abril e julho de 1986. Arrastos adicionais foram efetuados em janeiro e julho de 1987, a 30 metros de profundidade. Para a análise da variação da relação predador-presa nos diferentes períodos do ano, os resultados obtidos com as amostras dos verões e dos invernos de 1986 e de 1987 foram reunidos, já que as características ambientais em relação às massas de água presentes na área nesses períodos foram muito similares, com a presença da ACAS durante o verão e o predomínio da AC durante o inverno (Pires, 1992).

Das espécies de braquiúros coletadas na região, 5 foram selecionadas para este trabalho, devido à sua importância em termos de biomassa, frequência e abundância na área à época deste estudo: Família Leucosiidae: *Persephona mediterranea* (Herbst, 1794), Família Portunidae: *Portunus spinimanus* (Latreille, 1819) e *Callinectes ornatus* (Ordway, 1863), Família Majidae: *Libinia spinosa* (H. M. Edwards, 1834), e Família Calappidae: *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Fig. 2).

Após a coleta, os caranguejos foram acondicionados em caixas de isopor com gelo até a chegada ao laboratório. Para a obtenção do comprimento da carapaça, mediu-se a distância entre os espinhos interorbitais e a margem pósterio-dorsal da carapaça, com o auxílio de um paquímetro, com 0,1 mm de precisão.

Os estômagos foram retirados e fixados em solução aquosa neutralizada de aldeído fórmico a 4%. A análise quantitativa dos itens alimentares presentes nos estômagos foi feita para os grandes grupos taxonômicos, considerando-se sua frequência de ocorrência e volume relativo. Foi utilizado o índice alimentar proposto por

Kawakami & Vazzoler (1980) que combina essas duas medidas:

$$IA_i = \frac{F_i \times V_i}{\sum_{i=1}^n (F_i \times V_i)}$$

onde:

IA_i = índice alimentar do item i

i = 1, 2, ..., n = item alimentar

F_i = frequência de ocorrência do item i (%)

V_i = volume do item i (%)

Somente foram considerados os estômagos cujo conteúdo ocupasse pelo menos 40% de sua capacidade, evitando o risco de superestimar um determinado item alimentar pelo fato deste possuir estruturas mais resistentes à digestão. Material digerido e areia não foram considerados para o cálculo do índice alimentar, já que estes itens não fornecem qualquer informação quanto à natureza do alimento (Williams, 1982).

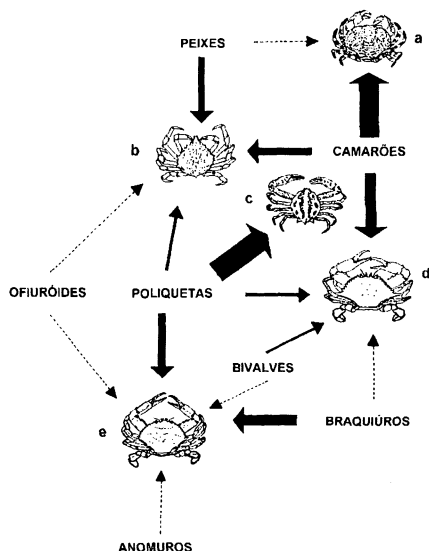


Fig. 2

Espécies de braquiúros estudadas: *Hepatus pudibundus* - “siri baú” (a), *Libinia spinosa* - “caranguejo aranha” (b); *Persephona mediterranea* - “caranguejo relógio” (c); *Callinectes ornatus* - “siri azul” (d) e *Portunus spinimanus* - “siri candeia” (e), e suas relações com as diferentes presas. A largura das setas é proporcional à importância do item como alimento. As setas tracejadas indicam índices cujos valores foram inferiores a 0,1.

Tabela 1 - Número de estômagos utilizados para o cálculo do índice alimentar.

	Primavera	Verão	Outono	Inverno	TOTAL
<i>P. mediterrânea</i>	-	11	15	55	81
<i>P. spinimanus</i>	8	41	-	32	81
<i>C. omatus</i>	11	20	60	116	207
<i>L. spinosa</i>	14	65	38	95	212
<i>H. pudibundus</i>	18	59	82	285	444
TOTAL	51	196	195	583	1025

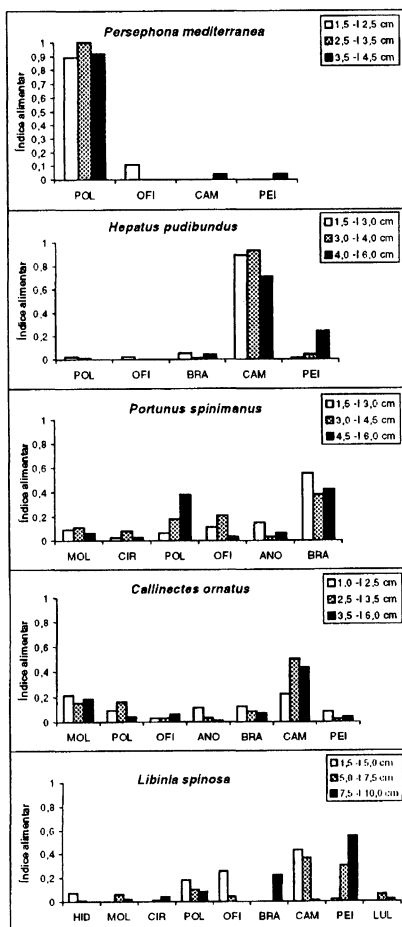


Fig. 3

Variação do índice alimentar de acordo com as diferentes classes de tamanho das espécies de braquiúros estudadas. (HID: hidrozoários; MOL: bivalves e gastrópodos; CIR: cirripédios; POL: poliquetas; OFI: ofiuroides; ANO: anomuros; BRA: braquiúros; CAM: camarões; PEI: peixes; LUL: lulas).

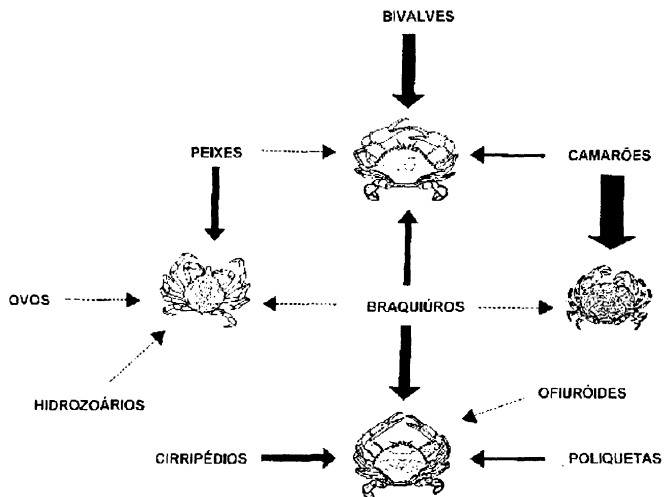


Fig. 4

Relações entre as diferentes espécies de braquiúros e suas presas durante a primavera. A largura das setas é proporcional à importância do item como alimento. As setas tracejadas indicam índices cujos valores foram inferiores a 0,1.

Tabela 2 - Índice alimentar calculado para cada uma das espécies

	<i>P. mediterranea</i>	<i>P. spinimanus</i>	<i>C. ornatus</i>	<i>L. spinosa</i>	<i>H. pudibundus</i>
camarões			0,47	0,33	0,9
braquiúros		0,45	0,09	0,03	0,02
poliquetas	0,99	0,26	0,13	0,14	0,01
peixes			0,03	0,26	0,05
bivalves		0,07	0,14		
ofiuróides		0,09	0,03	0,09	
outros itens		0,03	0,02	0,02	0,03
anomuros		0,05	0,03		
lulas			0,03	0,03	
cirripédios		0,04		0,01	
itens não identificados				0,04	
gastropodos		0,01	0,02		
ovos				0,03	
hidrozoários				0,02	
decápodos não identificados			0,01		

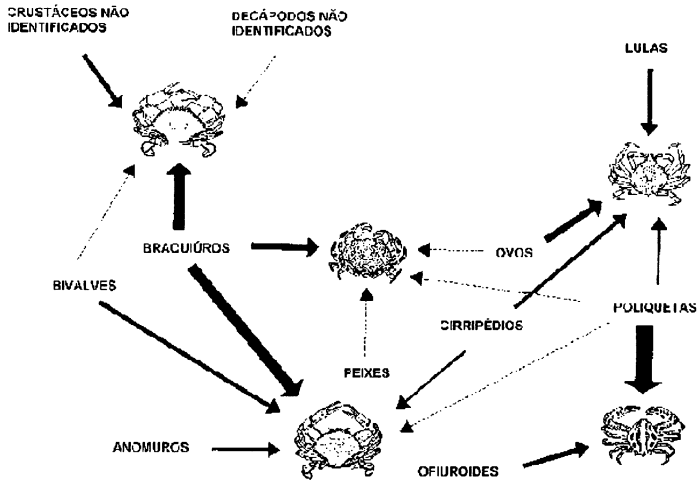


Fig. 5

Relações entre as diferentes espécies de braquiúros e suas presas durante o verão. A largura das setas é proporcional à importância do item como alimento. As setas tracejadas indicam índices cujos valores foram inferiores a 0,1

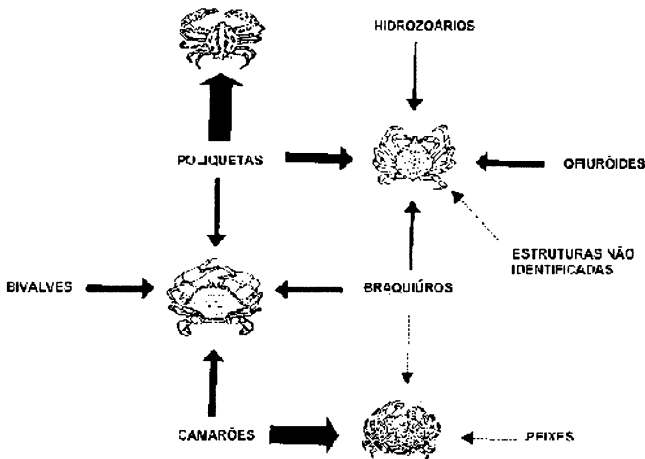


Fig. 6

Relações entre as diferentes espécies de braquiúros e suas presas durante o outono. A largura das setas é proporcional à importância do item como alimento. As setas tracejadas indicam índices cujos valores foram inferiores a 0,1.

O índice alimentar foi calculado para três classes de comprimento de cada uma das espécies. A variação das classes de comprimento dependeu da variação de tamanho observada para cada uma das espécies.

A relação entre as diferentes espécies de braquiúros e suas presas foi obtida por meio da análise de parte da teia alimentar. Os itens mais importantes na dieta foram determinados por meio do cálculo do índice alimentar. Não foram representados os itens cujos índices foram inferiores a 0,05 e aqueles cuja identificação não foi possível.

RESULTADOS

Estômagos examinados. O número de estômagos efetivamente utilizados para uma avaliação quantitativa da alimentação dos 2.516 braquiúros variou de espécie para espécie, mas no total representou cerca de 40% dos estômagos examinados (Tab. 1). Não foram capturados exemplares suficientes para o cálculo do índice alimentar da *Persephona mediterranea* na primavera e de *Portunus spinimanus* no outono.

A análise geral da dieta das 5 espécies, realizada por meio do cálculo do índice alimentar (Tab. 2), revelou diferenças importantes em sua composição. *Persephona mediterranea* exibiu uma dietá especializada, baseada quase que exclusivamente em poliquetas; *Portunus spinimanus* teve como presas animais sésseis ou de menor mobilidade, como bivalves, poliquetas, ofiuróides, braquiúros e anomuros. *Libinia spinosa*, *Callinectes ornatus* e *Hepatus pudibundus* apresentaram como item dominante os camarões, tendo sido observadas diferenças nas presas secundárias: poliquetas e bivalves em *Callinectes ornatus*; peixes, ofiuróides e poliquetas em *Libinia spinosa* e peixes em *Hepatus pudibundus* (Fig. 2).

O cálculo do índice alimentar, de acordo com as diferentes classes de comprimento, mostrou uma relação entre a composição da dieta de algumas espécies de caranguejos e o seu tamanho (Fig. 3). A dominância de poliquetas na dieta de *Persephona mediterranea* e de camarões na dieta de *Hepatus pudibundus* foi mantida independente do tamanho do animal. Em *Hepatus pudibundus* o item “peixes” assumiu uma maior importância nos exemplares de maior tamanho.

Uma variação maior de itens foi encontrada nos portunídeos *Portunus spinimanus* e *Callinectes ornatus*. Apesar de *Portunus spinimanus* ter apresentado uma dominância de braquiúros em sua dieta, várias outras presas foram freqüentes nas diferentes classes de comprimento, bem como uma maior contribuição de poliquetas na dieta dos animais maiores. Já *Callinectes ornatus* apresentou como item dominante os camarões, especialmente nos animais maiores que 2,5 cm. Os menores tiveram uma predominância maior de outros crustáceos decápodos em sua dieta. Os moluscos bivalves e gastrópodos foram importantes nas três classes de comprimento, enquanto na dieta dos animais de tamanho intermediário, os poliquetas foram mais representativos.

Libinia spinosa foi a espécie que apresentou a maior variação de tamanho. As duas classes de menor comprimento tiveram camarões como item principal, sendo que para os menores houve uma contribuição importante de organismos da macrofauna como hidrozoários, bivalves, poliquetas e ofiuróides. Para a dieta da classe intermediária os peixes contribuíram consideravelmente e as lulas também estiveram presentes. Para os animais maiores, a contribuição de invertebrados menores e de camarões diminui, sendo que os peixes constituíram o item principal na dieta, seguido pelos braquiúros.

A análise dos itens alimentares predominantes, por estação do ano, revela a ocorrência de uma maior variedade na primavera e, principalmente, no verão (Figs. 4 e 5), tornando a cadeia mais complexa e apontando os braquiúros como um dos itens mais predados. A ausência de camarões durante o verão é notável. Já durante o outono e inverno, o número de itens diminui, sendo que os camarões e poliquetas ocupam posição de destaque (Figs. 6 e 7).

Uma descrição detalhada sobre os hábitos alimentares de cada uma das espécies acima pode ser encontrada em Petti (1990).

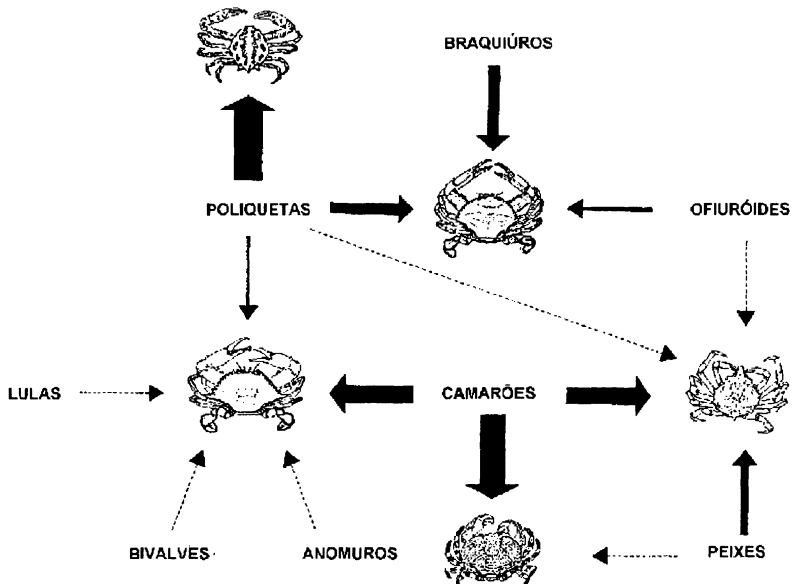


Fig. 7

Relações entre as diferentes espécies de braquiúros e suas presas durante o inverno. A largura das setas é proporcional à importância do item como alimento. As setas tracejadas indicam índices cujos valores foram inferiores a 0,1.

DISCUSSÃO

A diversidade de itens alimentares encontrada nos estômagos das espécies de braquiúros evidencia a versatilidade desses animais na captura de presas disponíveis na área. Apesar de algumas famílias mostrarem tendências a uma dieta mais especializada, os caranguejos são, em sua maioria, oportunistas com preferência por alimento animal e comportamento de predadores ativos de invertebrados sésseis ou de menor mobilidade (Choy, 1986), mostrando pouca seletividade de presas (Stevens *et al.*, 1982). Assim, é improvável que a ausência ou presença de uma presa em particular seja um fator limitante para as populações de caranguejos (Gotshall, 1977).

Tabela 3 - Índice alimentar calculado para cada uma das espécies estudadas, por estação do ano. (P = primavera, V = verão, O = outono, I = inverno)

	<i>P. mediterranea</i>				<i>P. spinimanus</i>				<i>C. ornatus</i>				<i>L. spinosa</i>				<i>H. pudibundus</i>			
	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I
poliquetas		0,79	0,99	0,99	0,11	0,05	0,43	0,02	0,17	0,11			0,13	0,44	0,05	0,02	0,07	0,02		
camarões					0,02			0,12	0,30	0,59				0,56	0,88		0,84	0,93		
braquiúros					0,44	0,47	0,36	0,19	0,46	0,16	0,03	0,07		0,12		0,05	0,32	0,06		
bivalves						0,17	0,03	0,54	0,08	0,27	0,05		0,04							
itens não identificados							0,01		0,16			0,48	0,05	0,06		0,02	0,34			
ofiuroides		0,20			0,09	0,04	0,11		0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,25	0,05		0,04			
peixes					0,02				0,07	0,02	0,03	0,02	0,26	0,01	0,01	0,28	0,01	0,09	0,05	0,05
cirripédios					0,24	0,13							0,16							
ovos													0,05	0,30			0,06			
anonturos					0,03	0,13	0,01	0,04			0,06						0,02			
lulas									0,01	0,05		0,23								
outros itens					0,01	0,01	0,02	0,02		0,02	0,01	0,03	0,02	0,01	0,04	0,02	0,01	0,03	0,02	
crustáceos não identificados									0,18				0,01				0,03			
hidrozóários													0,06	0,02	0,11					
decapodos não identificados									0,07		0,01						0,02			
gastropodos								0,03				0,04								
equinodermes não identificados					0,04								0,02							

Uma dieta carnívora relacionada à disponibilidade de presas tem sido relatada para diversas espécies de braquiúros (Paul, 1981; Haefner, 1990; Norman & Jones, 1992). Entre as principais presas estão organismos bentônicos tanto da infauna e epifauna, quanto animais nectônicos, sendo impossível enquadrar os braquiúros em um único nível trófico, já que suas presas têm diferentes hábitos alimentares. Variações na dieta, relacionadas às classes de tamanho do animal, indicam que mesmo os caranguejos de uma mesma espécie não se adequam facilmente a níveis tróficos determinados (Stoner & Buchanan, 1990). A proporção com que os itens ocorreram nos estômagos examinados dependeu da disponibilidade da presa no local e da capacidade de sua apreensão pelo caranguejo, inerente às características da espécie e ao tamanho do animal.

As espécies *Persephona mediterranea* e *Portunus spinimanus* se caracterizaram por não apresentar diferenças na dieta em relação aos itens dominantes em função do tamanho, o que concorda com o fato de terem sido encontrados como itens principais animais sésseis ou de menor mobilidade e uma proporção muito pequena de presas de maior mobilidade como camarões e peixes.

Em *Callinectes ornatus*, *Libinia spinosa* e *Hepatus pudibundus* foram constatadas mudanças nos itens alimentares principais de acordo com o tamanho. Presas sésseis ou de movimentação mais lenta predominaram na dieta de *Callinectes ornatus* de menor porte. Em animais de tamanho intermediário verificou-se uma presença crescente dos camarões, enquanto nos maiores constatou-se que peixes, lulas e também braquiúros foram itens dominantes. Essas diferenças podem ser alternativas importantes para evitar a competição intra-específica.

As 5 espécies aqui estudadas exibem hábitos essencialmente carnívoros. Os resultados da análise do conteúdo estomacal indicam se tratar de ativos predadores, não excluindo a possibilidade de saprofagia em pequena escala. O consumo de peixes, lulas e camarões por animais de maior tamanho evidencia que deve ocorrer uma captura ativa por parte destes. Uma transição na dieta, de pequenos invertebrados de menor mobilidade para formas maiores, mais rápidas ou natantes, está relacionada ao aumento no tamanho da quela e das peças bucais, o que capacita os caranguejos à captura e manuseio de camarões e peixes, assegurando mais energia com menor esforço (Elnor, 1980; Haefner, 1990; Stevens *et al.*, 1982). A espécie *Callinectes ornatus* apresentou o item peixes também em animais menores, o que pode significar saprofagia ou uma maior habilidade do animal, mesmo pequeno, para capturar organismos mais ágeis.

Segundo Choy (1986), o esperado para portunídeos de região tropical e subtropical é uma dieta relativamente uniforme pela alta diversidade e disponibilidade regular de presas, contrariamente ao que ocorre em regiões temperadas, onde há uma mudança marcante na dieta, como resultado da baixa diversidade e mudanças sazonais na disponibilidade de presas.

Constatou-se, porém, que a área de estudo apresenta alta diversidade característica de região tropical e subtropical e, também, uma variação sazonal na frequência de presas. Esta característica é função dos processos oceanográficos que atuam na região, particularmente importante na distribuição dos camarões. *Xiphopenaeus kroyeri* foi responsável por picos de abundância nos invernos de 1986 e 1987 na plataforma interna, onde a Água Costeira estava presente (Pires, 1992; Pires-Vanin *et al.*, 1995). Apesar de não ter sido possível a identificação em nível de espécie dos camarões encontrados no conteúdo estomacal, a maior parte era constituída por peneídeos, com grande probabilidade de tratar-se de *Xiphopenaeus kroyeri* devido à coincidência de ocorrência no ambiente e no conteúdo estomacal. As diferenças da relação predador-presa se sobressaem nos períodos de verão e inverno, quando as 5 espécies estiveram representadas e, em termos ambientais, as alterações foram mais significativas. Esses

dois períodos constituem situações extremas encontradas durante o ano, cuja comparação permite compreender melhor o funcionamento do ecossistema em questão.

Considerando um estado de equilíbrio dinâmico nas comunidades da megafauna bentônica, podemos dizer que as variações na dieta das espécies de braquiúros observadas no verão e inverno são consequência de ajustes da comunidade a eventos cíclicos (no caso, entrada da ACAS). Essa dieta estaria adaptada a uma variação intra-anual, revelada pela maior diversidade de itens alimentares e ausência de camarões no verão. As espécies que têm os camarões como item importante em sua dieta se manteriam na área, modificando seu espectro alimentar, caso de *Callinectes ornatus*, *Libinia spinosa* e *Hepatus pudibundus*. A ausência de peneídeos na dieta de braquiúros em determinadas épocas do ano seria suprida por outros organismos, com um consequente rearranjo e ajuste da rede trófica local.

Como o camarão é um dos recursos pesqueiros mais explorados na região, caso haja uma sobrepesca e a consequente redução drástica da disponibilidade no ambiente, sua ausência na dieta dos caranguejos, observada no verão, poderia ser estendida às demais estações do ano. Isto ocasionaria uma sobreposição alimentar entre braquiúros e outros predadores da área (lulas, estrelas, peixes) que obtêm seu alimento principalmente dos organismos da macrofauna (Tararam *et al.*, 1993; Soares *et al.*, 1992; 1993).

Em relação ao papel dos braquiúros como presas em potencial, os caranguejos encontrados no conteúdo estomacal de raias e outros peixes demersais da área foram representados apenas por indivíduos jovens (Soares *et al.*, 1992; 1993). As espécies *Hepatus pudibundus* e *Libinia spinosa* foram encontradas no conteúdo estomacal de *Sympterygia bonapartei* na plataforma continental do Rio Grande do Sul (Gouvêa & Queiroz, 1988). Possivelmente um dos únicos predadores dos maiores exemplares de caranguejos seria constituído pelos polvos, cuja ocorrência e abundância estão relacionadas às diferentes massas d'água (Bernardes & Rossi-Wongtschowski, 1991).

Apesar de a alimentação dos polvos ainda não ter sido estudada na área, a preferência alimentar desses animais por crustáceos, particularmente caranguejos, tem sido relatada por vários autores (Perez & Haimovici, 1995). Pela sua baixa densidade e frequência na região de Ubatuba, não parece provável que os polvos constituam predadores de caranguejo em grande escala. Os exemplares de maior tamanho de *Portunus spinimanus*, *Callinectes ornatus*, *Libinia spinosa* e *Hepatus pudibundus* poderiam ser considerados predadores de topo no ecossistema estudado.

O papel dos braquiúros na manutenção da estrutura da comunidade local deve ser ressaltado, já que a ação predatória em substratos inconsolidados é muito importante, principalmente na manutenção da diversidade específica (Valiela, 1984). Além disso, esses animais têm um papel fundamental na transferência eficiente de energia, já que em sua dieta generalista, incluem também animais de níveis tróficos inferiores, como poliquetas, bivalves, gastrópodos e ofiuróides, ligando as comunidades do sedimento aos níveis mais superiores (Petti *et al.*, 1996).

AGRADECIMENTOS

A autora é grata ao Prof. Dr. Edmundo Ferraz Nonato pela orientação e sugestões constantes no desenvolvimento deste trabalho; à equipe do Subprojeto Bentos do Projeto Integrado, pelo auxílio nas coletas, em especial à coordenadora Dra. Ana Maria S. Pires Vanin, por todas as facilidades concedidas; à Dra. Silvia Maria Sartor pelo trabalho conjunto de triagem e aquisição de dados biológicos das espécies de caranguejos; ao Dr. Gustavo A. S. de Melo do Museu de Zoologia da USP pelo auxílio na identificação dos fragmentos de decápodos; à CIRM (Comissão Interministerial para os Recursos do Mar), pelo financiamento do Projeto, e à FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - Proc. 85/1156-2) pela bolsa concedida.

ABSTRACT

The role of brachyuran crabs in the trophic web on the inner shelf of Ubatuba, southeastern Brazil. The role of brachyuran crabs in the trophic web on the inner shelf of Ubatuba coast was evaluated through the stomach contents analysis. Seasonal sampling at 15, 30 and 45 m depth was carried out with an otter-trawl of 6 m mouth width, from spring 1985 to winter 1986. Two additional samples were taken at 30 m in the summer and winter of 1987. The stomach contents of 2516 specimens from *Persephona mediterranea*, *Portunus spinimanus*, *Callinectes ornatus*, *Libinia spinosa* and *Hepatus pudibundus* were examined. These species were the most abundant in the area and presented different diets based mainly on shrimps, polychaetes and brachyuran crabs. Seasonal changes in the diet of some species were observed as being determined by the local availability of preys. Brachyuran crabs showed a carnivorous diet and most probably play a key role in the energy transfer, linking the sediment communities to the higher trophic levels. The largest crabs seem to be the top predators in the Ubatuba inner shelf ecosystem.

Key-words: Brachyura, feeding habits, trophic web, seasonal variations, southeastern Brazilian coast.

RESUMO

Os braquiúros ocupam uma posição de destaque na comunidade da epifauna bentônica do infralitoral de Ubatuba, sendo o conhecimento de seu papel na rede trófica elemento essencial para a compreensão da estrutura e dinâmica deste ecossistema. Examinou-se o conteúdo estomacal de 2516 exemplares das 5 espécies mais abundantes da área em profundidades de 15 a 50 metros: *Persephona mediterranea*, *Portunus spinimanus*, *Callinectes ornatus*, *Libinia spinosa* e *Hepatus pudibundus*. As coletas foram efetuadas com rede de arrasto de portas, a partir de outubro de 1985, com periodicidade sazonal, até julho de 1986. Coletas adicionais foram realizadas no verão e inverno de 1987 a 30 m de profundidade. As espécies de braquiúros apresentaram dietas distintas baseadas principalmente em camarões, poliquetas e caranguejos. A proporção com que os itens ocorreram nos estômagos dos braquiúros esteve relacionada com a disponibilidade da presa no local, sendo registradas importantes variações sazonais. Os braquiúros apresentaram um hábito carnívoro, sendo impossível enquadrá-los em um único nível trófico. Estes animais têm um papel fundamental na transferência eficiente de energia, já que em sua dieta generalista, incluem também animais de níveis tróficos inferiores. Os exemplares adultos de maior tamanho parecem ser predadores de topo do ecossistema estudado.

Palavras-chave: braquiúros, hábitos alimentares, rede trófica, variações sazonais, costa sudeste brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABELLÓ, P. & CARTES, J. 1987. Observaciones sobre la alimentación de *Liocarcinus depurator* (L.) (Brachyura: Portunidae) en el Mar Catalán. *Inv. Pesq.*, 51(Supl. 1): 413-419.
- BERNARDES, R. A. & ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. B. 1991. Ocorrência e distribuição de cefalópodos na região de Ubatuba (SP) - Projeto Integrado - IOUSP - CIRM. In: Simpósio sobre Oceanografia, 2. S. Paulo, 1991. Resumos. São Paulo, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, p.27.
- CASTRO FILHO, B. M.; MIRANDA, L. B. & MYAO, S. Y. 1987. Considerações hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. *Bolm Inst. oceanogr.*, S Paulo, 35(2): 135-151.
- CHOY, S. C. 1986. Natural diet and feeding habits of the crabs *Liocarcinus puber* and *L. holsatus* (Decapoda, Brachyura, Portunidae). *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 31: 87-99.
- ELNER, R. W. 1980. The influence of temperature, sex and chela size in the foraging strategy of the shore crab, *Carcinus maenas* (L.). *Mar. Behav. Physiol.*, 7: 15-24.
- FURTADO, V.V. & MAHIQUES, M.M. 1990. Distribuição de sedimentos em regiões costeiras e plataforma continental norte do Estado de São Paulo. In: Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira, Estrutura, Função e Manejo, 2. Águas de Lindóia, 1990. São Paulo, ACIESP, 71(1): 20-29.
- GOTSHALL, D. W. 1977. Stomach contents of northern California dungeness crabs, *Cancer magister*. *Calif. Fish and Game*, 63(1): 43-51.
- GOUVÊA, E.P. & QUEIROZ, E. L. 1988. Braquiúros (Crustacea: Decapoda) utilizados na alimentação de peixes Rajidae do litoral sul do Brasil. *Ciênc. Cult.*, S. Paulo, 40(3): 276-279.
- HAEFNER, P. A., Jr. 1990. Natural diet of *Callinectes ornatus* (Brachyura: Portunidae) in Bermuda. *J. Crustacean Biol.*, 10(2): 236-246.
- HALL, S.J.; RAFFAELLI, D.; ROBERTSON, M. R. & BASFORD, D.J. 1990. The role of the predatory crab, *Liocarcinus depurator*, in a marine food web. *J. Anim. Ecol.*, 59: 421-438.
- KAWAKAMI, E. & VAZZOLER, G. 1980. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. *Bolm Inst. oceanogr.*, S Paulo, 29(2): 205-207.
- LE CALVEZ, J. CH. 1987. Location of the shore crab *Carcinus maenas* L., in the food web of a managed estuary ecosystem: the Rance basin (Brittany, France). *Inv. Pesq.*, 51(Supl. 1): 431-442.

- NORMAN, C. P. & JONES, M. B. 1992. Influence of depth, season and moult stage on the diet of the velvet swimming crab *Necora puber* (Brachyura, Portunidae). *Est. coast. Shelf Sci.*, 34: 71-83.
- PAUL, R. K. G. 1981. Natural diet, feeding and predatory activity of the crabs *Callinectes arcuatus* and *C. toxotes* (Decapoda, Brachyura, Portunidae). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 6: 91-99.
- PEREZ, J.A.A. & HAIMOVICI, M. 1995. Descriptive ecology of two South American eledonids (Cephalopoda: Octopodidae). *Bull. mar. Sci.*, 56(3): 752-766.
- PEREZ, O.S. & BELLWOOD, D. R. 1988. Ontogenetic changes in the natural diet of the sandy shore crab, *Matuta lunaris* (Forsk.) (Brachyura: Calappidae). *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 39: 193-199.
- PETTI, M. A. V. 1990. *Hábitos alimentares dos crustáceos decápodos braquiúros e seu papel na rede trófica do infralitoral de Ubatuba (litoral norte do Estado de São Paulo, Brasil)*. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. São Paulo, 150p.
- PETTI, M.A.V.; NONATO, E.F. & PAIVA P. C. 1996. Trophic relationships between polychaetes and brachyuran crabs on the southeastern Brazilian coast. *Rev. bras. Oceanogr.*, 44(1): 61-67.
- PIRES, A. M. S. 1992. Structure and dynamics of benthic megafauna on the continental shelf offshore of Ubatuba, Southeastern Brazil. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 86: 63-76.
- PIRES-VANIN, A. M. S. 1993. A macrofauna bêntica na plataforma continental ao largo de Ubatuba, São Paulo, Brasil. *Publção esp. Inst. oceanogr., S Paulo*, (10): 137-158.
- PIRES-VANIN, A.M.S.; JORGE, J.P.S. & SARTOR, S.M. 1995. Variação diária e sazonal da fauna bêntica de plataforma continental no litoral Norte do Estado de São Paulo. *Publção esp. Inst. oceanogr., S Paulo*, (11): 107-114.
- PIRES-VANIN, A.M.S. & MATSUURA, Y. 1993. Estrutura e função do ecossistema de plataforma continental da região de Ubatuba, Estado de São Paulo: uma introdução. *Publção esp. Inst. oceanogr., S Paulo*, (10): 1-8.
- PIRES-VANIN, A.M.S.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. B.; AIDAR, E.; MESQUITA, H.S.L.; SOARES, L.S.H.; KATSURAGAWA, M. & MATSUURA, Y. 1993. Estrutura e função do ecossistema de plataforma continental da região de Ubatuba, São Paulo: síntese dos resultados. *Publção esp. Inst. oceanogr., S Paulo*, (10): 217-231.
- ROPES, J. W. 1988. The food habits of five crab species at Pettaquamscutt River, Rhode Island. *Fish. Bull.*, 87(1): 197-204.
- SOARES, L.S.H.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.B.; ALVARES, L.M.C.; MUTO, E.Y. & GASALLA, M.A. 1992. Grupos tróficos de peixes demersais da plataforma interna de Ubatuba, Brasil. I. Chondrichthyes. *Bolm Inst. oceanogr., S Paulo*, 40 (1/2): 79-85.
- SOARES, L.S.H.; GASALLA, M. A.; RIOS, M. A. T.; ARRASA, M. V. & ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. B. 1993. Grupos tróficos de onze espécies dominantes de peixes demersais da plataforma interna de Ubatuba, Brasil. *Publção esp. Inst. oceanogr., S Paulo*, (10): 189-198.
- STEVENS, B.G.; ARMSTRONG, D. A. & CUSIMANO, R. 1982. Feeding habits of the dungeness crab *Cancer magister* as determined by the index of relative importance. *Mar. Biol.*, 72: 135-145.
- STONER, A. W. & BUCHANAN, B. A. 1990. Ontogeny and overlap in the diets of four tropical *Callinectes* species. *Bull. mar. Sci.*, 46(1): 3-12.
- TARAMAM, A. S.; WAKABARA, Y. & EQUI, M. 1993. Hábitos alimentares de onze espécies da megafauna bêntica da plataforma continental de Ubatuba, SP. *Publção esp. Inst. oceanogr., S Paulo*, (10): 159-167.
- VALIELA, I. 1984. *Marine ecological processes*. New York, Springer-Verlag. 546p.
- WILLIAMS, M. J. 1982. Natural food and feeding in the commercial sand crab *Portunus pelagicus* Linnaeus, 1766 (Crustacea: Decapoda: Portunidae) in Moreton Bay, Queensland. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 31: 155-172.

CRESCIMENTO E CICLO REPRODUTIVO DO PARGO-ROSA (*PAGRUS PAGRUS* LINNAEUS, 1758) NA REGIÃO DO CABO FRIO, RIO DE JANEIRO

Paulo A. S. COSTA^{*}
Eduardo Barros FAGUNDES-NETTO^{**}
Luiz Ricardo GAELZER^{**}
Paulo Sérgio LACERDA^{***}
Wanda Maria MONTEIRO-RIBAS^{**}

INTRODUÇÃO

O pargo-rosa, *Pagrus pagrus* (Sparidae) é uma espécie de ampla distribuição em ambos os lados do Atlântico, ocorrendo também no Mediterrâneo e Adriático. A espécie é relativamente comum no litoral brasileiro, sendo sua exploração realizada de forma mais intensa na região sudeste-sul, principalmente pela frota de linheiros, e em menor escala como fauna acompanhante da pesca de arrasto e armadilhas.

Existem poucos trabalhos sobre a pesca e a biologia da espécie na costa brasileira. A partir de dados obtidos em cruzeiros de prospecção pesqueira demersal, Yesaki & Barcelos (1974) estimaram a biomassa do estoque de pargo-rosa em 50 000 toneladas para o extremo sul do Brasil. Esta estimativa foi muito elevada, pois entre 1973 e 1977 foram desembarcadas apenas 10 000 t e a pesca de arrasto do pargo-rosa praticamente colapsou (Haimovici *et. al.*, 1989). Mais recentemente, Capitoli & Haimovici (1993) estudaram a alimentação do pargo-rosa e Silva (1996) estudou aspectos de sua dinâmica populacional no litoral de São Paulo, a partir de amostragens em desembarques de camaroneiros.

^{*} Laboratório de Dinâmica de Populações (UNI-RIO). Av. Pasteur, 296. Urca - RJ. CEP 22290-240, Brasil.

^{**} Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM). R. Kioto, 253. Arraial do Cabo - RJ. CEP 28930-000, Brasil.

^{***} Secretaria de Pesca, Prefeitura Municipal de Cabo Frio (SECPAM-CF), Brasil.

Na Argentina, existem diversos estudos tratando dos aspectos pesqueiros e biológicos da espécie, ressaltando-se os trabalhos de Brankevich *et. al.* (1990), Ciechonsky & Weiss (1973), Ciechonsky & Cassia (1974), Cotrina (1977, 1986 e 1989) e Cotrina & Christiansen (1994). Na América do Norte, a espécie foi estudada por Manooch & Huntsmann (1977) e Manooch & Hassler (1978), e no Mediterrâneo por Papaconstantinou & Coragitsou (1989).

Do ponto de vista pesqueiro, as capturas anuais de pargo-rosa registrados para o Estado do Rio de Janeiro foram da ordem de 1.400 t entre 1990 e 1993 (SUPES/IBAMA/RJ), mas após esse período, desde 1996 não ultrapassam as 700 t. Por outro lado, dados fornecidos pela empresa BRASFISH - Indústria e Comércio de Pescados S.A., indicavam a comercialização de 1.500 t em 1995, sendo 53,3 % destinado ao mercado externo.

Os desembarques do pargo-rosa nos estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro concentram-se principalmente nos portos de Vitória - ES, Itaipava - ES e Cabo Frio - RJ, e boa parte da produção desembarcada em Vitória e Cabo Frio é comercializada no mercado externo. No caso da empresa BRASFISH - Indústria e Comércio de Pescados S.A., o pargo-rosa representa cerca de 40 % dos produtos exportados anualmente, sendo classificado para exportação qualquer exemplar maior que 300 gramas.

O presente trabalho tem como objetivo analisar o crescimento e as características reprodutivas do estoque costeiro do pargo-rosa explorado pela frota de linheiros que opera ao largo da costa do Rio de Janeiro e desembarca em Cabo Frio. Atualmente, a maior parte do esforço de pesca dessa frota é dirigido ao pargo-rosa. As amostras utilizadas foram extraídas do material selecionado para exportação e servem de base para o estudo das populações exploradas pela pesca de linha e pargueiras na região costeira do Estado do Rio de Janeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O material analisado neste estudo foi obtido através de amostragens mensais realizadas nos desembarques comerciais da frota de linheiros que opera para a BRASFISH - Indústria e Comércio de Pescado S.A., no litoral norte fluminense e desembarca em Cabo Frio - RJ. Foram analisados 688 exemplares capturados entre maio de 1993 e julho de 1995, sub-amostrados de 22 desembarques da pesca.

A localização das capturas foi obtida através do registro feito pelos mestres das embarcações nos mapas de bordo distribuídos pelo IBAMA/FIPERJ, e aplicados desde 1989 pela Secretaria de Pesca de Cabo Frio, consistindo basicamente no controle de "blocos de captura", com precisão de 0,5 graus de latitude/longitude. Deste modo, as amostras representam capturas efetuadas entre 19° e 23°S, entre 80 e 150 m de profundidade.

De cada exemplar foram registrados o comprimento total (CT-mm), medido desde a projeção da mandíbula até a extremidade superior da nadadeira caudal distendida sobre um ictiomômetro, o peso total do exemplar (PT-0,1g), sexo e peso das gônadas (PG-0,1g). Os estádios de desenvolvimento gonadal foram determinados segundo uma escala para desovantes parciais modificada de Kesteven & Nikolski (em Bagenal, 1978). A classificação etária foi baseada na contagem de anéis em escamas coletadas e selecionadas do lado esquerdo do corpo, próximo à inserção da nadadeira peitoral. O período e o tipo de desova do pargo foram estudados através da distribuição de frequência dos diâmetros dos ovócitos. Os ciclos anuais de desenvolvimento gonadal foram determinados analisando-se as mudanças mensais nos índices gonadossomáticos em peso ($IGS = PG/(PT-PG)$), segundo metodologia descrita em Vazzoler (1981). O comprimento médio de primeira maturação gonadal foi estimado através da relação existente entre os índices gonadossomáticos médios, calculados por classes de comprimento e entre os diferentes estádios de maturidade sexual, determinados qualitativamente.

Para determinação de idades, foram coletadas de duas a quatro escamas não regeneradas da porção inferior da linha lateral, próximo à inserção da nadadeira peitoral. As escamas foram tratadas com solução de hidróxido de potássio (KOH) a 4 % e solução de fenol 10 % e montadas secas entre lâminas de vidro. As leituras foram feitas em um monitor metalúrgico tipo Leitzer, com aumento de 20 vezes, registrando-se o número e o padrão de formação dos anéis de crescimento. A distância de cada anel de crescimento ao foco (Ri) e à borda anterior da escama (Rt), foi obtida ao longo do eixo diagonal da escama e registrada durante a leitura. Foram utilizadas as escamas de 175 fêmeas de várias idades (2+ a 11+) e 139 machos (2+ a 7+). Os parâmetros da equação de crescimento de von Bertalanffy (CT_{∞} , K, e T_0) foram obtidos através de métodos iterativos de ajuste não linear, disponíveis através das rotinas implementadas no módulo "solver" do pacote de programas Excel (Microsoft Corporation, 1997).

Os ovários tiveram suas membranas seccionadas e o seu conteúdo foi dissociado em solução de Gilson modificada (Vazzoler, 1981). Uma vez dissociados, os ovócitos passaram por seleção e limpeza em peneiras de 1200, 500, 320, 150 e 100 μ m, sendo finalmente fixados em álcool 70%. Os procedimentos e métodos volumétricos utilizados para o cálculo do número total de ovócitos e fecundidade estão descritos em Vazzoler (1981). Foram contados e medidos ovócitos com diâmetros maiores que 160 μ m, seguindo metodologia descrita em Ciechowski & Cassia (1974). A fecundidade relativa foi calculada para 75 fêmeas maduras ou em estádios finais de desenvolvimento.

RESULTADOS

Distribuição de tamanhos

As amostras analisadas incluíram exemplares variando entre 170 e 520 mm de comprimento total (CT). As fêmeas variaram entre 170 e 520 mm ($n=475$) e machos entre 200 e 517 mm CT ($n=169$). Hermafroditas foram observados com comprimentos variando entre 230 e 410 mm ($n=28$), e animais indeterminados, entre 210 e 315 mm ($n=16$). Na Figura 1 são apresentadas as distribuições de freqüências de comprimento total de machos e fêmeas do pargo-rosa desembarcados em Cabo Frio - RJ.

Relação comprimento-peso

As equações representativas da relação entre peso total (PT) e comprimento total (CT), por sexo, foram: machos $PT=0,000034.CT^{2,84}$ ($r=0,98$), fêmeas $PT=0,000035.CT^{2,84}$ ($r=0,97$). Os dados indicam que as fêmeas apresentaram-se em média pouco mais pesadas que os machos para um dado comprimento, mas a comparação estatística indicou que os parâmetros da regressão não diferiram significativamente entre sexos. Considerou-se que a equação que representa adequadamente a relação comprimento-peso do pargo-rosa para os sexos agrupados assume a forma $PT=0,0000345.CT^{2,84}$.

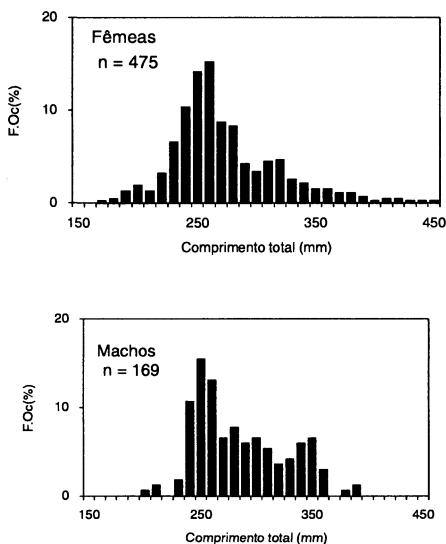


Fig. 1

Distribuição de freqüências de comprimento total para machos e fêmeas de pargo-rosa (*Pagrus pagrus*) desembarcados em Cabo Frio - RJ, entre maio de 1993 e julho de 1995.

Ciclo reprodutivo e fecundidade

A análise conjunta das variações mensais nos índices gonadosomáticos, das proporções de exemplares em diferentes estádios de maturidade sexual e a variação sazonal na distribuição de tamanhos dos ovócitos indicou que o pargo-rosa apresenta um único período reprodutivo, que ocorre entre novembro e janeiro (da primavera ao início do verão). As fêmeas se preparam para desova desde o outono até a primavera, entre setembro e novembro, quando aumentam os valores médios de IGS (Figura 2) e ocorre uma modificação na estrutura de tamanhos dos ovócitos, aumentando o diâmetro médio de 160 μm no inverno para 400 μm no verão (Figura 3). O período de desova parece ser breve, uma vez que os índices gonadais diminuem bruscamente no final do verão. Devido a pouca disponibilidade de machos nas amostras, não foi possível analisar conclusivamente aspectos relacionados à sazonalidade de seu ciclo reprodutivo, embora o padrão apresentado tenha sido semelhante ao apresentado pelas fêmeas.

Tabela 1 - Índices gonadosomáticos médios calculados entre estádios de maturidade sexual e por classes de comprimento total (CT-mm), para machos e fêmeas de pargo-rosa (*Pagrus pagrus*) na região de Cabo Frio-RJ. A= imaturos; Bi= início de maturação gonadal, Bf= fase final de maturação sexual; C= maduros; D=desovados; DP=desvio padrão; n=número de exemplares examinados.

CT	Fêmeas					IGS			Machos					IGS		
	A	Bi	Bf	C	D	médio	DP		A	Bi	Bf	C	D	médio	DP	
210	0,2	0,3	-	-	-	-	-		0,1	0,3	-	-	-	-	-	
220	0,2	0,7	1,6	2,7	-	2,1	0,8		-	0,2	-	-	-	-	-	
230	0,2	0,3	0,4	1,9	-	1,2	1,1		-	0,5	0,8	1,6	0,3	1,2	0,6	
240	0,2	0,5	1,0	2,5	0,3	1,7	1,1		0,0	0,2	0,7	1,7	0,2	1,2	0,7	
250	0,4	0,5	1,1	3,2	-	2,2	1,5		-	0,5	0,8	2,0	-	1,4	0,9	
260	-	0,5	0,8	3,3	0,3	2,0	1,8		-	-	-	1,5	0,0	1,5	-	
270	-	0,4	1,8	3,6	0,4	2,7	1,3		-	0,4	-	1,2	-	1,2	-	
280	-	0,5	1,6	3,0	0,4	2,3	1,0		0,1	0,1	0,6	2,8	0,1	1,7	1,5	
290	-	-	1,3	2,9	0,2	2,1	1,1		-	0,4	0,4	2,1	0,0	1,2	1,2	
300	-	-	-	2,7	0,1	2,7	-		-	0,2	0,4	1,1	-	0,7	0,5	
310	-	0,4	0,8	2,5	0,2	1,7	1,2		-	0,3	0,7	1,1	-	0,9	0,3	
320	-	0,5	-	-	0,1	-	-		-	-	-	1,3	0,1	1,3	-	
330	-	-	0,5	3,5	-	2,0	2,1		-	-	-	1,1	0,0	1,1	-	
340	-	0,7	-	5,8	0,1	5,8	-		-	-	0,4	2,2	-	1,3	1,3	
350	-	0,5	-	-	-	-	-		-	-	0,3	0,7	-	0,5	0,3	
360	-	-	-	0,5	-	0,5	-		-	-	-	-	-	-	-	
370	-	-	-	4,1	-	4,1	-		-	-	-	-	-	-	-	
380	-	-	1,1	-	-	1,1	-		-	-	-	0,9	-	0,9	-	
390	-	-	-	5,7	-	5,7	-		-	-	-	-	-	-	-	
400	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	
410	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	
420	-	-	-	4,0	-	4,0	-		-	-	-	-	-	-	-	
Médias:	0,3	0,5	1,1	3,3	0,2				0,1	0,3	0,6	1,5	0,1			
DP:	0,1	0,1	0,4	1,3	0,1				0,1	0,1	0,2	0,6	0,1			
n:	17	43	58	97	32				3	17	20	51	8			

A partir da variação entre o IGS médio obtido para as diferentes classes de CT e aqueles calculados para os diferentes estádios de maturidade sexual (Tabela 1), determinou-se como comprimento médio de primeira maturação gonadal (CT50) 220-230 mm para fêmeas e 230-240 mm para machos. Deste modo, as fêmeas em fase final de maturação das gônadas (Bf) ou completamente maduras (C) apresentaram IGS médio variando entre 1,1 e 3,3, correspondendo aos valores encontrados a partir dos 220 mm CT. No caso dos machos maduros (estádios Bf e C), tais valores estiveram compreendidos entre 0,6 e 1,5, ou em animais maiores que 230 mm CT.

Tabela 2 - Comprimentos médios totais observados (CTo) e calculados (CTc) por idades e entre os sexos do pargo-rosa e entre os sexos do pargo-rosa (*Pagrus pagrus*) na região do Cabo Frio - RJ.

Idade	n	Fêmeas		n	Machos		Diferença (%)
		CTo	CTc		CTo	CTc	
1	1	173,0	174,0	-	-	-	-
2	14	211,3	210,9	1	238,0	255,7	21,2
3	32	244,1	244,1	19	269,6	269,6	10,4
4	57	260,4	274,0	47	283,4	282,3	3,0
5	36	305,4	300,8	49	304,7	293,9	-2,3
6	24	332,9	324,9	19	298,2	304,5	-6,3
7	7	327,3	346,5	4	294,0	314,3	-9,3
8	1	409,0	366,0	-	-	-	-
9	2	406,0	383,4	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-
11	1	410,0	413,2	-	-	-	-

CTo = mm; CTc = mm; Diferença (%) = diferença percentual do comprimento médio calculado entre machos e fêmeas de mesma idade

A estimativa de fecundidade relativa para ovócitos com diâmetro maior que 160 mm (n.º total de ovócitos no ovário) e para ovócitos maiores que 360 mm (limite inferior da parcela a ser eliminada na desova) apresentaram relação isométrica com o comprimento total das fêmeas (Figura 4). A quantidade total de ovócitos presentes em uma única fêmea variou entre 7.000 (CT=259; IGS=1,21) e 518.000 ovócitos (CT=375; IS=2,65), sendo o $\text{model-}c = 172.000 + 0,88CT$.

Determinação de idade e crescimento

Para determinação de idades e validação foram examinadas as escamas de 314 exemplares, 175 fêmeas com comprimentos variando entre 115 e 448 mm e 139 machos variando entre 200 e 385 mm de comprimento total. Os anéis de crescimento puderam ser facilmente visualizados, com exceção do primeiro anel em animais menores que 140 mm e dos últimos anéis em exemplares maiores que 400 mm, devido à sobreposição destes na borda posterior das escamas.

A regressão preditiva para o comprimento total do peixe (CT) a partir do tamanho de sua escama (Rt) foi analisada separadamente para machos ($CT = 8,7 + 47,9RT$; $r = 0,83$) e fêmeas ($CT = 4,9 + 46,9RT$; $r = 0,89$), não diferindo estatisticamente ($p > 0,05$).

quando comparados seus coeficientes de regressão e de elevação através do teste-t (Zarr, 1984). Considerou-se que a equação que representa os sexos agrupados ($CT = 4,50 + 47,4 RT$; $r = 0,88$) como sendo a que melhor descreve o conjunto das amostras analisadas (Figura 5).

Validação e periodicidade dos anéis de crescimento

Para se verificar a época de formação dos anéis de crescimento, utilizou-se as frequências mensais de incremento marginal em escamas de exemplares fêmeas com 3 e 4 grupos de anéis. A Figura 6 apresenta a variação mensal do incremento marginal médio e o número de escamas lidas em cada classe etária. A observação dos ajustes polinomiais feitos sobre as médias de cada grupo de idade indicam que os menores

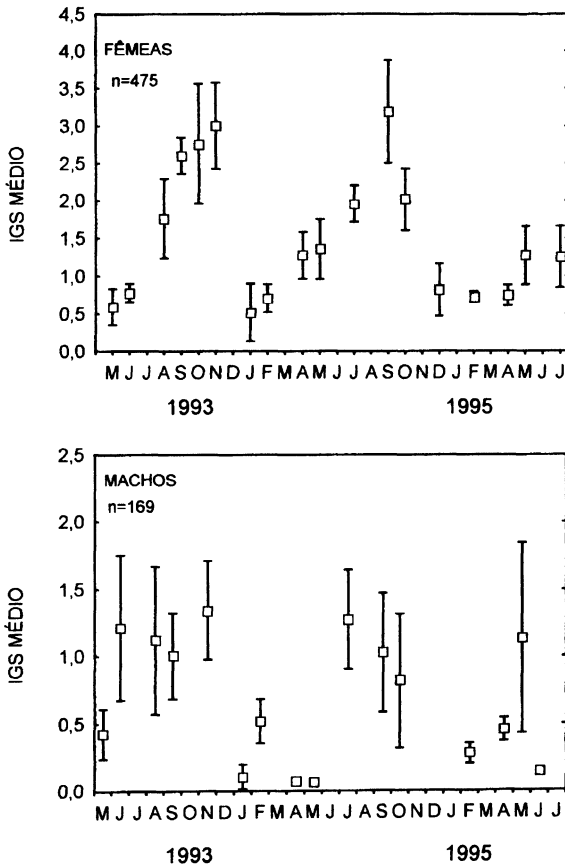


Fig. 2

Distribuição mensal dos valores médios de índices gonadosomáticos (IGS) e desvio padrão para machos e fêmeas de pargo-rosa (*Pagrus pagrus*) entre maio de 1993 e julho de 1995.

incrementos marginais ocorreram nos meses de outono e inverno. Os resultados expostos acima sugerem uma periodicidade anual na formação dos anéis entre maio e julho, estando a sua origem associada aos meses subsequentes à desova.

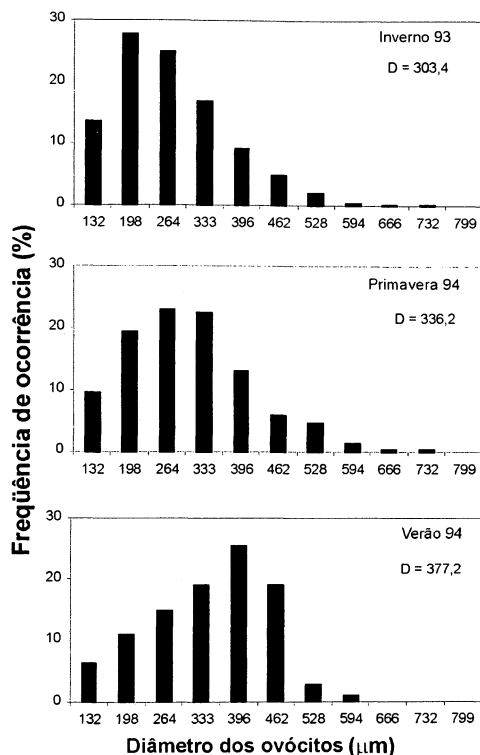


Fig. 3

Distribuição sazonal da frequência do diâmetro dos ovócitos de pargo-rosa (*Pagrus pagrus*) na região de Cabo Frio - RJ. Inverno (junho-agosto); Primavera (setembro-novembro); Verão (dezembro-fevereiro). (D): diâmetro médio.

Relação comprimento-idade

Observou-se um padrão consistente de aumento do comprimento médio calculado e das idades determinadas com base nas leituras das escamas (Tabela 2). No caso das fêmeas, a diferença entre os comprimentos médios observados (CTo) e calculados pela equação de von Bertalanffy (CTc) para idades de até 4 anos, foi em média inferior àquela observada em idades mais avançadas. Com relação aos machos, verifica-se que as diferenças entre os comprimentos médios observados e calculados são em geral

superiores quando comparadas às das fêmeas de mesma idade. Ainda em relação às diferenças encontradas entre sexos, observa-se que os machos em idades inferiores a 4 anos atingem comprimentos sempre superiores aos alcançados pelas fêmeas na mesma classe etária.

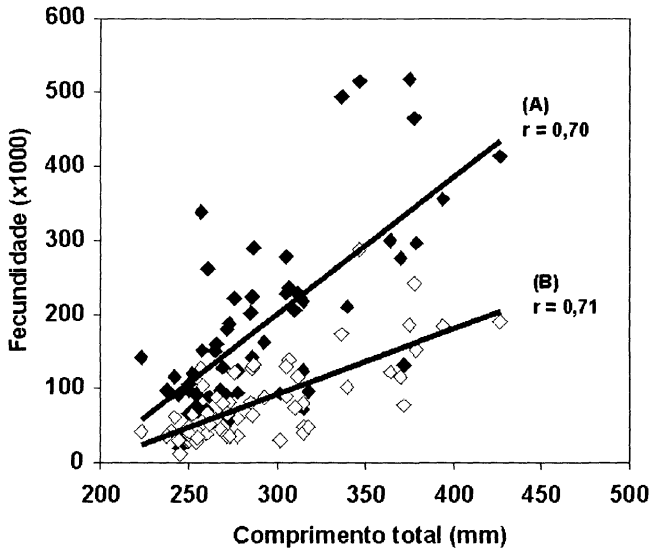


Fig. 4

Fecundidade relativa repetição para ovócitos maiores que 160 μm (A) e ovócitos maiores que 360 μm (B) em fêmeas de pargo-rosa (*Pagrus pagrus*)

As curvas de crescimento ajustadas sobre os comprimentos médios observados e calculados são apresentadas para machos, fêmeas e sexos agrupados (Figura 7). Os parâmetros da função de crescimento de von Bertalanffy, estimados por ajuste não-linear aos comprimentos médios calculados pelo modelo foram:

	CT_{∞}	K	t_0
Fêmeas	523,3	0,123	- 2,09
Machos	371,6	0,203	- 3,14
Sexos agrupados:	528,9	0,107	- 2,78

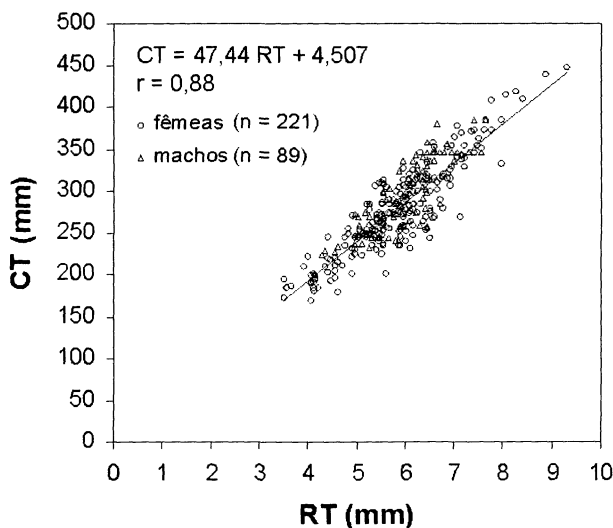


Fig. 5

Relação existente entre o tamanho da escama (RT) e o comprimento total (CT) para machos e fêmeas de *Pagrus pagrus*.

Os resultados indicam que considerando o conjunto de amostras analisadas, machos e fêmeas apresentam diferenças básicas em seus parâmetros de crescimento. Machos apresentaram comprimentos máximos teóricos (CT_{∞}) inferiores, mas suas taxas de crescimento (K) são maiores quando comparadas às calculadas para as fêmeas. Essa característica reflete as diferenças observadas nas primeiras classes etárias da população (até 4 anos), onde o comprimento médio calculado (CT_c) dos machos supera de 3 a 21 % o estimado para as fêmeas, ocorrendo o comportamento inverso em idades mais avançadas.

DISCUSSÃO

A época de formação dos anéis em escamas do pargo-rosa tem sido associada ao período reprodutivo, com diferenças que variam em função da atividade alimentar da espécie. Na costa Argentina, Cotrina (1977) associou a formação dos anéis de crescimento à maturação gonadal e aos períodos de alimentação subseqüentes à desova. Manooch & Hutsman (1977) também destacaram a importância do processo de ma-

turação gonadal como um fator decisivo para a validação das estruturas de aposição de *Pagrus pagrus* no litoral da Carolina do Norte.

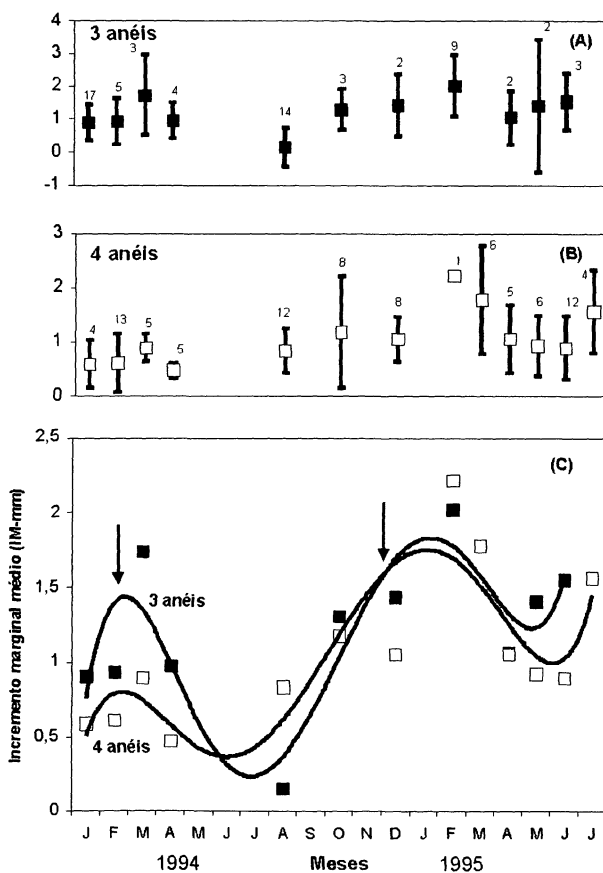


Fig. 6

Distribuição do incremento marginal médio e desvio padrão (IM) calculado para os grupos etários de 3 (A) e 4 anéis (B) em escamas de fêmeas de pargo-rosa (*Pagrus pagrus*). Polinômio de ajuste ao incremento marginal médio para os grupos de 3 e 4 anéis (C). As setas indicam os períodos de desova.

No Brasil, Silva (1996) analisou o crescimento e a mortalidade da espécie no litoral de São Paulo e associou a formação dos anéis às épocas de desova e migração reprodutiva da espécie. Em todos os trabalhos citados, a interpretação das leituras em

escamas apontaram para o desenvolvimento de apenas uma marca anual. No presente estudo, o aparecimento dos anéis pôde ser associado aos períodos subsequentes à desova, concordando com as características descritas para a costa norte-americana e Argentina.

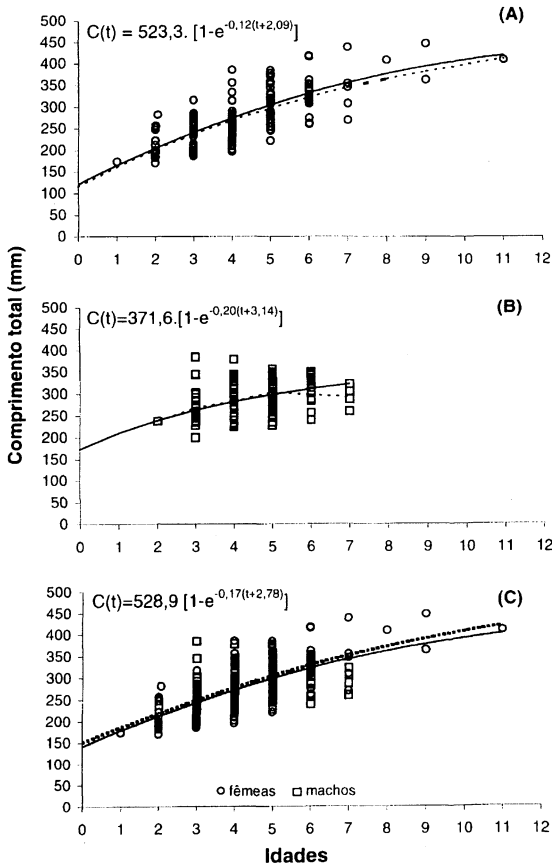


Fig. 7

Curvas de crescimento ajustada sobre os comprimentos médios observados (linhas cheias) e calculados (linhas tracejadas) para fêmeas, machos e para os sexos agrupados de pargo-rosa (*Pagrus pagrus*) desembarcados em Cabo Frio, Rio de Janeiro.

Os dados obtidos neste estudo permitiram a caracterização de alguns aspectos do ciclo reprodutivo e do processo de maturação gonadal de *Pagrus pagrus* no litoral do Rio de Janeiro. Entretanto, com relação aos machos, ressalta-se que os dados devem ser encarados com reservas, principalmente devido ao pequeno número de exemplares examinados nas amostras e à dinâmica de reversão sexual observada ao longo do ciclo de vida da espécie, com hermafroditismo protogínico predominando em menores classes de tamanho, fenômeno repetidamente citado na literatura para diferentes espécies do gênero *Pagrus*.

O ciclo reprodutivo da espécie foi estudado através da distribuição mensal dos valores médios da relação gonadossomática (IGS) e dos dados sobre a composição de tamanhos dos ovócitos presentes nos ovários de fêmeas maduras e em fase final de maturação gonadal. Os resultados indicaram que o pargo-rosa apresenta um único período de desova, que ocorre durante o verão, entre novembro e fevereiro. As amostras estudadas por Silva (1996) no litoral de São Paulo não permitiram conclusões sobre o ciclo reprodutivo da espécie, basicamente devido ao comportamento migratório das fêmeas em épocas de desova, resultando na ausência de indivíduos maduros nas amostras. Mas Cotrina (1994), através de um amplo programa de estudo sobre o ciclo reprodutivo da espécie na costa da Argentina, afirma que *Pagrus pagrus* desova uma vez ao ano, entre novembro e janeiro, concordando com os dados aqui apresentados. O mesmo período (da primavera ao início do verão) teria sido indicado para as populações de *P. pagrus* que vivem no Mediterrâneo (Vassilopoulou & Papaconstantinou, 1992) e na Carolina do Norte (Manooch, 1976).

O comprimento de primeira maturação sexual para as fêmeas de *Pagrus pagrus* da região de Cabo Frio - RJ (220-230 mm CT), é comparável aos indicados na literatura: 313 CT mm no Mediterrâneo (Vassilopoulou & Papaconstantinou, *op. cit.*), 304 mm CT na costa da Carolina do Norte (Manooch, 1976), 300 mm CT no noroeste da costa africana (Alekseev, 1983) e 236 mm CT na Argentina (Cotrina & Christiansen, 1994). Silva (1996), estudando vários aspectos do ciclo de vida da espécie no litoral de São Paulo indicou, que o tamanho de primeira maturação sexual foi de 259 mm CT.

Segundo Manooch (1976), os ovócitos maduros desovados e não fertilizados de *Pagrus pagrus* apresentam diâmetro variando entre 604 e 920 μm . Através de análises citológicas, Cotrina & Christiansen (1994) indicaram que os ovócitos de reserva, que constituem a etapa inicial da maturação, variam de 40 a 150 μm . Durante a vitelogênese incipiente, inicialmente os ovócitos são de 170 μm atingindo 245 μm na fase final. Na vitelogênese avançada, pode-se encontrar ovócitos desde 275 μm até 585 μm . Durante a desova, os ovócitos em fase de migração nuclear e formação da gota de gordura estão com cerca de 800 μm . Do exposto acima, pode-se considerar que as amostras estudadas incluíam fêmeas em todos os estágios de desenvolvimento gonadal (incluindo aquelas em fase de vitelogênese avançada, com ovócitos de até 732 μm).

Os parâmetros de crescimento obtidos no presente trabalho encontram-se dentro da variação observada para a mesma espécie em outras regiões (Cotrina, 1977; Ma-

nooch & Huntsman, 1977; Vassilopoulou, 1992), assim como para aqueles obtidos na costa brasileira (Silva, 1996; Haimovici, com. pess.). Dentro do conjunto de informações analisadas, observam-se diferenças nas taxas de crescimento entre sexos, com os machos crescendo mais rapidamente que as fêmeas. Uma explicação para esta característica seria um maior investimento por parte das fêmeas na formação das gônadas após os períodos de maturação e desova. Estudos mais detalhados sobre o processo de maturação sexual e sua associação com o hermafroditismo protogênico poderiam contribuir para a compreensão das diferenças de crescimento observadas entre sexos.

AGRADECIMENTOS

À FAPERJ, pelo auxílio através de bolsa de estudo concedida ao primeiro autor. À BRASFISH - Captura e Comércio de Pescados, pela concessão das amostras, e especialmente ao Sr. Antonio Libanio, pelo apoio dado durante o trabalho de amostragem em Cabo Frio - RJ.

RESUMO

Foram examinados 644 exemplares de pargo-rosa (*Pagrus pagrus*), variando entre 170 e 448 mm de comprimento total (CT), sub-amostrados mensalmente nos desembarques da frota de linheiros e pargueiras que operaram no litoral do Rio de Janeiro e desembarcaram em Cabo Frio - RJ entre 1993 e 1995. As amplitudes de comprimento para as fêmeas variaram de 170 a 520 mm-CT ($n=475$) e para os machos de 200 a 390 mm-CT ($n=169$). Escamas de 175 fêmeas e 139 machos foram usadas para estimativa dos parâmetros de crescimento. Os parâmetros da equação de crescimento de von Bertalanffy foram obtidos através de métodos iterativos de ajuste não-linear. As equações da curva de crescimento para fêmeas, machos e sexos agrupados foram: $CT = 523,3(1 - e^{-0,123(t+2,09)})$, $CT = 371,6(1 - e^{-0,200(t+3,14)})$ e $CT = 528,8(1 - e^{-0,107(t+2,78)})$, repectivamente. A análise da distribuição do incremento marginal relativo para os grupos etários de 3 e 4 anéis sugere que um único anel foi formado durante o ano, estando sua origem associada aos meses subsequentes à desova, nos meses de maio a julho. O comprimento médio de primeira maturação sexual para fêmeas foi estimado entre 220-230 mm CT para fêmeas e 230-240 mm CT para os machos. A proporção entre sexos nas amostras examinadas foi de 2,81 fêmeas para cada macho desembarcado, com hermafroditismo protogênico ocorrendo principalmente nas menores classes de comprimento. Estimativas de fecundidade relativa variaram entre 7.000 e 518.000 ovócitos para fêmeas entre 259 e 375 mm de comprimento total. A análise da distribuição sazonal de diâmetro dos ovócitos, juntamente com indicadores gonadossomáticos, apontam para uma única desova ao ano, que ocorre entre novembro e fevereiro. Ovócitos em fase de vitelogênese avançada ($>270 \mu m$) ocorreram da primavera ao início do verão.

Palavras-chave: Pargo-rosa, crescimento, reprodução, *Pagrus pagrus*.

ABSTRACT

We examined 644 specimens of red-porgy (*Pagrus pagrus*) ranging from 170 to 448 mm CT collected from artisanal landings in Rio de Janeiro state waters from 1993 to 1995. Among all specimens we have sexed, females ranged from 170 to 520 mm CT (n=475) and males ranged from 200 to 517 mm (n=169). Scales from 175 females and 89 males, within 2-11 years-old were used to estimate growth parameters throughout nonlinear estimation methods. Marginal increment analysis of specimens 3-4 years old suggested that a single annulus was formed each year, during May-June. Growth rings in scales could be associated with gonadal development and post-spawning periods. The von Bertalanffy growth equation for females, males and both sexes for red porgy were: CT = $523,3(1-e^{-0,123(t+2,09)})$, CT = $371,6(1-e^{-0,200(t+3,14)})$ e CT = $528,8(1-e^{-0,107(t+2,78)})$, respectively. We estimated that 50 % of the females in the population had reached sexual maturity by 220-230 mm CT and 230-240 mm (males). Red-porgies are protogynous hermaphrodites. Adult females occurred during spring-summer and a single spawning period from November to February was observed. Estimates of fecundity ranged from 7 to 518 thousands eggs from females ranging from 259 to 375 mm CT. Advanced staged eggs (>270 µm) were more frequent from spring to early summer.

Key-words: Red porgy, Brazil, growth, reproduction, *Pagrus pagrus*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEKSEEV, F.E. 1983. Hermaphroditism in porgies (Perciformes, Sparidae). II. Sexual structure of populations, mechanism of its formation and evolution in scups, *Pagrus pagrus*, *Porphus*, *P. ehrenberg* and *P. auriga*. *Journal of Ichthyology*, 23 (2): 61-73.
- BAGENAL, T. B. 1978. *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. Blackwell Scientific, London, third ed., 365 pp.
- BRANKEVICH, G., A. ROUX & R.BASTIDA. 1990. Relevamiento de un banco de pesca del besugo (*Sparus pagrus*) en la plataforma bonearense. Características fisográficas generales y aspectos ecológicos preliminares. *Frente Marítimo*, 7 (A): 75-86.
- CAPÍTOLI, R. & M. HAIMOVICI. 1993. Alimentación del besugo (*Pagrus pagrus*) en el extremo sur de Brasil. *Frente Marítimo* 14 (A): 81-86.
- CIECHOMSKI, J.D. & M.C.CASSIA. 1974. Reproducción y fecundidade del besugo *Pagrus pagrus* (Linné) en el mar Argentino. (Pisces, Sparidae). *Physis*, 33 (87): 443-452.
- CIECHOMSKI, J.D & G.WEISS. 1973. Desove y desarrollo embrionario y larval del besugo, *Pagrus pagrus* (Linné) en el mar Argentino. *Physis*, 32 (85): 481-487.
- COTRINA, C. 1977. Interpretación de las escamas del besugo del Mar Argentino, *Pagrus pagrus* (L.), en la determinación de edades. *Physis* 36 (A): 31-40.
- COTRINA, C. 1986. Estudios biológicos sobre peces costeros con datos de campanas de investigación realizadas em 1981. V. El besugo *Pagrus pagrus*. *Frente Marítimo* 2 (1): 53-59.
- COTRINA, C. 1989. *Estudio biológico del besugo (Pagrus pagrus) en el sistema costero bonearense*. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, 157 p. Tese de Doutorado.
- COTRINA, C. & H.E. Christiansen. 1994. El comportamiento reproductivo del besugo (*Pagrus pagrus*) en el sistema costero Bonaerense. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero* 9:25-58.
- HAIMOVICI, M. 1991. Edad, crecimiento y tipos de escamas del besugo (*Pagrus pagrus*) en el sur de Brazil. *VII Simp. Com. Tec. Mix. del Frente Marítimo*, 2 a 4 de diciembre. Montevideo.
- HAIMOVICI, M., S. PEREIRA & P.C.VIEIRA. 1989. La pesca demersal en el sur de Brasil en el periodo 1975-1985. *Frente Marítimo* 5 (A): 151-163.
- MANOOCH, C.S. 1976. Reproductive cycle, fecundity and sex ratios of the red porgy, *Pagrus pagrus* (Pisces:Sparidae) in North Carolina. *Fishery Bulletin* 74 (4): 775-781.

- MANOOCH, C.S. 1977. Foods of the red porgy *Pagrus pagrus* (Pisces: Sparidae) from North Carolina and South Carolina. *Bulletin of Marine Sciences*, 27 (4): 776-787.
- MANOOCH, C.S. & W.W. HASSLER. 1978. Synopsis of biological data on the red porgy, *Pagrus pagrus* (Linnaeus). *FAO Fisheries Synopsis* 116: 19 p.
- MANOOCH, C.S. & G.R. HUNTSMAN. 1977. Age, growth and mortality of red porgy, *Pagrus pagrus*. *Transactions of the American Fish Society* 106 (1): 26-33.
- PAPACONSTANTINOU, C. & E. CORAGITSOU. 1989. Feeding interactions between two sympatric species, *Pagrus pagrus* and *Phycis phycis* around Kastellorizo island (Dodecanese, Greece). *Fisheries Research*, 7: 329-342.
- PAULY, D. 1984. *Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use with programmable calculators*. ICLARM, Manila, Philippines, 365 pp.
- SILVA, A.O.A.S. 1996. *Idade, crescimento, mortalidade e aspectos reprodutivos do pargo, Pagrus pagrus (Teleostei: Sparidae), na costa do Estado de São Paulo e adjacências*. Universidade de São Paulo. São Paulo, 116 p. Tese de Mestrado.
- VASSILOPOULOU, V. & C. PAPACONSTANTINOU. 1992. Age, growth and mortality of the red porgy, *Pagrus pagrus*, in the eastern Mediterranean Sea (Dodecanese, Greece). *Vie Millieu*, 42 (1): 51-55.
- VAZZOLER, A.E.A.M. 1981. *Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes. Crescimento e reprodução*. Brasília CNPq. Programa Nacional de Zoologia. 108p.
- VAZZOLER, A.E.A.M. 1996. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá, EDUEM; São Paulo, SBI. 169 p.
- YESAKI, M. & B.N. BARCELOS. 1974. Desenvolvimento da pesca do pargo róseo ao longo da costa sul do Brasil. *Série Documentos Técnicos (SUDEPE-PDP)*, 6: 1-8, 10 figs. Rio de Janeiro.
- ZAR, J. H. 1984. *Biostatistical analysis*. 2nd Edition. Prentice Hall, New Jersey, 718 p.

CNIDÁRIOS DA BAÍA DO ESPÍRITO SANTO E ADJACÊNCIAS (BRASIL). I - AS ANÊMONAS-DO-MAR (*ANTHOZOA*, *ACTINIARIA*)

Priscila A. GROHMANN*

INTRODUÇÃO

Comparando com outras regiões zoogeográficas e considerando a enorme extensão da costa brasileira, nossa anemonofauna (*Cnidaria*, *Anthozoa*, *Actiniaria*) é relativamente pobre. Uma revisão histórica do estudo do grupo no Brasil foi recentemente publicada por Gomes & Mayal (1997b), na qual se pode comprovar a ampliação da listagem pioneira feita por Correa (1964) de 10 espécies, no litoral de São Paulo, para 29 espécies ao longo de todo o litoral. Mesmo assim, os dados disponíveis sobre a distribuição de nossas anêmonas-do-mar são ainda inconsistentes, tendo sido divulgados como relatos de novas ocorrências, alguns levantamentos em locais específicos da costa e descrições de algumas espécies novas (Gomes & Mayal, 1997b).

Com relação aos levantamentos feitos em áreas específicas, além da tese de Correa (1964), com material do litoral de São Paulo (10 espécies) e das dissertações de Belém (1974), com exemplares de Santa Cruz, ES (6 espécies) e Dube (1974), com anêmonas da Bahia (7 espécies), existem alguns resumos de apresentações em congressos como os de Mattos *et al.* (1984) (8 espécies em Itacuruçá, RJ) e Schlenz (1987) (12 espécies em S. Catarina), além das publicações plenas de Pires *et al.* (1992) (7 espécies em Fernando de Noronha), Castro *et al.* (1995) (3 espécies em Arraial do Cabo, RJ), Echeverría *et al.* (1997) (4 espécies no Atol das Rocas) e Gomes & Mayal (1997a) (10 espécies no litoral de Pernambuco) (tabela I).

Os resultados divulgados neste trabalho fazem parte de um grande projeto de monitoramento realizado na Baía do Espírito Santo, de 1986 a 1997, por uma equipe

* Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Departamento de Zoologia, CCS - Bloco A - Ilha do Fundão, CEP 21 941-590, Rio de Janeiro, Brasil

de professores, técnicos e estagiários da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Nesse projeto, além do bentos de substrato consolidado e inconsolidado, também foram analisadas amostras de água e plâncton da região sob influência dos efluentes da SUPEL/CVRD (Superintendência de Pelotização da Companhia Vale do Rio Doce).

Este trabalho tem como objetivos iniciar o inventário das anêmonas dos costões de Vitória - ES, ampliar o conhecimento da distribuição do grupo ao longo da costa brasileira e contribuir com dados referentes à zoogeografia da anemonofauna no Atlântico Sul, numa faixa do litoral próxima ao limite da Província Paulista (Palacio, 1982; Grohmann, 1997a, b).

MATERIAL E MÉTODOS

No projeto de monitoramento da orla marítima da Baía do Espírito Santo foram estudadas as faunas do sedimento de fundo e as dos costões nas proximidades do complexo industrial da SUPEL/CVRD (Grohmann, 1997a, b). A estratégia amostral adotada no acompanhamento da biota do sedimento de fundo foi a de coletas sistemáticas em estações posicionadas em radiais marcadas a partir de um ponto próximo à antiga saída principal dos efluentes. Com relação aos costões da Praia de Camburi, no início do projeto (1986) foram marcados 8 pontos para acompanhamento, sendo apenas 3 selecionados para serem trabalhados a longo prazo. Por ocasião do deslocamento da principal saída dos efluentes do parque industrial da SUPEL/CVRD para a Praia Mole (1991), mais um ponto passou a ser monitorado nesse último local. Assim, coletas sazonais (em regime trimestral) foram feitas em marés baixas de sizígia durante onze anos em Camburi e seis anos em Praia Mole.

A área monitorada situa-se no distrito de Goiabeiras, município de mesmo nome, ao norte de Vitória (figura 1). Abrange a orla adjacente ao complexo portuário Tubarão - Praia Mole, na extremidade nordeste da Baía do Espírito Santo (20°18'S, 40°18'W), principal via de escoamento de carvão mineral e minério de ferro extraídos pelas Companhias Vale do Rio Doce e Siderúrgica de Tubarão no Município de Itabira, Minas Gerais, e corredor de exportação de grãos produzidos na região. Essa parte do litoral brasileiro caracteriza-se pela presença de falésias do grupo Barreiras – os famosos “tabuleiros” – apresentando, em alguns pontos, uma encosta íngreme de 15-20 metros de altura, geralmente recoberta por formações quaternárias (Moraes, 1974; Costa, 1989). Em frente a essas falésias encontram-se grandes blocos rochosos, de tamanhos variados, testemunhos do recuo erosivo das falésias (Muehe, 1988). Dispostos uns sobre os outros, tais blocos propiciam a formação de inúmeras poças-de-maré, durante a baixa-mar, ocupadas por uma rica biota característica do infra-litoral raso. As coletas foram feitas entre o médio-litoral superior e a “franja” do infra-litoral. Neste trabalho denominamos *Ponto 1* a área trabalhada no costão de Camburi e *Ponto 2* a área acompanhada em Praia Mole (figura 1).

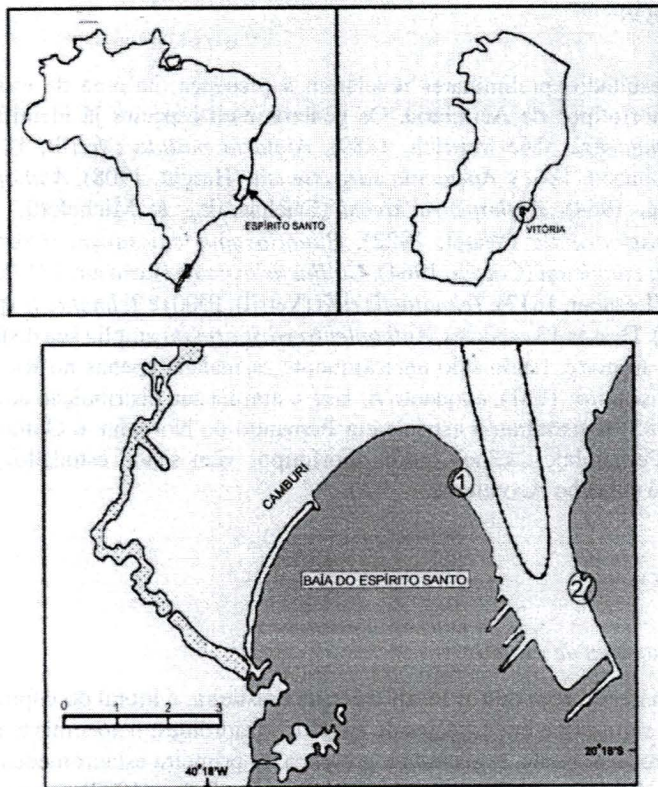


Fig. 1

Área de estudo: Baía do Espírito Santo e adjacências (Vitória - ES).

1 - Praia de Camburi; 2 - Praia Mole

Em laboratório de campo foram feitas lâminas de material fresco para a análise dos cnidomas, sendo os animais, em seguida, anestesiados com cristais de mentol. A fixação foi feita com formol a 10% em água do mar.

No laboratório da instituição o material foi incluído em parafina e os blocos cortados em micrótomo Spencer 820 a uma espessura de 7 μ m. Tal procedimento permite a observação da microanatomia de estruturas taxonomicamente importantes como sifonóglifos, mesentérios (número e disposição), esfínter, músculos (retratores, parietais e basais) e detalhes da ornamentação da coluna. As colorações usadas nos cortes histológicos foram as de rotina para actiniários (bicrômico H-E e tricrômico de Mallory) e a resina de montagem foi o Entellan. Todo o material trabalhado encontra-se depositado em lotes no Depositário de Invertebrados Marinhos do Departamento de Zoologia e catalogado no livro de registros (Col. Cnid. DZ-IB-UFRJ).

RESULTADOS

Os resultados preliminares revelaram a presença, na área de estudo, de 18 diferentes morfotipos de Actiniaria. Os gêneros e/ou espécies já identificadas são: *Actinia bermudensis* (Mc Murrich, 1889), *Aiptasia pallida* (Verrill, 1864), *Alicia mirabilis* (Johnson, 1861), *Anemonia sargassensis* (Hargitt, 1908), *Anthopleura cascacia* (Corrêa, 1964), *Anthopleura krebsi* (Duchassaing & Michelotti, 1860), *Anthopleura varioarmata* (Watzl, 1922), *Bunodosoma caissarum* (Corrêa, 1964), *Bunodosoma cangicum* (Corrêa, 1964), *Calliactis tricolor* (Lesueur, 1817), *Phyllactis flosculifera* (Lesueur, 1817), *Telmatactis rufa* (Verrill, 1900) e *Telmatactis* sp. (*T. roseni* Watzl, 1922). Dessas 13 espécies, *Anthopleura varioarmata* amplia sua distribuição na costa, rumo ao norte, tendo sido anteriormente assinalada apenas no Rio de Janeiro (Belém & Monteiro, 1981), enquanto *A. krebsi* amplia sua distribuição ao sul. Belém & Pinto (1985) registraram a espécie em Fernando de Noronha, e Gomes & Mayal (1997) em Pernambuco. Cinco outros morfotipos vêm sendo estudados, a maioria pertencente à subtribo Acontiarina.

DISCUSSÃO

A poluição na área de estudo

Comparando com outros locais da costa brasileira, o litoral do Espírito Santo é, sem dúvida, riquíssimo em espécies de cnidários (hidróides, octocorais e actinírios), tendo sido, recentemente, registrada a presença da primeira estauromedusa brasileira em Aracruz (Grohmann *et al.*, no prelo). Oliveira Filho (1977) também já havia constatado uma grande exuberância na flora marinha local. Isto talvez se deva a todo um conjunto de fatores físico-químicos das águas associado à geomorfologia costeira nessa região.

Levando em consideração que a praia de Camburi é fortemente influenciada por agentes poluentes de naturezas química e orgânica, é admirável a riqueza de espécies ainda presentes no local (Grohmann, 1997a, b). As partículas de minério de ferro escoadas do parque industrial da SUPEL/CVRD, juntamente com as águas pluviais, foram por longos anos descartadas junto aos pontos de coleta na Praia de Camburi, periodicamente encobrindo a fauna e flora locais, sendo, inclusive, incorporadas ao exosqueleto de algumas espécies de zoantídeos. Existem, ainda hoje, um grande esgotamento proveniente de uma das lagoas de decantação do parque industrial da SUPEL/CVRD (a de número 10) e alguns canais de escoamento de efluentes, em atividade, à esquerda da praia. Isso sem contar com a influência, a nordeste da Baía do Espírito Santo, da área portuária de Tubarão - Praia Mole.

Tabela 1- Anêmonas-do-mar já identificadas para o litoral brasileiro e sua localização na costa. Baseado em: 1-Echeverria *et.al.*(1997); 2-Schlenz & Belém (1992); 3-Belém & Schlenz (1989); 4-Pires *et.al.*(1992); 5-Belém & Pinto (1990); 6-Dube (1976); 7-Gomes & Mayal (1997a); 8-Corrêa, 1973; 9-Dube (1974); 10-Belém & Preslercravo (1973); 11-Schlenz (1983); 12-Mattos *et al.* (1984); 13-Excoffon *et al.*, 1997; 14-Belém & Monteiro (1977); 15-Schlenz (1985); 16-Pires (1988); 17- Corrêa (1964); 18-Corrêa & Schlenz (1976); 19-Rosso (1984) ; 20-Schlenz (1987). *espécies assinaladas neste trabalho; **observação pessoal.

AR=Atol das Rocas; FN=Fernando de Noronha; CE=Ceará; RN=Rio Grande do Norte; PE=Pernambuco; BA=Bahia; AB=Abrolhos; ES=Espírito Santo; RJ=Rio de Janeiro; SP=São Paulo; SC=Santa Catarina.

Espécies / localidades	AR	FN	CE	RN	PE	AB	BA	ES	RJ	SP	SC
1 <i>Actinia bermudensis</i>					7		7, 9	10,*	6, 9	8,17	20
2 <i>Actinoporus elegans</i>										8	
3 <i>Aiptasia pallida</i>	1	1, 4						4,*	4,12	8,17	4,20
4 <i>Alicia mirabilis</i>					7, 8			*			
5 <i>Anemonia sargassensis</i>		4			7	5, 7	5, 9	6,*	6,12	8,17	4,20
6 <i>Anthopeura cascata</i>					7		7, 9	7,*	12	8,17	20
7 <i>Anthopeura krebsi</i>		4, 5			7			*			
8 <i>Anthopleura varioarmata</i>								*	12		
9 <i>Anthothoe chilensis</i>									13		
10 <i>Bellactis ilkalyseae</i>	1	1, 4				1	4, 9				
11 <i>Bunodosoma caissarum</i>		4						4,*	4,12	4,17	4,20
12 <i>Bunodosoma cangicum</i>					7		7, 9	10,*	12	8,17	20
13 <i>Calliactis tricolor</i>			6, 8				9	*		6,17	20
14 <i>Carcinactis dolosa</i>											20
15 <i>Condylactis gigantea</i>						8			**		
16 <i>Haliplanella lineata</i>									14		
17 <i>Homostichanthus duerdeni</i>					7		7	8,10			
18 <i>Lebrunia coralligens</i>						8					
19 <i>Lebrunia danae</i>					7, 8						
20 <i>Metapeachia sp</i>									15	15	
21 <i>Paracondylactis hertwigi</i>										18	
22 <i>Paranthus rapiformis</i>								11		17	20
23 <i>Phyllactis correae</i>	1, 2										
24 <i>Phyllactis flosculifera</i>					7		7, 9	10,*	6, 7	8,17	7,20
25 <i>Phymanthus canous</i>										17	
26 <i>Psamanthus caraguaensis</i>					7			7	7	19	
27 <i>Telmatactis rufa</i>	1, 3	1, 4		3, 4		3		3,*	3		3
28 <i>Telmatactis sp</i>								*			
29 <i>Tricnidactis errans</i>									16		
Total	4	6	1	1	10	5	8	16	15	14	11

A anemonofauna do Espírito Santo

Estudos preliminares já haviam sido feitos por Belém & Preslercravo (1973) e Belém (1974) com material obtido nas proximidades do Museu Mello-Leitão em Santa Cruz, Município de Aracruz. Foram coletadas, nessa época, 6 espécies: *Actinia bermudensis*, *Bunodosoma cangicum*, *Phyllactis flosculifera* (identificada como *P. praetexta*), *Homostichanthus duerdeni* (identificada como *Stoichactis helianthus*), *Telmatactis sp.* e *Calliactis sp.* Supondo que as duas últimas espécies sejam *Telmatactis rufa* e *Calliactis tricolor*, com exceção de *H. duerdeni* todas são agora assinaladas também em Vitória.

Aspectos bioecológicos

Com relação aos pontos amostrados, Camburi é mais rica em espécies do que a Praia Mole. Isto talvez se deva ao fato de localizar-se no interior da Baía do Espírito Santo, apresentando condições de hidrodinamismo e eutrofização diferentes das da Praia Mole, uma praia exposta. Essa diferença na riqueza de espécies pode também estar relacionada ao tipo de substrato. Em Camburi os blocos rochosos são de tamanhos variados e dispostos uns sobre os outros. Na Praia Mole o substrato (concreções lateríticas) é mais compacto, apresentando uma rica cobertura de algas calcárias (Rhodophyta), sendo parcialmente assoreado por areia grossa e nódulos calcários.

Com relação à localização das espécies, nas praias estudadas, *Aiptasia pallida* é encontrada tanto em Camburi quanto na Praia Mole, vivendo de modo agregado em poças de maré, sugerindo a formação de clones.

Anthopleura varioarmata e *A. krebsi*, encontradas apenas em alguns locais da praia de Camburi, dividem o espaço existente em grandes blocos, ao longo da faixa de areia, bastante próximas umas das outras, o que não costuma ser comum. De acordo com a literatura, a maioria das espécies de *Anthopleura* apresenta comportamento agressivo bastante pronunciado, tanto em nível intraspecífico (Childress, 1969; Francis, 1973a, b; 1976; Bigger, 1976, 1980, 1982) quanto interspecífico (Dayton, 1971; Bigger, 1976, 1980, 1982; Belém & Monteiro, 1981; Fujii, 1987), comportamento, esse, verificado até entre sexos opostos de uma mesma espécie (Sebens, 1984). Sempre que há contato físico entre anêmonas da mesma espécie e/ou entre espécies diferentes ocorre agressão, a não ser que se trate de exemplares de mesmo genótipo, ou seja, de clones formados a partir de um mesmo indivíduo, no caso de *Anthopleura* por fissão longitudinal (Fujii, 1987). O fato observado, somado à grande semelhança morfológica entre *A. krebsi* e *A. varioarmata*, principalmente considerando o material fixado, levou a pensar, no início dos trabalhos, tratar-se de apenas uma espécie. Testes utilizando métodos de eletroforese de enzimas, no entanto, revelaram que os dois morfotipos são, na verdade, duas espécies distintas (A. Solé-Cava, comunicação pessoal de dados não publicados).

Phyllactis flosculifera não aparece com frequência em Camburi mas é abundante em Praia Mole. *Anemonia sargassensis*, ao contrário, é comum em Camburi e raramente observada em Praia Mole. Tão comum no litoral brasileiro (tabela I), essa espécie é encontrada em Camburi como dois morfotipos distintos: um de coloração usual, com tentáculos rosa-claros e coluna vermelho-vinho e outro com coluna e tentáculos laranja-claros e translúcidos, o que merece uma investigação acurada.

Com relação ao caráter policrômico verificado em algumas espécies de anêmonas-do-mar, Haylor *et al.* (1984) verificaram a existência de três diferentes morfotipos em *Actinia equina* na Grã Bretanha (Isle of Man). Russo *et al.* (1994) também assinalaram três diferentes morfotipos de *A. bermudensis* na costa brasileira. Ambos os trabalhos atribuem essas diferenças a heterogeneidades genéticas altamente

significativas nessas espécies (diferentes frequências de alelos para todos os *loci* estudados).

Autores como McCommas & Lester (1980), LeBoeuf *et al.* (1981a, b) e McCommas & LeBoeuf (1981) dedicaram um longo tempo ao estudo dos carotenóides presentes na coluna da espécie *B. granuliferum*. Chamava-lhes a atenção a coluna dessa espécie, ora avermelhada, com faixas claras alternando com faixas escuras (tipo 1), ora com coloração marrom-alaranjada (tipo 2), esta última semelhante a *B. cangicum* assinalada em Vitória. Além da aparente semelhança morfológica entre *B. granuliferum* (tipo 2) e *B. cangicum*, esta última espécie foi observada em Camburi encoberta por areia e na Praia Mole presa em rochas, hábitos anteriormente verificados, na mesma espécie, por Belém & Preslercravo (1973) nas praias de Aracruz - ES, e em *B. granuliferum* (tipo 2) por McCommas & LeBoeuf (1981) nas ilhas Grand Cayman e por LeBoeuf *et al.* (1981a, b) no Texas. Também seria interessante fazer um estudo comparativo minucioso entre essas duas espécies.

Aspectos zoogeográficos relativos às espécies estudadas

A maioria das espécies ocorrentes no Brasil pertence basicamente à fauna da região das Índias Ocidentais, como as seguintes anêmonas assinaladas em Vitória: *Actinia bermudensis*, *Aiptasia pallida*, *Anemonia sargassensis*, *Anthopleura krebsi*, *Anthopleura varioarmata*, *Calliactis tricolor*, *Phyllactis flosculifera* e *Telmatactis rufa*, embora *A. sargassensis*, *C. tricolor* e *A. pallida* também ocorram na costa atlântica dos Estados Unidos. A espécie *Alicia mirabilis* já foi assinalada no Mediterrâneo e na Ilha da Madeira (Atlântico Oriental) (Carlgren, 1949). Das espécies descritas por Corrêa (1964) apenas *B. caissarum* parece ser endêmica (Schlenz, 1983).

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pela SUPEL-CVRD. Às professoras Dra. Erika Schlenz, do Instituto de Biociências da USP, Dra. Gisele Hajdu, do Departamento de Bioquímica da UERJ e Vera Abud, do Instituto de Biologia da UFRJ e ao Comitê Editorial de Nerítica e revisores pelas críticas e sugestões. Ao Dr. Antônio Solé-Cava, do Instituto de Biologia da UFRJ, pelo uso de técnicas de eletroforese de enzimas no esclarecimento de dúvidas com relação a duas espécies próximas e à bióloga Suzana M. Pinto pela proveitosa discussão por ocasião do XXII CBZ. Ao amigo Dr. Dale R. Calder, do Royal Ontario Museum, pela revisão do *abstract*. Aos estagiários biólogos Mara P. de Magalhães, pelo auxílio no levantamento bibliográfico e montagem de quadros comparativos e Claudio C. Nogueira, pela curadoria da coleção. À Superintendência de Pelotização da Companhia Vale do Rio Doce (SUPEL/CVRD) e ao Centro de Pesquisas do Mar (CEPEMAR) pelo financiamento do projeto e apoio logístico, respectivamente.

ABSTRACT

Cnidarians of Espírito Santo Bay, ES, Brazil and vicinity. I - Sea anemones (Anthozoa, Actiniaria). The species richness of actiniarians was studied in an area (Tubarão - Praia Mole Harbour at Vitória, Espírito Santo state, southeastern Brazil) directly impacted by wastes from an iron ore pelletizing plant. To date, thirteen species of sea anemones have been identified from the region. Five others are still being studied. Distributions of two species have been extended along the Brazilian coast, with the known range of *Anthopleura varioarmata* increased to the north and that of *A. krebsi* to the south. Questions concerning the colour of a few species are briefly discussed.

Key-words: Sea anemones, southeastern Brazil, taxonomic survey.

RESUMO

A riqueza de espécies de actinários foi estudada numa área (complexo portuário de Tubarão - Praia Mole, na costa sudeste brasileira) diretamente impactada por efluentes de uma usina de pelotização de minério de ferro. Até o momento foram identificadas treze espécies de anêmonas na região; cinco outras continuam sendo estudadas. Duas espécies têm sua distribuição ampliada ao longo da costa brasileira: *Anthopleura varioarmata*, ao norte e *A. krebsi*, ao sul. São discutidos ainda, de modo conciso, problemas relacionados com a coloração de algumas espécies.

Palavras-chave: Anêmonas-do-mar, sudeste brasileiro, levantamento taxonômico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELÉM, M.J.C. 1974. *Estudo sistemático e histológico de quatro espécies de Endomyaria (Actiniaria) encontrados no município de Aracruz, Espírito Santo, Brasil*. (Rio de Janeiro, Dissertação Mestrado-UFRJ):80p+5pls.
- BELÉM, M.J.C. & D.C. MONTEIRO 1977. Contribuições ao conhecimento da fauna de cnidários do Rio de Janeiro. II- *Haliplanella luciae* (Verrill, 1898) (Actiniaria, Acontiaria), uma nova ocorrência no Brasil. *Avulsos Depto Zool.* 26:1-19.
- BELÉM, M.J.C. & D.C. MONTEIRO 1981. Fauna de cnidários do Rio de Janeiro. III- *Anthopleura varioarmata* Watzl, 1922 (Actiniaria, Endomyaria), uma nova ocorrência de Actiniidae. *Sem. biol. mar. Acad. bras. Ci.*, Rio de Janeiro, :193-203.
- BELÉM, M.J.C. & PINTO, S.M. 1990. Morphological and microanatomical study of *Anthopleura krebsi* Duchassaing & Michelotti, 1860 (Cnidaria, Anthozoa, Actiniidae), a new record in Brazil. *An. Acad. bras. Ci.* 62 (2):183-192.
- BELÉM, M.J.C. & J.C. PRESLECRADO 1973. Contribuições ao conhecimento da fauna de cnidários do Espírito Santo, Brasil. I- Considerações sobre Actiniaria do município de Aracruz, ES. *Bol. Mus. Biol. Prof. Mello-Leitão*, Zool., Santa Tereza, 80: 1-14 + 2pls.
- BELÉM, M.J.C. & SCHLENZ, E. 1989. First record of an Isophelliidae (Cnidaria, Actiniaria) in Brazil, with the redescription of *Telmatactis rufa* (Verrill, 1900) and observations on its asexual reproduction. *An. Acad. bras. Ci.* 61(3):343-353.
- BIGGER, C.H. 1976. The acrorhagial response in *Anthopleura krebsi*: intraspecific and interspecific recognition. In Mackie, G.O. (ed.) *Coelenterate Ecology and Behaviour*: University of Victoria, Victoria B.C., Canada:127-133.

- BIGGER, C.H. 1980. Interspecific and intraspecific acrorhagial aggressive behavior among sea anemones: a recognition of self and not self. *Biol. Bull.* 159:117-134.
- BIGGER, C.H. 1982. The cellular basis of the aggressive acrorhagial response of sea anemones. *J. Morphol.* 173(3):259-278.
- CARLGREN, O. 1949. A survey of the Ptychodactylaria, Corallimorpharia and Actiniaria. *K. Svenska Vetensk. Handl.*, Uppsala, 1(1):121pp.+ pls I-IV.
- CASTRO, C.B., C.A. ECHEVERRÍA, D.O. PIRES, B.J.A. MASCARENHAS, & S.G. FREITAS 1995. Distribuição de Cnidaria e Echinodermata no infralitoral de costões rochosos de Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brasil. *Rev. Brasil. Biol.* 55(3):471-480.
- CHILDRESS, L.F. 1969. Inter-clonal aggression of the sea anemone *Anthopleura elegantissima* (Motion picture). *Amer. Zool.* 9:1075.
- CORRÊA, D.D. 1964. *Corallimorpharia e Actiniaria do Atlântico Oeste Tropical*. (São Paulo, Tese Cátedra, Universidade de São Paulo:139p.+16figs+4maps.
- CORRÊA, D.D. 1973. Sobre anêmonas-do-mar (Actiniaria) do Brasil. *Bol. Zool. Biol. Mar. N.S.*, São Paulo, 30:457-468.
- CORRÊA, D.D. & SCHLENZ, E. 1976. On the sea anemone *Paracondylactis hertwigi* (Wassilieff, 1908). *Bolm Zool.*, Univ. S. Paulo 1: 69-80.
- COSTA, R.B. 1989. Expansão urbana da área norte de Vitória. *Cadernos de História-Instituto Histórico e Geográfico do Espírito Santo* 3:9-51.
- DAYTON, P.K. 1971. Competition, disturbance, and community organization: the provision and subsequent utilization of space in a rocky intertidal community. *Ecol. Monogr.* 41:351-389.
- DUBE, V.M.C. 1974. Anêmonas-do-mar (*Ordem Actiniaria*) do Estado da Bahia. (São Paulo, Dissertação Mestrado-USP):80p.+4tabs.+2qds.+27figs.
- DUBE, V.M.C. 1976. Contribuição ao estudo das anêmonas-do-mar do estado da Bahia. II- *Phyllactis praetexta* (Dana, 1846) e *Calliactis tricolor* (Lesueur, 1817). *Natura, Salvador*, 2:101-110.
- ECHEVERRÍA, C.A., D.O. PIRES, M.S. MEDEIROS & C.B. CASTRO 1997. Cnidarians of the Atol das Rocas. *Proc. 8th Int. Coral Reef Sym* 1996, Panamá, 1:443-446.
- EXCOFFON, A.C.; BELÉM, M.J.C.; ZAMPONI, M.O. & SCHLENZ, E. 1997. The validity of *Anthothoe chilensis* (Actiniaria, Sagartiidae) and its distribution in Southern Hemisphere. *Iheringia, Sér.Zool.*, Porto Alegre 82:107-118.
- FRANCIS, L. 1973a. Clone specific segregation in the sea anemone *Anthopleura elegantissima*. *Biol. Bull.* 144(1): 64-72.
- FRANCIS, L. 1973b. Intraspecific aggression and its effect on the distribution of *Anthopleura elegantissima* and some related sea anemones. *Biol. Bull.* 144(1): 73-92.
- FRANCIS, L. 1976. Social organization within clones of the sea anemone *Anthopleura elegantissima*. *Biol. Bull.* 150(3): 361-376.
- FUJII, H. 1987. The predominance of clones in populations of the sea anemone *Anthopleura asiatica* (Uchida). *Biol. Bull.* 172:202-211.
- GOMES, P.B. & E.M MAYAL 1997a. Levantamento preliminar das anêmonas-do-mar (Cnidaria, Actiniaria) da costa de Pernambuco, Brasil. *Biociências*, Porto Alegre, 5(2):45-52.
- GOMES, P.B. & E.M MAYAL 1997b. Histórico dos estudos das anêmonas-do-mar (Cnidaria, Actiniaria) no Brasil. *Trab. Oceanog. Univ. Fed. PE, Recife*, 25:111-119.
- GROHMANN, P.A. 1997a. *Riqueza de espécies de hidróides (Cnidaria, Hydrozoa) de Vitória, Espírito Santo, Brasil e aspectos da bioecologia e biogeografia do grupo*. (São Carlos, Tese Doutorado - UFSCar):195p.+9tabs+19figs+23 maps.
- GROHMANN, P.A. 1997b. Hydroids from the vicinity of a large industrial area in Vitória, Espírito Santo, Brazil. *In Proc. 6th Int. Conf. Coelenterate Biology* 1995:227-232.
- GROHMANN, P.A.; MAGALHÃES, M.P. & HIRANO, H.M. (no prelo). First record of a stauromedusa (Cnidaria, Scyphozoa) from the tropical Southwestern Atlantic and a brief review of the distribution of Stauromedusae in Southern Hemisphere. *Species Diversity*.

- HAYLOR, G.S.; THORPE, J.P. & CARTER, M.A. 1984. Genetic and ecological differentiation between sympatric colour morphs of the common intertidal sea anemone *Actinia equina*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 16:281-289.
- LeBOEUF, R.D., S.A. McCOMMAS, N.R. HOWE & J.D. TAUBER 1981a. The role of carotenoids in the color polymorphism of the sea anemone *Bunodosoma granulifera* (Anthozoa, Actiniaria). *Comp. Biochem. Physiol.* 68B(1):25-29.
- LeBOEUF, R.D., S.A. McCOMMAS & N.R. HOWE 1981b. Coloration in sea anemones -II. Comparative studies on the column carotenoid polymorphism for two species of *Bunodosoma* (Anthozoa, Actiniaria). *Comp. Biochem. Physiol.* 68B(2):221-224.
- MATTOS, M.R.V., T.J.M. BARROS & M.J.C. BELÉM 1984. Anemonofauna (Cnidaria, Anthozoa, Actiniaria) da Ilha de Itacuruçá e arredores, Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. In XI Congresso Brasileiro de Zoologia. Universidade Federal do Pará, Belém, *Resumos*:422-423.
- McCOMMAS, S.A. & R.D. LeBOEUF 1981. Reduced color polymorphism in a population of *Bunodosoma granulifera*. *Biochem. Syst. Ecol.* 9(4):329-332.
- McCOMMAS, S.A. & L.J. LESTER 1980. Electrophoretic evaluation of the taxonomic status of two species of sea anemone. *Biochem. Syst. Ecol.* 8(3):289-292.
- MORAES, C. 1974. *Geografia do Espírito Santo*. Fundação Cultural do Espírito Santo, Vitória:231p.
- MUEHE, D. 1988. Área de estudo. In CEPEMAR, Programa de Monitoramento Ambiental na Baía de Camburi, Vitória, RTF 161/88 1:8-11.
- OLIVEIRA FILHO, E. 1977. *Algas marinhas bentônicas do Brasil*. São Paulo (Tese de Livre-Docência - Universidade de São Paulo):1-407.
- PALACIO, F.J. 1982. Revisión zoogeográfica marina del sur del Brasil. *Bolm Inst. Oceanogr. S. Paulo* 31(1):69-92.
- PIRES, D. 1988. *Tricnidactis errans* n. gen., n.sp. (Cnidaria, Actiniaria, Haliplanellidae), from Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Rev. Brasil. Biol* 48(3):507-516.
- PIRES, D.O., C.B. CASTRO, A.E. MIGOTTO, & A.C. MARQUES 1992. Cnidários bentônicos do arquipélago de Fernando de Noronha, Brasil. *Bol. Mus. Nac. N.S.*, Rio de Janeiro, 354:1-21.
- ROSSO, S. 1984. *Biologia de Psammanthus caraguaensis* n. gen et n. sp. (Cnidaria-Actiniidae). (São Paulo, Dissertação Mestrado-USP):196p.
- RUSO, C.A.M., A.M. SOLÉ-CAVA, & J.P. THORPE 1994. Population structure and genetic variation in two tropical sea anemones (Cnidaria, Actiniidae) with different reproductive strategies. *Mar. Biol.* 119:267-276.
- SCHLENZ, E. 1983. Anêmonas (Cnidaria, Actiniaria) do Brasil. *Anais Acad. bras. Ci.*, Rio de Janeiro, 55(3):330-331.
- SCHLENZ, E. 1985. Primeira ocorrência de uma anêmona-do-mar da família Haloclavidae no Brasil. XII Congresso Brasileiro de Zoologia, Campinas, *Resumos*: 15.
- SCHLENZ, E. 1987. Anêmonas-do-mar (Actiniaria) do Estado de Santa Catarina, Brasil. In XIV Congresso Brasileiro de Zoologia. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, *Resumos*:10.
- SCHLENZ, E. & BELÉM, M.J.C. 1992. *Phyllactis corrae* n. sp. (Cnidaria, Actiniaria, Actiniidae) from Atol das Rocas, Brazil, with notes on *Phyllactis flosculifera* (Lesueur, 1817). *Bolm. Zool., Univ. S. Paulo* 12:91-117, 1988 (1992).
- SEBENS, K.P. 1984. Agonistic behavior in the intertidal sea anemone *Anthopleura xanthogrammica*. *Biol. Bull.* 166(3):457-472.

DESEMBARQUE DA PESCA COSTEIRA EM CANANÉIA (SÃO PAULO), BRASIL, DURANTE 1995 E 1996

Jocemar Tomasino MENDONÇA*
Mario KATSURAGAWA**

INTRODUÇÃO

A ictiofauna marinha da costa sudeste brasileira é composta por 140 famílias de peixes e 588 espécies, com os Chondrichthyes correspondendo a 24 famílias e 70 espécies, e os Osteichthyes a 116 famílias e 518 espécies (Castello *et al.*, 1994). Os produtos capturados mais abundantes são a sardinha, camarão-sete-barbas, camarão-rosa, atuns e afins e ciamídeos, coletados com as mais diversas artes de pesca.

No litoral do Estado de São Paulo muitos trabalhos têm sido desenvolvidos, na tentativa de compreender a dinâmica oceanográfica e a atividade pesqueira. As correntes marinhas e massas d'água da costa foram estudadas por diversos autores (Emilsson, 1961; Mesquita *et al.* 1979; Matsuura, 1986; Miranda & Katsuragawa, 1991; Miranda *et al.* 1995). Castro Filho & Miranda (1998) apresentaram a mais recente síntese dos conhecimentos sobre a dinâmica oceanográfica da costa brasileira.

Com relação à ictiofauna da região de Cananéia, foram realizados estudos sobre a estrutura das comunidades de peixes, *e.g.* Zani-Teixeira (1983), Paiva-Filho & Toscano (1987), Ribeiro Neto (1989), Rocha (1990), Rossi-Wongtschowski & Paes (1993), Saul (1994), Giannini (1994), Maciel (1995) e Gallucci (1996). Dentre os estudos sobre a dinâmica e biologia das espécies podemos destacar os trabalhos de Vazzoler (1963, 1991) com a corvina (*Micropogonias furnieri*). Quanto à pesca costeira, podem ser citados os trabalhos de Sadowsky (1964, 1970, 1974) que trataram da biologia, distribuição e abundância de elasmobrânquios, e os de Sadowsky &

* Instituto de Pesca - SAA, Cananéia, São Paulo, Brasil. E-mail: cananeia@rgf.matrix.com.br

** Instituto Oceanográfico - Universidade de São Paulo, Praça do Oceanográfico, 191 - São Paulo - Brasil.

Almeida-Dias (1986) sobre a migração da tainha, espécie de grande importância para a região. Chagas-Soares (1979, 1995) trabalhou com a seletividade de redes empregadas na captura do camarão-branco e do camarão-rosa, estimando a curva de seleção para essas espécies. No entanto, ainda não foram realizados para a região de Cananéia trabalhos que analisem de forma mais detalhada a captura e o esforço, relacionados com diferentes métodos de pesca costeira.

A obtenção dos conhecimentos básicos acerca de uma atividade pesqueira, como as espécies capturadas, e o tipo, local e momento das capturas, constitui o primeiro passo para realizar estudos sobre biologia pesqueira. Esses conhecimentos são usualmente obtidos a partir da experiência dos pescadores ou da amostragem das capturas (Royce, 1996). Neste sentido, os principais objetivos deste trabalho são os de descrever a frota pesqueira e as artes de pesca utilizadas, bem como analisar o desembarque da pesca costeira da região de Cananéia, nos anos de 1995 e 1996, procurando fornecer subsídios para futuros trabalhos sobre a atividade pesqueira dessa região.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados neste estudo provêm do sub-projeto “Caracterização da Pesca Artesanal no Município de Cananéia” (projeto “Pesca Sul Paulista”), desenvolvido pelo Instituto de Pesca da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo e Centro de Estudos Ecológicos Gaia Ambiental.

Dividiu-se a atividade pesqueira na região de Cananéia em duas categorias: a pesca em mar-aberto, aqui denominada de “pesca costeira ou pesca de mar-a-fora” e pesca estuarino-lagunar. Como pesca costeira considerou-se aquela exercida pelos barcos que saem para além da barra, pescando na plataforma continental a profundidades geralmente superiores a 8 m. Neste caso os barcos apresentam autonomia para passar de 10 a 20 dias no mar. A pesca estuarino-lagunar inclui o restante do setor, ou seja, o estuário e a beira das praias, e é realizada com barcos ou canoas de pouca autonomia de mar, que não ultrapassam dois dias de atividade contínua. No presente trabalho será tratada apenas a pesca costeira, cujos barcos capturam diversos peixes e crustáceos nas águas ao largo de Cananéia e adjacências (Fig.1).

A coleta de dados de produção desembarcada e esforço de pesca foi realizada entre fevereiro de 1995 e dezembro de 1996. No porto de Cananéia foram realizadas entrevistas com os pescadores durante os desembarques, obtendo-se dados de produção, esforço em dias efetivos de pesca, local e profundidade de captura, de acordo com Haimovici (1987) e Haimovici & Mendonça (1996 a). Procurou-se coletar os dados de todos os desembarques do município, perfazendo um total de 297 embarcações amostradas em 1995 e 326 no ano de 1996. Durante o desembarque foram realizadas amostragens aleatórias do produto, tomando-se dados de comprimento das principais espécies desembarcadas, de acordo com Haimovici (1981). Com o intuito de minimizar

um dos maiores problemas da coleta de dados pesqueiros, que é sua imprecisão e baixa fidedignidade, devido, principalmente, à desconfiança do pescador, fez-se uma adaptação no método tradicional de entrevistas, de modo a obter maior integração entre o pesquisador e a classe pesqueira. Procurou-se tratar os pescadores de forma diferenciada, de modo que as informações sobre o estado da pesca na região, depois de organizadas e analisadas, eram retornadas à classe. Isso era feito em linguagem acessível à classe, através de painéis explicativos distribuídos nos pontos de concentração de pescadores, para que eles pudessem entender a utilidade das informações fornecidas e sentir que os dados por eles repassados não haviam se perdido.

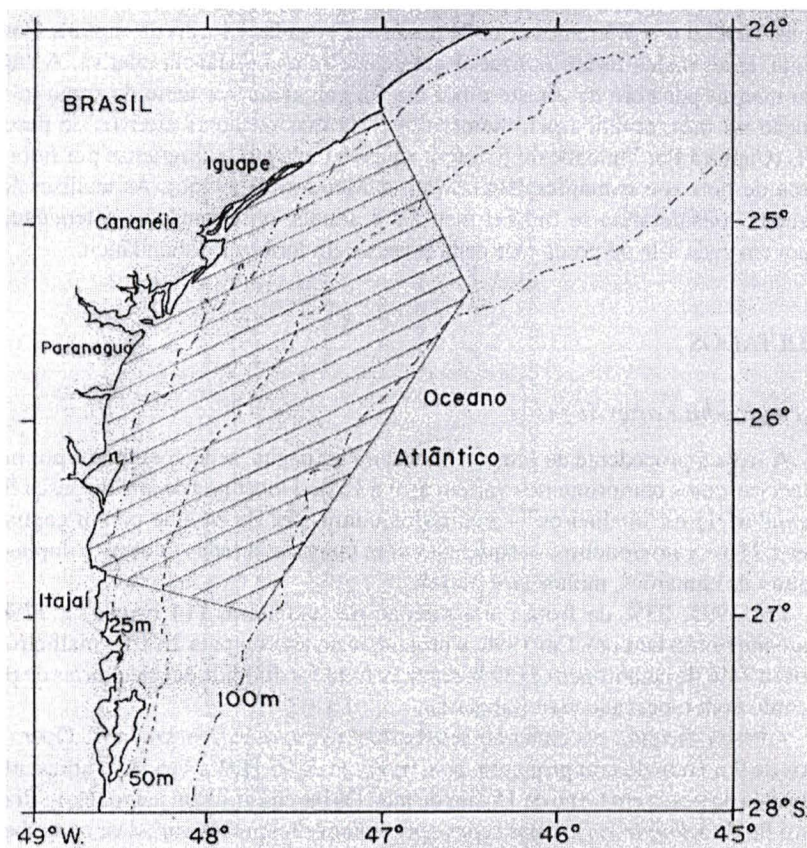


Fig. 1

Costa sudeste do Brasil, mostrando a área geral de atuação (hachurada) da frota pesqueira que desembarcou em Cananéia (SP), nos anos de 1995 e 1996. Os camaroneiros atuaram desde a costa até pouco mais de 25 m de profundidade. A pesca da lula ocorreu entre 35 e 50 m. A pesca de peixes se estendeu até mais de 100 m.

Os pesos corporais foram estimados através dos parâmetros calculados da relação peso-comprimento do trabalho de Haimovici & Mendonça (1996a). No caso do desembarque de camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) coletou-se amostras de 500 g, que foram processadas em laboratório, anotando-se o sexo e o comprimento do cefalotórax (da margem da órbita ocular até a borda posterior do cefalotórax). Para a identificação dos exemplares, sempre que possível até o nível de espécie, utilizaram-se os manuais de identificação de Figueiredo (1977), Figueiredo & Menezes (1978; 1980), Menezes & Figueiredo (1980; 1985) e Ferreira & Souza (1990).

Procurou-se coletar os dados de todos os desembarques, registrando-se os valores de frequência de ocorrência e o peso total da captura, por hora efetiva de pesca das espécies visadas por diferentes artes de pesca empregadas e locais de captura. Posteriormente, esses dados foram utilizados para calcular a abundância relativa. A captura média mensal por hora de arrasto e por dia foi calculada por meio da soma total da produção no mês, dividida pelo número total de dias ou horas efetivos de pesca. A CPUE (Captura Por Unidade de Esforço) foi calculada em quilogramas por hora para a pesca de peixes e camarões (Haimovici & Mendonça, 1996b). As análises foram realizadas considerando-se médias mensais e anuais, observando-se a tendência da captura em cada arte de pesca e de cada espécie, em termos de abundância.

RESULTADOS

Frota pesqueira e artes de pesca

A frota é procedente de Iguape, Santos e Paranaguá, sendo composta por barcos de madeira, cujos comprimentos variam de 9 a 16 m. Dois tipos de arte de pesca foram observados: 1) os “malheiros” – equipados com redes de emalhe para a captura de peixes e 2) os “camaroneiros” – equipados com tangones e redes de arrasto duplas para a captura de camarões, moluscos e peixes.

Em 1995, 23% da frota compunha-se por malheiros (14 barcos) e 77% por camaroneiros (46 barcos). Em 1996, a proporção se alterou para 26% de malheiros (14 barcos) e 74% de camaroneiros (39 barcos). A frota foi dividida em categorias de pesca, de acordo com o pescado alvo (tabela 1):

- Pesca dirigida ao camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*). Opera com barcos de 9 a 16 m de comprimento, com motores de 97 H.P. a 115 H.P., apresentando autonomia de pesca em torno de 15 dias de mar. Os barcos utilizam tangones, realizando arrasto duplo (*double rig*), cujas redes apresentam dimensões variadas, com abertura horizontal (medida da tralha inferior) entre 11 e 17 m e tamanho médio de malhas do ensacador de 15 mm (medidas de nó a nó). Pescam entre as profundidades de 5 e 18 m, percorrendo a costa do litoral centro-sul paulista e norte do estado do Paraná. Além do camarão-sete-barbas, este apetrecho captura o camarão-branco (*Penaeus schmitti*) e

peixes, principalmente a pescada-foguete (*Macrodon ancylodon*) e a betara (*Menticirrhus americanus*).

Tabela 1. Características da frota pesqueira atuante na região de Cananéia (SP), de acordo com as espécies alvo.

Recurso visado	Camarão-sete-barbas	Camarão-rosa	Lulas	Camarão-sete-barbas e rosa	Peixes
Comprimento	9 a 16 m	12 a 16 m	12 a 16 m	12 a 16 m	12 a 14 m
Motor	97 a 115 H.P.	105 a 360 H. P.	105 a 360 H. P.	105 a 360 H. P.	115 a 135 H. P.
Arte de pesca	Arrasto (tangones)	Arrasto (tangones)	Arrasto (tangones)	Arrasto (tangones)	Malha (emalhe)
Comprimento da rede	11 a 17 m	17 m	18 m	11 a 17 m para camarão-sete-barbas 17 m para camarão-rosa	1000 a 5000 m
Tamanho da malha	15 mm	22 mm	25 a 30 m	15 mm para camarão-sete-barbas 22 mm para camarão-rosa	70, 100, 120, 150 mm
Autonomia de mar	15 dias	acima de 20 dias	acima de 20 dias	acima de 20 dias	15 dias
Profundidade de pesca	5 a 18 m	acima de 25 m	35 a 50 m	10 a 15 m para camarão-sete-barbas acima de 25 m para camarão-rosa	8 a 107 m
Fauna acompanhante	camarão-branco e peixes	peixes, lulas, polvos e vieiras	peixes, lulas, polvos e vieiras	peixes, lulas, polvos e vieiras	
Número médio de embarcações (*)	28	6	6	6	14

(*) Este número foi muito variável, visto que as embarcações, ao longo do ano não permaneciam sempre explorando o mesmo recurso

- Pesca dirigida ao camarão-rosa (*Penaeus paulensis* e *Penaeus brasiliensis*). Atua com barcos de 12 a 16 m de comprimento, com motores de 105 H.P. a 360 H.P. e autonomia de mar de 20 dias. Esses barcos também utilizam tangones com arrasto duplo, de dimensões de 17 m de abertura horizontal e malha do ensacador com 22 mm. Pescam, geralmente, em profundidades superiores a 25 m, na região entre Juréia - SP (24°30'S; 47°25'W) e Itajaí - SC (26°55'S; 48°40'W). O produto dessa atividade, além do camarão-rosa, compõe-se de diversas espécies de peixes, lulas, vieiras e o polvo.

- Pesca dirigida a lulas (*Loligo sanpaulensis* e *Loligo pley*). São as mesmas embarcações que capturam o camarão-rosa, utilizando redes com dimensões semelhantes, mas com ensacador de 25 a 30 mm de malha. Esses barcos operam em profundidades entre 35 e 50 m. Essa pesca ocorreu, principalmente, durante o defeso do camarão-rosa, percorrendo a área desde a Barra do Ararapira - SP/PR (25°20'S; 48°25'W) a Itajaí - SC. Captura, além de lulas, também o polvo (*Octopus vulgaris*), vieiras e diversas espécies de peixes, geralmente a betara (*Menticirrhus americanus* e *M. littoralis*) e o peixe-porco (*Balistes capriscus*).

- Pesca dirigida ao camarão-sete-barbas e ao camarão-rosa. Os mesmos barcos objetivam a pesca do camarão-rosa mas, na falta deste, aproximam-se da costa à procura do camarão-sete-barbas. As dimensões das redes variam de acordo com a espécie almejada (rosa ou sete-barbas). Essa atividade ocorre, geralmente, no período de baixa produção de camarão-sete-barbas, quando os pescadores tentam todas as opções de captura.

- Pesca dirigida a peixes. Opera com barcos de 12 a 14 m de comprimento e motores de 115 H.P. a 135 H.P., que utilizam redes de emalhe de fundo ou de superfície, pescando desde 8 m a 107 m de profundidade, com autonomia de mar de aproximadamente 15 dias. Os comprimentos das redes variam entre 1000 a 5000 m, com medidas de malhas variando entre 70, 100, 120 e 150 mm, dependendo do produto visado. Os barcos costumam pescar com mais de um tipo de panagem em uma mesma pescaria, ou seja, largam diferentes redes, com tamanhos de malhas diferentes, unidas em suas extremidades.

Capturas

Na tabela 2 encontra-se uma lista das espécies capturadas que foram identificadas. A tabela 3 apresenta a produção total desembarcada da pesca costeira em Cananéia durante os anos de 1995 e 1996. A produção, em kg/h, encontra-se na tabela 4, a qual é apresentada segundo a espécie-alvo ou grupo de espécies.

a) Pesca de camarão-sete-barbas

Representou a principal captura no município nos dois anos em análise, correspondendo a 58% e 71% da produção total desembarcada em 1995 e 1996, respectivamente, com uma produção total desembarcada de 321,78 t em 1995 e 680,34 t em 1996. Através da análise da CPUE, observou-se uma oscilação na produção e tendência a diminuição no transcorrer do ano, notadamente no segundo semestre (fig. 2). A média

anual de captura de camarão-sete-barbas ficou em 10 kg/h ($\pm 05,4$) em 1995 e 18 kg/h ($\pm 06,3$) em 1996, havendo um aumento de aproximadamente 85% na captura desembarcada de um ano para outro. Nos meses de verão (janeiro a março) foram registrados os menores comprimentos totais médios dos indivíduos (7,4 cm) e na primavera de 1995 os maiores (9,5 cm) (figura 3a). A média anual do comprimento total do camarão desembarcado em Cananéia foi 8,4 cm em 1995 e 8,1 cm em 1996.

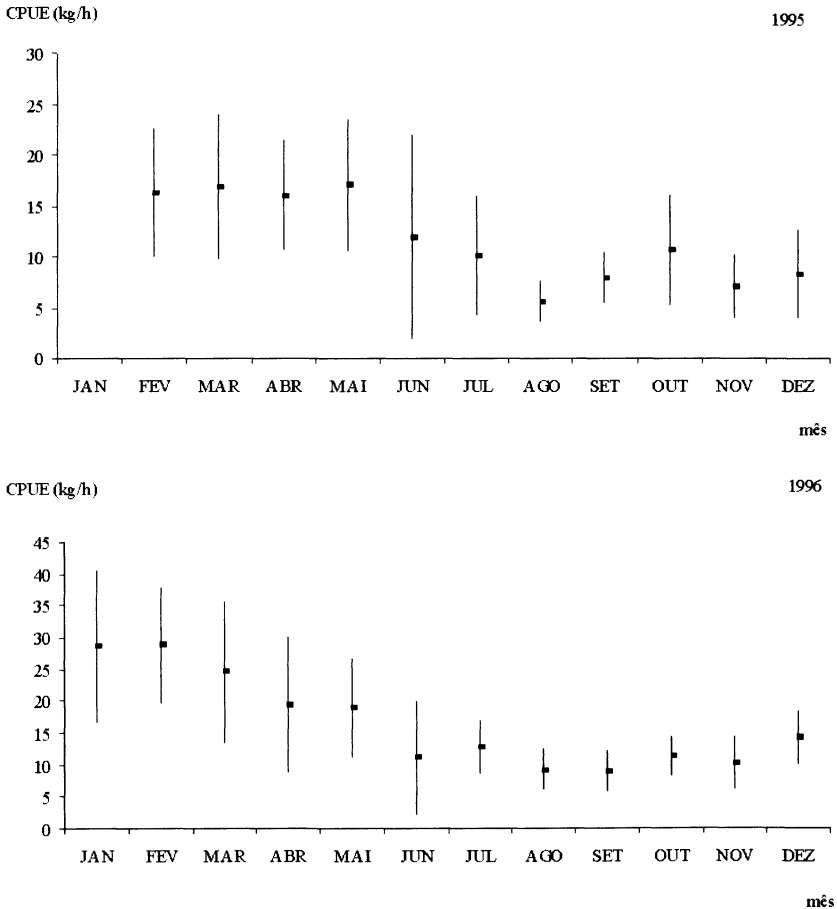


Fig. 2

Valores de CPUE (captura por unidade de esforço, em kg/h) para o camarão-sete-barbas desembarcado em Cananéia (SP), em 1995 e 1996.

b) Pesca de camarão-rosa

As espécies capturadas foram *Penaeus paulensis* e *P. brasiliensis*, sendo a captura mais efetiva durante o inverno e a primavera. O desembarque em Cananéia foi 7,87 t em 1995 e 8,86 t em 1996 (tabela 3). A produção média anual de camarão-rosa foi 1,0 kg/h ($\pm 0,7$) e 2,0 kg/h ($\pm 0,8$) em 1995 e 1996, respectivamente. A captura total média desembarcada do camarão e da fauna acompanhante foi 4 kg/h ($\pm 0,9$) no primeiro ano e 10 kg/h ($\pm 3,7$) no segundo, devido ao aumento tanto do camarão como da fauna acompanhante. Esta última teve sua produção triplicada, atingindo média anual de 2,6 kg/h em 1995 e 7,9 kg/h em 1996, com aumentos de 93 % na captura desembarcada de camarão-rosa, 202 % na fauna acompanhante e, por conseguinte 166 % na captura total desembarcada de 1995 para 1996.

Tabela 2. Lista das espécies de peixes teleosteos e elasmobrânquios, crustáceos e moluscos desembarcados em Cananéia (SP) durante os anos de 1995 e 1996.

Espécie	Nome popular	Espécie	Nome popular
TELEOSTEOS		<i>Piracanthus arenatus</i>	Olho-de-cão
<i>Arius sp.</i>	Bagre	<i>Prionotus punctatus</i>	Cabrinha
<i>Bagre bagre</i>	Bagre	<i>Pseudipenaeus maculatus</i>	Trilha
<i>Balistes caprisicus</i>	Peixe-porco	<i>Scomberomorus brasiliensis</i>	Sororoca
<i>Brevoortia sp.</i>	Savelha	<i>Sphyræna barracuda</i>	Barracuda
<i>Caramx hippos</i>	Naréu	<i>Sphyræna spp.</i>	Bicudo
<i>Carcharhinus spp.</i>	Galhado	<i>Trachinotus carolinus</i>	Pampo
<i>Coryphaena hippurus</i>	Dourado	<i>Trachinotus falcatus</i>	Pampo
<i>Cynoscion acoupa</i>	Pescada-amarela	<i>Trachinotus goodiei</i>	Pampo
<i>Cynoscion guatucuba</i>	Pescada-maria-mole	<i>Trachinotus marginatus</i>	Pampo
<i>Cynoscion jamaicensis</i>	Goete	<i>Trichiurus lepturus</i>	Peixe-espada
<i>Cynoscion leiarchus</i>	Pescada-branca	<i>Urophycis brasiliensis</i>	Abrotea
<i>Cynoscion microlepidotus</i>	Pescada-olhuda	<i>Istiophorus albicans</i>	Peixe-vela
<i>Cynoscion virescens</i>	Pescada-cambucu	ELASMOBRÂNQUIOS	
<i>Diapterus rhombus</i>	Carapeba	<i>Mustelus sp.</i>	Caçonete
<i>Epinephelus guaza</i>	Garoupa	<i>Odontaspis taurus</i>	Mangona
<i>Epinephelus niveatus</i>	Cherne	<i>Raja sp.</i>	Raia
<i>Fistularia sp.</i>	Aguilhão ou peixe-cachimbo	<i>Rhinobatos horkelli</i>	Cação-viola
<i>Lobotes surinamensis</i>	Prejereba	<i>Rhinobatos percellens</i>	Cação-viola
<i>Lutjanus sp.</i>	Cioba	<i>Rhizoprionodon sp.</i>	Caçonete (chup-chup)
<i>Macrodon ancylodon</i>	Pescada-foguete	<i>Sphyrna sp.</i>	Cambeva
<i>Menticirrhus americanus</i>	Betara	<i>Squatina sp.</i>	Cação-anjo
<i>Menticirrhus littoralis</i>	Betara	<i>Sympterygia sp.</i>	Raia
<i>Micropogonias furnieri</i>	Corvina	CRUSTACEOS	
<i>Mullus argentinae</i>	Trilha	<i>Metanephrops rubellus</i>	Pitu
<i>Mycteroperca sp.</i>	Badejo	<i>Penaeus brasiliensis</i>	Camarão-rosa
<i>Nebria microps</i>	Pescada-banana	<i>Penaeus paulensis</i>	Camarão-rosa
<i>Oligoplites saurus</i>	Salteira	<i>Penaeus shmitti</i>	Camarão-branco
<i>Ophidion holbrooki</i>	Congro-rosa	<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	Camarão-sete-barbas
<i>Pagrus pagrus</i>	Pargo	<i>Palmuridae</i>	Lagosta
<i>Paralichthys orbignyanus</i>	Linguado	MOLUSCOS	
<i>Paralichthys patagonicus</i>	Linguado	<i>Loligo pley</i>	Lula
<i>Paralichthys brasiliensis</i>	Maria-luisa	<i>Loligo samptaulensis</i>	Lula
<i>Pepilys paru</i>	Gordinho	<i>Octopus vulgaris</i>	Polvo
<i>Pomatomus saltator</i>	Anchova	<i>Pecten ziczac</i>	Vieira

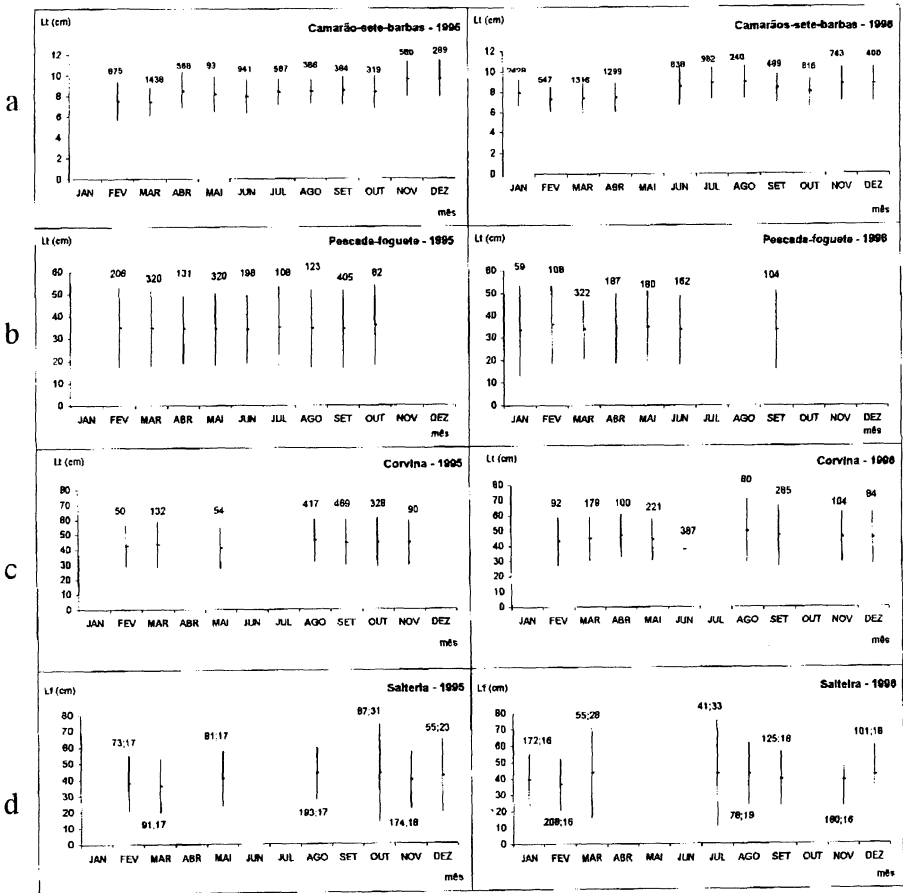


Fig. 3

Comprimento médio mensal das principais espécies desembarcadas em Cananéia (SP) nos anos de 1995 e 1996. a: camarão-sete-barbas; b: pescada-foguete; c: corvina; d: salteira. CT = comprimento total; CF = comprimento furcal. As barras representam o desvio padrão e os valores acima de cada barra indicam o N de cada arrasto.

c) Pesca de peixes com redes de emalhar

Os barcos que utilizam redes de emalhe desembarcaram 202 t em 1995 e 169,5 t em 1996, apresentando capturas mais estáveis, cujos valores variaram de 7 a 13 kg/h em 1995 e de 6 a 14 kg/h em 1996 (fig. 4). As espécies, ou grupos de espécies, predominantes foram pescada-foguete (*Macrodon ancylodon*), salteira (*Oligoplites saliens*), cação, corvina (*Micropogonias furnieri*), betara (*Menticirrhus americanus*) e

sororoca (*Scomberomorus brasiliensis*), havendo alternância das melhores capturas ao longo do ano, tanto em 1995 como 1996 (fig. 5). No começo do ano a pesca era dirigida à pescada-foguete e após o mês de julho mudou para a pesca da corvina e ao final (novembro e dezembro) passou para a captura de cações. Junto com a pescada-foguete e a corvina ocorreram capturas de betara, que apresentaram as maiores produções em março e setembro de 1995 e em maio e setembro de 1996. A salteira foi capturada durante todo o ano, havendo uma diminuição na produção no outono e parte do inverno, embora possa se observar uma oscilação entre os anos. Durante o inverno ocorreu uma tendência maior de captura da porção denominada “mistura”, composta por diversos peixes, principalmente nos meses de maio e agosto.

A pescada-foguete (*Macrodon ancylodon*) foi a principal espécie capturada nos dois anos, correspondendo a 28% e 27% dos desembarques totais de malheiros em 1995 e 1996, respectivamente. Sua captura atingiu 51,43 t em 1995 e 44,36 t em 1996. A maior produção ocorreu nos meses de abril (51% da captura) e maio (55%) de 1995 e fevereiro e abril em 1996 (40,8% e 39,4% da captura, respectivamente). A malha utilizada é de 70 mm, sendo suas maiores capturas no primeiro semestre de cada ano (janeiro a maio), declinando posteriormente. O comprimento total médio da pescada capturada pela frota de Cananéia ficou em torno de 34 cm (fig. 3b).

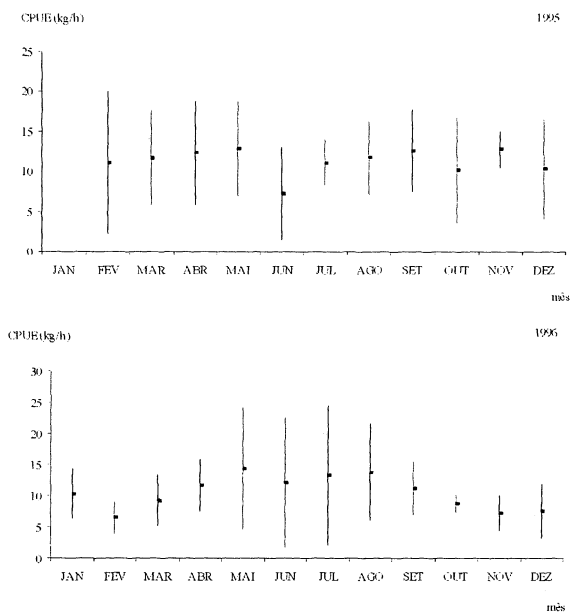


Fig. 4

Valores de CPUE (captura por unidade de esforço, em kg/h) referentes a pesca dos barcos malheiros que atuaram na região de Cananéia (SP), em 1995 e 1996.

A corvina é a segunda espécie em abundância, com peso total desembarcado no primeiro ano de 44,80 t (24% da captura total desembarcada em Cananéia) e 26,91 t (15%) no segundo ano. Os maiores desembarques ocorreram no segundo semestre, no período de agosto a outubro de 1995 (50% da captura) e de agosto a setembro em 1996 (73,4% da captura). Apresentou um comprimento médio de 44 cm, em ambos os anos analisados (fig. 3c). Os tamanhos de malha mais utilizados para sua captura variaram de 100 a 120 mm.

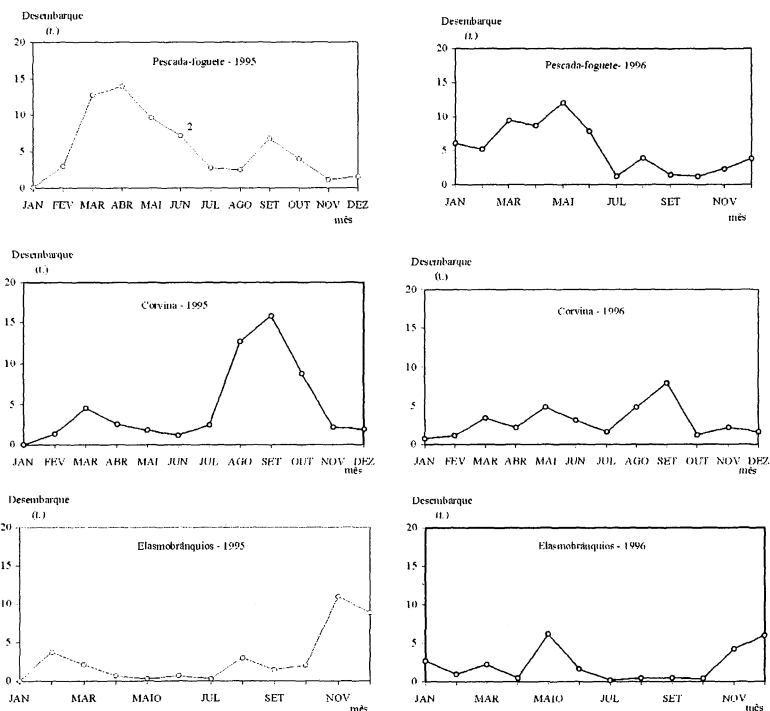


Fig. 5

Produção mensal das principais espécies, em toneladas, desembarcadas em Cananéia (SP) durante os anos de 1995 e 1996.

Uma espécie que ocorreu praticamente durante todo o ano foi a salteira (*Oligoplites saliens*), com uma produção muito variável, havendo uma pequena tendência de maior captura no período de dezembro a março e em agosto. No primeiro ano não houve amostragens no mês de janeiro, período de grande ocorrência da espécie, prejudicando a soma da produção total deste ano. Ao longo do ano, a espécie repre-

sentou 2,5% e 2,9% dos desembarques totais em 1995 e 1996, respectivamente. Os indivíduos apresentaram um comprimento médio diferenciado de acordo com a época, tendendo a ocorrer os menores espécimes nos meses quentes, com 38 cm em média (de 36 a 43 cm), e maiores nos meses de primavera, 41 cm de comprimento médio (39 a 43 cm) (fig. 3d).

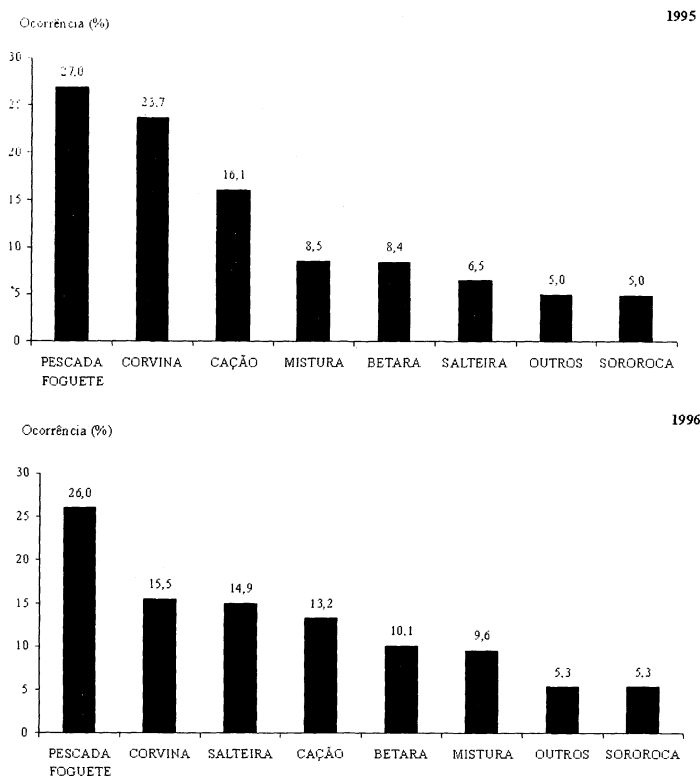


Fig. 6

Percentagem de ocorrência das espécies ou grupo de espécies (em toneladas), na pesca com rede de emalhar, na região de Cananéia (SP), em 1995 e 1996.

Os cações ocorreram, em geral, nos meses de novembro e dezembro, chegando ao porto já eviscerados (sem nadadeiras, cabeça e vísceras), tornando difícil sua identificação. Assim, eles foram tratados como um grupo e não especificamente. Neste grupo, geralmente ocorreram os gêneros *Charcharhinus*, *Mustelus*, *Sphyrna* e *Rhizo-*

prionodon. Dentro da pesca com rede de emalhar, corresponderam ao terceiro produto desembarcado no porto em 1995 com 30,33 t (16% do desembarque total) e quarto em 1996 com 22,48 t (14%) (fig. 6). Sua maior produção ocorreu em novembro (10,80 t) e dezembro (7,80 t) de 1995. Em 1996 houve desembarques de cações no mês de maio (5,94 t), fato não observado em 1995. A sua captura nos meses de novembro e dezembro ocorreu em profundidades além de 50 m e em maio em torno de 30 m.

d) Pesca mista de camarão-sete-barbas e camarão-rosa

Representa uma pesca alternativa, em que os barcos procuram o produto disponível na área, mas que não ocorre com todos os barcos camaroneiros. No caso da pesca mista, os barcos que saem para pescar o camarão-rosa e não são bem sucedidos, retornam para águas mais rasas e pescam o camarão-sete-barbas, trocando os apetrechos durante a pescaria.

A produção total desembarcada nesta categoria foi 13,5 t em 1995 e 22 t em 1996. A época preferencial para este tipo de pescaria foi a primavera, coincidindo com a diminuição da produção nas capturas direcionadas ao camarão-sete-barbas e quando a pesca do camarão-rosa mostra-se mais rendosa. Em 1995, nos três meses em que ocorreu esta categoria de pesca, a proporção variou de 10 a 28 kg/h de camarão-sete-barbas para cada 1 kg/h de camarão-rosa e em 1996 variou de 3 a 30 kg/h para cada 1 kg/h.

e) Pesca de lulas

Esta atividade foi desenvolvida apenas em 1996, no período de janeiro a abril, coincidindo em parte com o defeso do camarão-rosa (entre 15 de fevereiro e 15 de maio). A produção total desembarcada foi 41,9 t, a qual atingiu 35 kg/h de produto total desembarcado, com média de 23 kg/h ($\pm 0,9,2$), sendo 98% de lulas (*Loligo pleye* e *Loligo sanpaulensis*) (tabela 4). A ictiofauna acompanhante da pesca de lula foi composta, principalmente, por betara, peixe-porco e camarão-rosa. À medida que se aproxima o término do defeso do camarão-rosa, que por sua vez coincide com a queda de produção de lulas, aumenta o desembarque da ictiofauna acompanhante. No último mês de desembarque as lulas compreenderam apenas 17 % do produto desembarcado em cada barco.

DISCUSSÃO

Metodologia empregada

A metodologia de coleta tradicionalmente empregada foi a mesma adotada para todo o estado e semelhante àquela dos vários locais do país, resumindo-se em realizar amostragens nos trapiches e entrevistas com os pescadores no momento do desembarque. Um dos grandes problemas do método tradicional era a imprecisão e fidedignidade

do dado, pois não havia segurança sobre a veracidade da informação obtida e, na maioria das vezes, sua verificação era impossível. Isto acarretava dados de pouca confiança e risco de interpretações errôneas sobre o estado da atividade pesqueira.

Tabela 3. Produção total mensal por espécies (em toneladas) desembarcada em Cananéia (SP), nos anos de 1995 e 1996.

1995	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
Teleosteos												
Anchova	-	-	-	-	-	-	0,00	-	-	0,10	-	0,10
Bage	-	-	-	-	-	-	-	0,02	0,03	-	0,05	0,10
Betara	1,28	2,87	1,19	3,50	1,85	0,37	1,71	5,15	3,63	0,30	-	22,14
Biaúdo	-	-	-	-	-	-	0,00	-	0,03	-	-	0,04
Cabrinha	-	-	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-	0,10
Cioba	-	-	-	-	0,10	-	-	0,32	0,02	-	-	0,44
Congrio-rosa	-	-	-	-	-	-	-	0,20	-	-	-	0,20
Covina	1,34	1,90	1,12	1,73	0,43	1,06	11,40	15,22	7,76	1,30	-	44,80
Dourado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,50	0,50
Garrupa	-	-	-	-	-	-	0,00	-	-	-	-	0,00
Goste	0,06	0,13	0,75	-	-	0,04	-	-	-	-	-	0,98
Linguado	-	-	-	-	-	0,03	0,02	1,04	0,35	0,04	-	1,48
Mistura *	1,89	3,36	1,31	4,52	4,30	2,21	1,99	8,33	2,64	1,25	0,77	32,57
Peixe-espada	-	0,20	0,32	0,30	0,08	-	0,10	0,28	0,07	-	0,04	1,40
Pescada-amarela	1,10	1,82	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	3,02
Pescada-branca	-	0,26	0,20	-	-	-	0,18	0,09	0,17	-	0,05	0,95
Pescada-cambucu	0,10	0,30	0,17	0,36	0,04	-	0,01	0,02	0,07	-	-	1,06
Pescada-foguete	1,00	6,42	6,11	17,00	7,09	2,45	1,97	6,81	2,34	-	0,25	51,43
Pescada-olhada	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-	-	-	0,10
Prejereba	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	0,01	0,02
Salteira	1,02	2,71	0,27	0,60	0,54	0,08	1,37	1,41	0,47	1,70	2,05	12,21
Sororoca	0,04	0,30	0,09	1,60	6,41	-	0,00	0,02	-	0,20	0,70	9,36
Trilha	-	-	-	-	0,13	0,10	1,30	0,59	0,05	0,04	-	2,21
TOTAL	7,83	20,26	11,63	25,61	20,97	6,43	20,07	39,60	17,62	4,93	6,26	185,21
Elasmobrânquios												
Cação	1,87	0,98	0,36	1,30	0,49	0,25	3,02	1,55	1,91	10,80	7,90	30,33
Caçonete	0,12	0,15	0,05	-	-	0,25	-	-	0,05	-	0,08	0,70
Cação-anjo	-	-	-	-	-	-	0,29	0,23	0,28	0,03	-	0,83
Cação-viola	-	-	-	-	-	-	0,03	-	-	-	-	0,03
Raia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	-	0,10
TOTAL	1,99	1,13	0,41	1,30	0,49	0,50	3,34	1,78	2,24	10,93	7,88	31,98
Crustáceos												
Camarão-sete-barbas	46,90	48,90	33,60	27,40	39,35	34,80	8,20	15,89	25,77	20,07	20,90	321,78
Camarão-branco	0,42	2,08	2,02	0,37	0,60	0,67	0,07	0,15	0,01	0,00	0,02	6,40
Camarão-rosa	-	-	-	-	0,95	0,80	0,34	2,53	2,16	1,09	-	7,97
Fito	-	-	-	-	0,12	-	-	-	-	-	-	0,12
Lagosta	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01
TOTAL	47,33	50,98	35,62	27,77	41,02	36,27	8,61	18,56	27,94	21,16	20,92	336,18
Moluscos												
Lula	-	-	-	-	0,02	-	-	0,12	0,14	0,02	-	0,30
Polvo	-	-	-	-	0,19	-	0,20	0,18	0,02	0,10	-	0,69
Vieira	-	-	-	-	-	-	-	0,05	-	-	-	0,05
TOTAL	-	-	-	-	0,21	0,20	0,35	0,16	0,12	0,12	-	1,04
TOTAL DESEMBARCADO	57,14	72,36	47,66	58,68	62,70	43,20	32,22	60,30	47,95	37,14	35,06	554,41

Tabela 3. (continuação)

	1996	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
Teleosteos														
Abroitea	-	-	-	-	-	-	-	-	0,11	-	-	-	-	0,11
Anchova	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	-	0,04	0,06
Bagre	-	0,10	-	-	-	-	-	-	0,08	-	-	-	-	0,18
Barracuda	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-	0,02
Retara	1,24	1,88	3,27	3,53	7,74	3,18	0,25	1,76	3,15	3,10	1,70	1,98	32,78	
Bicudo	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-	0,04
Cabrinha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	-	0,02
Cioha	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	-	-	-	-	0,06
Congro-rosa	-	-	-	-	0,07	0,08	-	0,19	0,13	-	0,05	-	-	0,52
Corvina	0,35	0,69	3,03	1,22	4,33	3,05	0,54	3,69	6,91	0,25	1,50	1,35	26,91	
Dourado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,50	0,28	0,78	
Galhado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	0,04	
Goete	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01
Linguado	-	-	-	-	2,15	0,02	-	0,31	0,38	0,34	-	-	-	3,20
Mistura *	3,60	0,62	2,66	3,71	7,45	2,14	2,05	8,11	2,89	1,36	0,90	0,78	36,27	
Peixe-espada	-	0,10	0,52	0,64	0,74	0,30	0,06	0,08	0,07	0,07	0,01	0,04	2,63	
Peixe-porco	-	-	-	0,90	8,08	0,80	0,40	1,35	0,09	0,08	0,32	1,23	13,25	
Peixe-vela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	0,07	0,12	
Pescada-banana	-	-	-	-	-	-	-	0,06	-	-	-	-	-	0,06
Pescada-branca	-	0,13	0,28	0,38	0,11	-	-	-	-	-	0,02	0,03	0,95	
Pescada-cambucu	-	0,10	0,17	0,24	0,36	0,12	-	0,03	0,01	-	-	-	1,01	
Pescada-foguete	3,00	3,36	8,09	5,63	10,79	7,52	0,18	2,59	0,37	-	0,62	2,22	44,36	
Pescada-maria-mole	-	-	-	-	-	-	-	0,50	-	-	-	-	0,50	
Pescada-olhuda	-	-	-	-	-	-	-	0,30	-	-	-	-	0,30	
Prejereba	-	-	-	-	-	-	-	0,05	0,10	0,15	0,02	0,06	0,38	
Salteira	3,40	0,65	4,57	1,41	0,48	0,38	3,14	5,04	1,06	1,80	1,01	2,42	25,36	
Saruroca	0,10	0,02	-	0,13	0,07	0,09	5,64	2,05	0,10	0,30	0,35	0,22	9,06	
Trilha	-	-	-	0,06	0,02	-	-	0,50	-	-	-	-	0,58	
TOTAL	11,69	7,64	22,58	17,85	42,39	17,69	12,25	26,90	15,27	7,45	7,06	10,76	199,53	
Elasmobrânquios														
Cação	2,40	0,75	1,13	0,21	5,94	1,58	0,10	0,40	0,36	0,35	3,92	5,35	22,48	
Caçonete	0,20	0,14	0,35	0,07	0,07	0,02	0,04	0,10	-	-	0,03	0,55	1,57	
Cação-anjo	-	-	-	-	0,04	-	-	0,36	0,08	-	0,03	-	0,51	
Cação-viola	-	-	-	-	0,09	-	-	-	-	-	-	0,02	0,11	
Raia	-	-	-	-	0,02	-	-	-	0,03	-	-	-	0,05	
TOTAL	2,60	0,89	1,48	0,27	6,15	1,60	0,14	0,86	0,47	0,35	3,98	5,92	24,71	
Crustáceos														
Camarão-sete-barbas	168,32	109,33	71,30	74,17	40,62	27,10	36,15	18,94	21,17	39,18	43,52	30,53	680,34	
Camarão-branco	0,02	0,39	1,62	3,39	0,71	0,57	0,31	0,22	0,05	0,05	0,18	0,10	7,62	
Camarão-rosa	-	0,41	0,10	-	3,25	0,91	1,34	1,46	0,42	0,36	0,36	0,27	8,86	
Pitu	-	-	-	-	-	-	-	0,14	-	-	-	-	0,14	
TOTAL	168,35	110,13	73,02	77,56	44,58	28,58	37,80	20,75	21,64	39,59	44,06	30,90	696,95	
Moluscos														
Lula	2,50	11,60	23,58	0,50	-	-	-	-	-	-	-	-	38,18	
Polvos	-	0,03	0,02	-	0,28	0,09	0,02	0,15	-	-	-	-	0,59	
Veíra	-	-	-	-	0,24	0,02	-	0,01	-	-	-	-	0,27	
TOTAL	2,50	11,63	23,60	0,50	0,52	0,11	0,02	0,16	-	-	-	-	39,03	
TOTAL DESEMBARCAÇÃO	185,14	130,30	120,68	96,18	93,64	47,98	50,22	48,67	37,38	47,38	55,09	47,58	960,22	

* Mistura é a parte da captura que apresenta peixes de pequeno porte e baixo valor comercial.

Diversos motivos levavam o pescador a não responder corretamente a entrevista, como, por exemplo, o receio de fiscalização sobre o barco e/ou produto capturado. O desinteresse da classe pesqueira é grave, pois, de acordo com seu julgamento, o órgão que coleta os dados não os trabalha de modo a beneficiar a classe. Dados como a posição (local) da pescaria eram, muitas vezes, de difícil aquisição, pois o pescador desconfiava que esta informação fosse repassada a outros pescadores. Geralmente existia uma incompatibilidade entre a classe produtiva e órgãos que coletavam os dados, causada pelo distanciamento entre ambas as partes, não havendo união entre os mesmos que visasse um fim comum, ou seja, uma pesca sustentável e em níveis aceitáveis.

Tabela 4. CPUE médio mensal (kg/hora) das espécies ou grupos de espécies desembarcadas em Cananéia (SP), em 1995 e 1996, de acordo com o tipo de atividade pesqueira.

		JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
Tipo de pescaria: pesca de camarão-sete-barbas														
1995														
Peixes	kg/h	0,07	0,15	0,07	0,07	0,59	0,43	0,47	0,01	0,18	0,12	0,09	0,21	
	Desvio	0,09	0,25	4,10	0,15	1,12	1,17	0,49	0,15	0,26	0,14	0,34	0,75	
	N	16	28	17	11	20	22	9	8	12	13	15	171	
Camarão-sete-barbas	kg/h	16,28	15,73	14,74	16,79	11,21	8,73	5,10	2,37	10,53	7,03	8,29	10,14	
	Desvio	6,92	7,42	6,86	6,36	10,17	6,95	2,06	2,40	5,48	3,14	4,33	5,64	
	N	16	28	17	11	20	22	9	8	12	13	15	171	
Total	kg/h	16,35	16,83	16,07	17,08	11,97	10,19	5,61	2,38	10,71	7,15	8,39	10,70	
	Desvio	6,30	7,08	5,39	6,52	10,07	5,88	2,07	2,51	5,48	3,12	4,41	5,35	
	N	16	28	17	11	20	22	9	8	12	13	15	171	
1996														
Peixes	kg/h	0,13	0,08	0,02	0,45	0,04	0,01	0,04	0,14	0,02	-	0,27	0,34	0,14
	Desvio	0,36	0,20	0,13	0,91	0,12	0,10	0,09	0,25	0,05	-	0,08	0,89	0,26
	N	36	25	21	24	14	8	17	9	9	-	16	8	187
Camarão-sete-barbas	kg/h	28,45	28,38	24,35	18,40	18,61	13,28	12,71	9,23	9,06	11,39	10,17	13,94	18,33
	Desvio	11,9	8,91	10,91	10,23	7,57	2,73	4,11	3,10	3,30	3,04	4,11	4,43	6,20
	N	36	25	21	24	14	8	17	9	9	15	16	8	202
Total	kg/h	28,58	28,82	24,82	19,69	18,98	13,59	12,86	9,50	9,09	11,40	10,48	14,29	18,70
	Desvio	11,90	9,19	11,21	10,70	7,81	2,95	4,15	3,20	3,34	3,04	4,14	4,23	6,32
	N	36	25	21	24	14	8	17	9	9	15	16	8	202
Tipo de pescaria: pesca de camarão-rosa														
1995														
Peixes	kg/h						2,70	2,78	7,74	1,97	6,12	1,18		2,62
	Desvio						3,12	2,21	1,47	6,63	5,24	1,31		3,33
	N						2	2	2	8	5	4		23
Camarão-rosa	kg/h						2,08	1,85	1,01	0,45	3,38	1,42		1,03
	Desvio						0,76	0,61	0,44	0,84	1,38	0,43		0,74
	N						2	2	2	8	5	4		23
Total	kg/h						5,44	4,63	9,35	2,49	9,76	2,76		3,80
	Desvio						1,64	2,82	0,59	7,01	4,13	1,35		2,92
	N						2	2	2	8	5	4		23
1996														
Peixes	kg/h					11,50	5,23	2,70	8,68		10,55	4,97	5,57	7,91
	Desvio					9,91	2,10	1,23	1,50		8,49	0,00	0,00	3,32
	N					8	2	3	3		2	1	20	
Camarão-rosa	kg/h					2,66	2,53	1,64	1,20		0,79	1,18	1,02	1,97
	Desvio					1,62	0,92	0,30	57,00		0,83	0,00	0,00	8,67
	N					8	2	3	3		2	1	1	20
Total	kg/h					14,45	8,02	4,36	10,17		11,34	6,15	6,59	10,08
	Desvio					10,53	2,74	1,30	1,88		9,32	0,00	0,00	3,68
	N					8	2	3	3		2	1	1	20
Tipo de pescaria: pesca de peixes com rede de emalhe														
1995														
Total	kg/h		11,06	11,71	12,35	12,86	7,24	11,11	11,77	12,65	10,20	12,81	10,35	11,24
	Desvio		8,98	5,92	6,54	5,97	5,89	2,89	4,66	5,17	6,63	2,32	6,30	5,57
	N		8	12	3	15	14	2	8	14	7	5	7	95
1996														
Total	kg/h		10,34	6,47	9,28	10,28	14,34	12,55	11,52	13,86	11,26	8,78	7,26	7,57
	Desvio		3,99	2,63	4,15	4,22	9,85	11,44	11,18	7,76	4,42	1,43	2,86	4,35
	N		7,00	8	12	3	15	14	2	8	14	7	5	7
Tipo de pescaria: pesca mista (camarão-sete-barbas e camarão-rosa)														
1995														
Peixes	kg/h						1,12			0,60	0,93			0,64
	Desvio						0,00			4,32	0,00			1,44
	N						1			5	1			7
Camarão-rosa	kg/h						0,32			0,10	0,23			0,12
	Desvio						0,00			0,27	0,00			0,09
	N						1			5	1			7
Camarão-sete-barbas	kg/h						8,01			1,28	6,94			1,95
	Desvio						0,00			3,68	0,00			1,23
	N						1			5	1			7
Total	kg/h						9,71			1,98	8,14			2,74
	Desvio						0,00			4,67	0,00			1,56
	N						1			5	1			7
1996														
Peixes	kg/h					7,18		1,50	3,25	4,03	1,49		5,00	3,88
	Desvio					0,75		0,00	2,36	2,90	0,00		0,00	1,00
	N					2		1	3	7	1		1	15
Camarão-rosa	kg/h					1,01		0,73	0,46	0,26	0,18		0,42	0,39
	Desvio					0,76		0,00	0,45	0,14	0,00		0,00	0,23
	N					2		1	3	7	1		1	15
Camarão-sete-barbas	kg/h					3,16		3,00	3,44	1,70	5,06		2,08	3,07
	Desvio					2,52		0,00	3,48	1,84	0,00		0,00	7
	N					2		1	3	7	1		1	15
Total	kg/h					11,55		5,36	7,21	5,91	6,73		7,50	6,98
	Desvio					2,69		0,00	2,80	3,01	0,00		0,00	1,42
	N					2		1	3	7	1		1	15
Tipo de pescaria: pesca de lula														
1996														
Peixes	kg/h		1,52	0,00	0,57	13,89								1,56
	Desvio		0,00	0,35	4,15	0,00								1,13
	N		1	3	3	1								8
Camarão-rosa	kg/h		0,00	0,59	0,14	0,00								1,56
	Desvio		0,00	0,36	0,24	0,00								0,20
	N		1	3	3	1								8
Lula	kg/h		9,47	16,67	33,88	3,47								21,21
	Desvio		0,00	9,33	33,02	0,00								10,59
	N		1	3	3	1								8
Total	kg/h		10,98	17,30	35,07	17,36								23,25
	Desvio		0,00	4,45	32,46	0,00								9,23
	N		1	3	3	1								8

Para um bom ordenamento é necessário uma qualidade satisfatória dos dados, de modo que tenhamos condições de diagnosticar o estado do recurso com precisão. Além disso, projetos que envolvam a pesca devem atender às necessidades da classe pesqueira, havendo discussões com a comunidade (Diegues, 1987). Então, com o intuito de melhorar a qualidade do dado recolhido, trabalhou-se junto ao pescador, envolvendo a equipe de coleta e o setor pesqueiro. Com base nesta filosofia e objetivando melhorar a qualidade dos dados, o sistema de coleta foi modificado, atendendo às reivindicações da classe produtiva.

A principal mudança no procedimento apresentado neste trabalho foi a maior cobertura dos pontos de coleta, ou seja, tentou-se coletar os dados de todos desembarques ocorridos no período de estudo (visto que anteriormente estes eram apenas da CEAGESP local), retornando posteriormente à classe pesqueira de forma analisada e de fácil assimilação, a fim de mostrar ao pescador a utilidade do dado por ele fornecido. Os dados eram repassados de forma que os pescadores pudessem entendê-los. Por exemplo, informávamos a captura média dos barcos por dia, porque esta unidade era melhor assimilada pelo pescador. Uma descrição do capturado, incluindo o comprimento total médio do camarão-sete-barbas, era informada juntamente com o número médio de peças por quilograma desembarcado, unidade esta utilizada para a classificação da captura desembarcada na indústria. Esta foi uma das sugestões fornecidas pela própria classe pesqueira e que foi incorporada ao projeto.

Devido às modificações aqui descritas, têm-se hoje dados em que podemos confiar, consolidando-se uma relação harmônica entre o projeto e a classe pesqueira. Estes dados podem ser conferidos por meio do acompanhamento total dos desembarques e pelas notas de prestação de contas. A partir de uma melhor cobertura dos pontos de desembarque, a produção anual de Cananéia passou de 388 t em 1994 (dados não publicados do Instituto de Pesca) para 1200 t em 1996.

Descrição da frota e artes de pesca empregadas

No Brasil a classificação da frota mais utilizada é a denominação de pesca artesanal e pesca industrial, sendo essa a base para tomada de dados estatísticos (Haimovici, 1997). No caso da pesca artesanal, esta classificação acarreta problemas na estatística básica da pesca, pois existe falta de discriminação da área e arte de pesca ou tipo de barco, bem como a inclusão de peixes capturados no estuário juntamente com o de zonas costeiras e mar-a-fora, por diferentes frotas e artes de pesca. Além disso, não há registros de esforço de pesca, tornando a estatística imprecisa e incompleta (Reis, 1993; Haimovici, 1997).

A frota pesqueira de Cananéia, na categoria denominada costeira, é constituída por barcos de pesca comercial de médio porte, ou seja, embarcações motorizadas, com certo incremento tecnológico, incluindo-se ecossondadores e navegadores (GPS - Global Position System). Geralmente, os barcos têm somente um proprietário (uma empresa), com quem os pescadores e instrumentos de produção possuem grandes

vínculos (Diegues, 1995). De acordo com Reis (1993), esta pesca enquadra-se na categoria da pesca semi-industrial (média escala), encontrada na costa do Rio Grande do Sul. Na classificação de Tiago *et al.* (1995) seria pesca comercial de médio porte mecanizada, com a ressalva de que a produção pode ultrapassar as 5 toneladas colocadas como limite para esta classificação.

Os barcos que direcionam suas pescarias a peixes são também classificados como sendo da pesca empresarial capitalista (Diegues, 1995). Estes barcos utilizam redes de emalhar, com diferentes tamanhos de malha de superfície ou de fundo, mas só decidem sobre o tipo de rede a ser utilizado após saírem do porto quando saem para pescar carregam várias redes e, caso não seja encontrado o produto alvo da época, trocam o apetrecho (redes) e redirecionam a pescaria. Outro fato interessante é a utilização de mais de uma rede ao mesmo tempo de pesca, ou seja, quando o barco solta uma rede de determinada malha, une à extremidade outra rede de malha diferente. Esta estratégia aumenta a possibilidade de capturar diferentes recursos, aumentando a produção. Isto confirma a ocorrência de produtos de diferentes tamanhos num mesmo desembarque.

Um fato importante a ser discutido é a grande dinâmica existente na frota, ou seja os barcos não permanecem na mesma atividade, podendo num ano operar sobre o camarão-sete-barbas e noutro na rede de emalhar. Cabe concluir, então, que uma descrição pontual da frota, ou seja em um ano, nem sempre é válida para outros anos, sob o ponto de vista do número de barcos ligados a diferentes atividades, o que influencia, por sua vez, a produção desembarcada.

Avaliação dos desembarques das principais espécies

Camarão-sete-barbas

Principal produto desembarcado em Cananéia, o camarão-sete-barbas vem acompanhando a evolução da produção na região sudeste-sul do Brasil (Valentini *et al.* 1991a; IBAMA, 1993), alcançando entre 48 a 64% dos desembarques de Cananéia. A frota é pequena e pouco especializada, capturando um produto heterogêneo, devido à utilização de um aparelho de baixa seletividade (Graça Lopes, 1996). A produção desembarcada de camarão-sete-barbas em Cananéia apresentou tendência a um declínio ao longo do ano, com paulatina diminuição até agosto. Comparando-se estes dados com os de produção total desembarcada no estado, conforme dados não publicados do Instituto de Pesca – SAA, vemos que os desembarques em Cananéia acompanham os do estado, com maior produção no primeiro semestre. Porém, dados acumulados durante 20 anos sobre a produção de camarão-sete-barbas em Cananéia mostram um padrão diferente do da produção dos anos de 1995 e 1996, com grandes desembarques durante o período de outubro a março (meses quentes), diminuindo entre abril e setembro. Isto revela uma modificação no padrão de desembarques, sendo que atualmente os maiores ocorrem no primeiro semestre (entre janeiro e abril), com declínio após o mês de maio, sugerindo que entre setembro e dezembro, houve diminuição da população, ou então que esta não estava mais disponível para as capturas, visto que este

período revela um pico de camarões maduros para desova (Severino-Rodrigues *et al.*, 1992). Outro fato que pode modificar este panorama é que no segundo semestre registra-se, em Cananéia, os maiores desembarques de camarão-sete-barbas escolhido, devido a uma seleção a bordo dos maiores comprimentos, o que eleva seu valor comercial e acarreta um grande descarte de camarões durante a pesca, pois esta espécie apresenta recrutamento contínuo (Severino-Rodrigues, *op. cit.*).

Comparando-se a produção de 1995 com a de 1996 percebe-se um aumento na captura, devido à troca de embarcações da frota de Cananéia: ocorreu saída de alguns barcos para outros portos e, paralelamente, o início de desembarque feito no município por outras embarcações mais capacitadas e com maior eficiência, implicando, assim uma CPUE mais elevada. Esta eficiência dos barcos, revelada através de vários fatores, tais como a experiência da tripulação e características físicas das embarcações, são essenciais para a melhora da captura (Graça-Lopes, 1996).

A captura máxima sustentável para a população explorada pela frota sediada no estado de São Paulo é 13.587 t, para um esforço máximo de 636.350 horas (IBAMA, 1993), resultando em índice de abundância relativa de 21,4 kg/h. Para a região sudeste, Matsuura (1987) estimou, através do modelo descritivo, a produção máxima sustentável em 14,4 mil toneladas por ano, com um esforço de pesca de 567 mil horas de arrasto. O índice médio de abundância encontrado em Cananéia foi 10 kg/h em 1995 e 18 kg/h em 1996. No primeiro ano o índice encontrado foi a metade do valor estimado para o estado de São Paulo (Valentini *et al.*, 1991a.; Graça Lopes, 1996), o qual foi calculado em torno de 20 kg/h. Este aumento ocorreu devido à entrada de embarcações mais eficientes de um ano para o outro, desembarcando maior quantidade do produto, apesar da utilização do mesmo número de horas de pesca (esforço).

Graça Lopes (*op. cit.*) observou picos de produção do camarão-sete-barbas em maio e outubro, com ou sem defeso da espécie, tanto para barcos de grande porte como para barcos pequenos. Estes aumentos de produção também foram encontrados nos desembarques de Cananéia podendo representar o recrutamento ou um fenômeno que disponibilize, para a pesca, uma maior parcela da população, como a migração, a concentração para acasalamento ou desova ou a contração de áreas de dispersão em razão de fatores ambientais (Graça Lopes, *op. cit.*). O autor ainda sugere que a maior produção de março deve-se ao recrutamento e a de outubro a prováveis concentrações de parcelas da população para a reprodução ou desova. De fato, fatores ambientais, como a temperatura, podem ter favorecido a concentração dos indivíduos, visto que neste período são registrados valores anuais máximos de temperatura da água de fundo para a região (Pereira Filho, 1980). Assim, os indivíduos podem ser beneficiados com essas condições que aumentariam a taxa metabólica, fato que favoreceria o crescimento.

Analisando-se os dados dos desembarques em Cananéia, verifica-se que o comprimento médio do camarão, ao longo dos anos de 1995 e 1996, sofreu poucas modificações. Somente entre fevereiro e março de 1995 e entre janeiro e maio de 1996, foram registrados comprimentos médios inferiores a 8 cm, sugerindo que o recru-

tamento ocorre entre janeiro e abril, embora este período possa se estender um pouco mais. Em outubro, o pico de produção coincide com capturas de indivíduos com comprimentos médios maiores, devido a possível concentração de fêmeas maduras que estão desovando neste período (Severino-Rodrigues *et al.*, 1992).

Outro ponto analisado refere-se às características das capturas verificadas no porto de Cananéia, durante o período de estudo. A proporção sexual encontrada de 1:1, corrobora o resultado de Severino-Rodrigues *et al.* (1992), que encontraram a mesma proporção na categoria de desembarque “bruto”, com o predomínio de fêmeas na categoria “comercial” e machos na categoria “rejeitado”. Cabe salientar que nossas amostragens sempre ocorreram sobre o desembarque bruto, onde não houve nenhum tipo de seleção prévia. No trabalho do autor citado acima, entende-se como categoria “comercial” o desembarque de camarão previamente selecionado durante a pesca, quando são escolhidos os indivíduos maiores. Já a categoria “rejeitado” seria a porção de camarão descartado devido ao pequeno comprimento. Em Cananéia, principalmente no segundo semestre, observou-se que a bordo é feita apenas uma separação dos camarões capturados de acordo com o tamanho, não havendo descarte dos pequenos.

Junto com a pesca do camarão-sete-barbas, ocorre a captura do camarão-branco (*Penaeus schmitti*), com maior produção entre março e abril, justamente a época do recrutamento desta espécie (Chagas-Soares, 1995), sendo subsequente sua saída do estuário de Cananéia. Esta espécie é capturada em dois estágios diferentes, podendo estar associada à pesca do camarão-sete-barbas, ou ser capturada no estuário, quando juvenil. Nos períodos de maior produção (março e abril) vemos um direcionamento da frota para a captura deste camarão, fazendo com que muitas vezes o camarão-sete-barbas seja descartado, aproveitando-se apenas o camarão-branco. Este fato é prejudicial à captura do camarão-sete-barbas e compromete as estimativas da captura e da população, visto que não existem trabalhos sobre a rejeição do camarão-sete-barbas quando se pratica a captura de camarão-branco.

Pescada-foguete

Na região de Cananéia a pescada é capturada por barcos que utilizam redes de emalhar com malha de 70 mm. Suas maiores capturas ocorreram entre janeiro e maio, sofrendo um declínio a partir deste período. A falta do produto no segundo semestre pode ocorrer devido à ausência de indivíduos adultos na área de pesca e/ou não suscetíveis à pesca. O segundo semestre também é considerado como a época de recrutamento da espécie (Moraes, 1980) e, então, devido à utilização da arte pesqueira da frota local, pode não ter ocorrido a captura de indivíduos menores que 30 cm. Moraes (*op. cit.*) ainda estimou o tipo e o período de desova para a espécie, como sendo parcelada nos meses de março e junho/julho, tendo a temperatura como seu fator determinante. De acordo com os desembarques no município, as maiores capturas

coincidem com estes períodos, indicando que a frota atua sobre parte da população que está desovando.

O comprimento médio de primeira maturação gonadal para a espécie fica em torno de 21,5 a 22 cm para machos e 25 a 27,4 cm para as fêmeas (Vazzoler, 1963; Yamaguti, 1967; Moraes, 1980; Juras & Yamaguti, 1989). Como a frota de Cananéia atua sobre o recurso que apresenta um comprimento médio de captura em torno de 34 cm, não há grande preocupação quanto à exploração predatória, fato que ocorre com os arrasteiros, sejam parselhas, barcos com portas simples ou com tangones (Haimovici & Habiaga, 1982; Coelho *et al.*, 1986; Haimovici & Mendonça, 1996b).

Corvina

Esta espécie foi o terceiro recurso mais desembarcado no município, atingindo valores em torno de 15 t em setembro de 1995 e 8 t em setembro de 1996. No estado de São Paulo, no período de 1995 e 1996, os desembarques se mostraram semelhantes, com pico de produção no segundo semestre e uma produção desembarcada média mensal em torno de 180 t, conforme dados de produção da Seção de Controle de Produção do Instituto de Pesca – SAA (relatórios internos do Instituto de Pesca). Em Cananéia, houve uma diminuição da produção, e, como a frota praticamente não se alterou, esta queda do produto ocorreu devido, possivelmente, à falta de estrutura das embarcações quando os barcos apresentaram problemas para capturar a corvina.

A frota atua sobre indivíduos que apresentam um comprimento médio em torno de 44 cm, portanto, sobre uma população adulta porque a corvina do litoral de São Paulo apresenta comprimento médio de primeira maturação gonadal de 27,5 cm para as fêmeas e 25 cm para os machos (Vazzoler, 1991). Isto ocorre devido ao fato da arte pesqueira empregada ser seletiva causando pouco impacto sobre indivíduos pequenos. Segundo Vazzoler (1991), o recrutamento da população no litoral paulista ocorre entre maio-junho e, em menor intensidade, em setembro-dezembro. Isaac-Nahum & Vazzoler (1987) mostraram que a corvina se reproduz durante todo o ano, com recrutamento contínuo. A captura de indivíduos pequenos pode ocorrer ao longo do ano, se a arte empregada for pouco seletiva, como verificado com a pesca de parselhas e arrasteiros em geral (Haimovici & Habiaga, 1982; Vooren, 1983; Haimovici & Mendonça, 1996a).

Por ter encontrado larvas e jovens durante todo o ano, Sinque (1980) sugere que a corvina desova no estuário, ou na costa. Vazzoler (1991) discorda, justificando que a área é ocupada predominantemente por jovens (com comprimento entre 50 e 250 mm), não havendo indivíduos em maturação avançada, maduros e esvaziados. A autora também sugere que a corvina apresente um recrutamento ao longo de todo o ano, sendo a área de atuação da frota pesqueira de Cananéia utilizada para o crescimento e não para a reprodução. Estas observações da autora acima não coincidem com os resultados do presente trabalho, pois foi possível observar que os exemplares capturados estavam com as gônadas em fase de maturação, além de serem indivíduos adultos.

Produção geral

Na pesca costeira de Cananéia, predominaram os desembarques de camarão-sete-barbas, seguidos, em ordem decrescente, para o ano de 1995, de pescada-foguete, corvina, cação, mistura, betara e salteira. Para 1996, houve alterações nas ocorrências, conforme o seguinte: camarão-sete-barbas, pescada-foguete, mistura, lulas, betara, corvina, salteira e cações. Neste último ano, apareceram desembarques de lulas (*Loligo sanpaulensis* e *L. pley*) que ultrapassaram diversas outras espécies que antes predominavam, como a corvina e cações.

Pode-se notar que estas últimas espécies ou grupos de espécies tiveram seus desembarques muito reduzidos em comparação com 1995. Contudo, pode-se considerar que a diminuição da produção de corvina e cação, em Cananéia ocorreu devido à deficiência da frota pesqueira sediada no município, fato já mencionado anteriormente. Esta deficiência fez com que os barcos não se afastassem muito da costa, não atingindo profundidades maiores para a procura de cações, como ocorreu em 1995.

As maiores capturas tenderam a ser sazonais, preferencialmente durante o verão. Neste período, o camarão-sete-barbas ocorre em menores tamanhos (Severino-Rodrigues *et al.*, 1992) e em grande quantidade, visto que é um período em que, possivelmente, ocorra o pico do recrutamento. Como os maiores desembarques são de camarão-sete-barbas e este apresenta paulatina diminuição ao longo do ano, a produção pesqueira geral de Cananéia acompanha os desembarques deste recurso.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é parte da dissertação de mestrado do primeiro autor (Departamento de Oceanografia Biológica - IOUSP). Agradecemos ao Dr. Luis Alberto Zavala-Camin e às Dras. Maria Cristina Cergole e June Ferraz Dias pelas críticas e sugestões ao trabalho; a dois revisores anônimos por suas críticas e revisões; e aos técnicos Antônio D. Pires, Gilson C. Calasans e Sérgio C. Xavier, por auxiliarem em todas as etapas de campo e processamento dos dados. O Instituto de Pesca, Núcleo de Cananéia apoiou e forneceu o espaço necessário ao desenvolvimento deste trabalho. O co-autor recebeu auxílio do CNPq de produtividade em pesquisa (Proc. 306097/88-5 RN).

ABSTRACT

The coastal fishery at Cananéia region, in the southern coast of São Paulo State, Brazil, was analysed during 1995 and 1996 based on catch and effort data, fishing gear and methods used in the region. The traditional method of data collection was modified to obtain desirable information from fishermen. Atlantic seabob (*Xiphopenaeus kroyeri*) was the main fishery resource, exploited by ca. 75% of Cananéia's trawl fishing fleet. For both years, the catch of the Atlantic seabob tended to be more expressive from January to March, the recruitment period of this species. Gill net fishing, another important fishing method for the region, was mainly used to catch the king weakfish (*Macrodon ancylodon*) from January to June, the whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*) during spring, sharks from October to December. Leatherjack (*Oligoplites saliens*) and southern kingcroaker (*Menticirrhus americanus*) represented important bycatch items of gill net fishing. Catch variability was probably due to boat conditions and skill level of the crew in both, trawl and gill net fishing.

Key-words: Coastal fishery, landings, CPUE, Cananéia, Brazil.

RESUMO

A pesca costeira na região de Cananéia, costa sul do Estado de São Paulo, Brasil, foi analisada a partir de dados de esforço, captura e metodologia de coleta, observados entre 1995 e 1996. O método tradicional de coleta de dados foi aperfeiçoado, a fim de obter informações de melhor qualidade dos pescadores. O camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) foi o principal recurso pesqueiro, envolvendo 75% dos barcos arrasteiros da região. As capturas mais expressivas ocorreram nos primeiros meses de cada ano, declinando gradualmente ao longo dos anos. Os resultados indicaram que a pesca do camarão-sete-barbas ocorre mais intensamente durante o período do recrutamento da espécie, de janeiro a março. Outra importante pescaria da região é a que utiliza redes de emalhar, capturando principalmente a pescada-foguete (*Macrodon ancylodon*) no primeiro semestre, a corvina (*Micropogonias furnieri*) nos meses de primavera e os cações na segunda metade do segundo semestre. A salteira (*Oligoplites saliens*) e a betara (*Menticirrhus americanus*) foram importantes componentes das capturas com redes de emalhar. A variação das capturas ocorreu possivelmente devido às condições estruturais dos barcos e a habilidade da tripulação em ambas as artes de pesca.

Palavras-chave: Pesca costeira, desembarques, CPUE, Cananéia, Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASTELLO, J.P.; YAMAGUTI, N.; CORRÊA, M.F.M. & LEDO, B.S. 1994. Oceanografia biológica: Nécton. In: *Diagnóstico ambiental oceânico e costeiro das regiões sul e sudeste do Brasil*. FUNDESPA, São Paulo, 472 pp.
- CASTRO FILHO, B. M. & MIRANDA, L. B. 1998. Physical oceanography of the western Atlantic continental shelf located between 4°N and 34°S coastal segment (4, W). In: Robinson, A. R. & H. B. Kenneth, eds. *The Sea*. John Wiley & Sons. v. 11, p. 209-251.
- CHAGAS-SOARES, F. 1979. Seletividade em redes de emalhar utilizadas na captura de camarão-branco, *Penaeus shmitti* (Burkenrord, 1936) na região lagunar-estuarina de Cananéia, São Paulo. *Bolm Inst. Pesca, S Paulo*, 6(único): 131-144.

- CHAGAS-SOARES, F. 1995. Seletividade de redes de emalhar utilizada na captura de camarões "rosa" *Penaeus brasiliensis* Latreille, 1817, *P. paulensis* Perez-Farfante, 1967, na região lagunar-estuarina de Cananéia, São Paulo. *Bolm Inst. Pesca, S Paulo*, 12(2): 123-142.
- COELHO, J. A. P.; PUZZI, A.; GRAÇA-LOPES, R.; SEVERINO-RODRIGUES, E. & PRIETO JR, O. 1986. Análise da rejeição de peixes na pesca artesanal dirigida ao camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) no litoral do estado de São Paulo. *Bolm Inst. Pesca, S Paulo*, 13(2) : 51 - 61.
- DIEGUES, A. C. 1987. *Conservação e desenvolvimento sustentado de ecossistemas litorâneos no Brasil*. São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, 46 p.
- DIEGUES, A. C. 1995. *Povos e mares: leituras em sócio-anthropologia marítima*. São Paulo, NUPAUB-USP, 269 pp.
- EMILSSON, I. 1961. The shelf and coastal waters off southern Brazil. *Bolm Inst. oceanogr., S. Paulo*, 11(2): 101-112.
- FERREIRA, M. G. & SOUZA, D. C. 1990. *Nomes vulgares e científicos de peixes encontrados na região sudeste-sul com seus correspondentes em inglês e espanhol*. Brasília, Secretaria do Meio Ambiente-IBAMA. 10 p.
- FIGUEIREDO, J. L. de. 1977. *Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil, I. Introdução ; cações, raias e quimeras*. São Paulo, Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 104 pp.
- FIGUEIREDO, J. L. de. & MENEZES, N. A. 1978. *Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil, II. Teleostei* (1). São Paulo, Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 110 pp.
- FIGUEIREDO, J. L. de. & MENEZES, N. A. 1980. *Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil, III. Teleostei* (2). São Paulo, Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 90 pp.
- GALLUCCI, R. R. 1996. *Descrição e análise da pesca de camarão e fauna acompanhante, com o aparelho gerival, na região estuarino-lagunar de Cananéia - São Paulo, Brasil*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. São Paulo, 106 pp.
- GIANNINI, R. 1994. *Estrutura das comunidades de peixes da zona de arrebentação de praias arenosas do litoral do Estado de São Paulo, Brasil*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. São Paulo, 139 pp.
- GRAÇA-LOPES, R. 1996. *A pesca do camarão-sete-barbas Xiphopenaeus kroyeri (Heller, 1862) e sua fauna acompanhante no litoral do Estado de São Paulo*. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Ciências Biológicas. Rio Claro, 96 pp.
- HAIMOVICI, M. 1981. Estratégias de amostragem de comprimentos de teleósteos demersais nos desembarques da pesca de arrasto no litoral sul do Brasil. *Atlântica, Rio Grande*, 9(1) : 65 - 82.
- HAIMOVICI, M. 1997. *Recursos pesqueiros demersais da região sul*. Rio de Janeiro, FEMAR, 80 pp.
- HAIMOVICI, M. & HABIAGA, R. G. P. 1982. Rejeição a bordo na pesca de arrasto de fundo no litoral do Rio Grande do Sul, num cruzeiro de primavera. *Sér. Doc. Téc. Oceanografia*, Fundação Universidade do Rio Grande, Rio Grande, 2:1-14.
- HAIMOVICI, M. & MENDONÇA, J. T. 1996a. Descartes da fauna acompanhante na pesca de arrasto de tangones dirigida a linguados e camarões na plataforma continental do sul do Brasil. *Atlântica, Rio Grande*, 18:161-177.
- HAIMOVICI, M. & MENDONÇA, J. T. 1996b. Análise da pesca de arrasto de tangones de peixes e camarões no sul do Brasil – período de 1989-1994. *Atlântica, Rio Grande*, 18:143-160.
- IBAMA 1993. *Relatório da IX Reunião do Grupo Permanente de Estudos (GPE) de camarões*, realizada no período de 14 a 18 de outubro de 1991. CEPsul. Itajaí, 93 p.
- ISAAC-NAHUM, V. J. & VAZZOLER, A. E. A. de M. 1987. Biologia reprodutiva de *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) (Teleostei, Sciaenidae). II - Relação gonadossomática, comprimento e peso dos ovários como indicadores do período de desova. *Bolm. Inst. oceanogr., S Paulo*, 35(2): 123-134.
- JURAS, A. A. & YAMAGUTI, N. 1989. Sexual maturity, spawning and fecundity of king weakfish *Macrodon ancylodon*, caught off Rio Grande do Sul State (southern coast of Brazil). *Bolm Inst. oceanogr., S Paulo*, 37(1): 51-58.
- MACIEL, N. A. L. 1995. *Estudo sobre a composição, distribuição, abundância e diversidade da ictiofauna de três enseadas na região litorânea de Ubatuba - Estado de São Paulo - Brasil*. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. São Paulo, 141 pp.

- MATSUURA, Y. 1986. Contribuição ao estudo da estrutura oceanográfica da região sudeste entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC). *Ciê. Cult., S Paulo*, 38(8): 1439-1450.
- MATSUURA, Y. 1987. Avaliação de recursos pesqueiros no Brasil. In: Ogawa, M. & Koike, J. (Eds.). *Manual de Pesca. Fortaleza, Associação dos Engenheiros de Pesca do Estado do Ceará*, 67-91.
- MENEZES, N. A. & FIGUEIREDO, J. L. de. 1980. *Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. Vol. IV, Teleostei (3)*. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo. São Paulo, 96 pp.
- MENEZES, N. A. & FIGUEIREDO, J. L. de. 1985. *Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. Vol. V, Teleostei (4)*. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo. São Paulo, 105 pp.
- MESQUITA, A. R. de; LEITE, J. B. & RIZZO, R. 1979. Contribuição ao estudo das correntes marinhas na plataforma entre Cabo Frio e Cananéia. *Bolm Inst. oceanogr., S Paulo*, 28(2): 95-100.
- MIRANDA, L. B. de & KATSURAGAWA, M. 1991. Estrutura térmica na região sudeste do Brasil (outubro/novembro de 1988). *Publicação esp. Inst. oceanogr., S Paulo*, (8): 1-14.
- MIRANDA, L. B. de; MESQUITA, A. R. de & FRANÇA, C. A. de S. 1995. Estudo da circulação e dos processos de mistura no extremo sul do mar de Cananéia: condições de dezembro de 1991. *Bolm Inst. oceanogr., S Paulo*, 43(2): 101-113.
- MORAES, N. 1980. *Aspectos do ciclo reprodutivo e do crescimento de Macrodon ancylodon (Block & Schneider, 1801) da Ilha do Mel (Baía de Paranaguá - 25°30'S - 48°23'W)*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Instituto de Ciências Biológicas. Curitiba, 78 pp.
- PAIVA-FILHO, A.M. & TOSCANO, A. P. 1987. Estudo comparativo e variação sazonal da ictiofauna na zona entremarés do Mar Casado-Guarujá e Mar Pequeno-São Vicente, SP. *Bolm Inst. oceanogr., S Paulo*, 35(2):153-165.
- PEREIRA FILHO, N. 1980. *Contribuição ao estudo das características térmicas da região oceânica compreendida entre a Ilha de São Sebastião (SP) e Cananéia (SP)*. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. São Paulo, 116 pp.
- REIS, E. G. 1993. Classificação das atividades pesqueiras na costa do Rio Grande do Sul e qualidade das estatísticas de desembarque. *Atlântica, Rio Grande*, 15: 107-114.
- RIBEIRO NETO, F. B. 1989. *Estudo da comunidade de peixes da Baía de Santos, SP*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. São Paulo, 106 pp.
- ROCHA, G. R. A. 1990. *Distribuição, abundância e diversidade da ictiofauna na região de Ubatuba - SP (23°20'S - 24°00'S; 44°30'W - 45°30'W), Brasil*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. São Paulo, 2 v.
- ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. & PAES, E. T. 1993. Padrões espaciais de comunidades de peixes demersais do litoral norte do estado de São Paulo. *Publção esp. Inst.oceanogr., S Paulo*, (10):169-188.
- ROYCE, W. F. 1996. *Introduction to the practice of Fishery Science*. San Diego, Academic Press, 448 pp.
- SADOWSKY, V. 1964. Elasmobrânquios do gênero *Sphyrna* (Rafinesque, 1910) na região de Cananéia. In: Reunião Anual da SBPC. *Ciê. Cult., S Paulo*, 16(2): 161-162.
- SADOWSKY, V. 1970. On the dentition of the sand shark *Odontaspis taurus*, from the vicinity of Cananéia, Brazil. *Bolm Inst. oceanogr., S Paulo*, 18: 37-44.
- SADOWSKY, V. 1974. Fauna dos peixes cartilaginosos (Elasmobranchii) da região lagunar de Cananéia (SP) . In: Reunião Anual da SBPC. *Ciê. Cult., S Paulo*, 26(7): 204.
- SADOWSKY, V. & ALMEIDA-DIAS, E. R. 1986. Migração de tainha (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758 *sensu lato*) na costa sul do Brasil. *Bolm Inst. Pesca, S Paulo*, 13(1): 31-50.
- SAUL, A. de C. 1994. *Comunidade ictiofaunística da Ilha do Bom Abrigo, Cananéia, São Paulo, Brasil*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. São Paulo, 118 pp.
- SEVERINO RODRIGUES, E.; PITA, J. B.; GRAÇA LOPES, R.; COELHO, J. A. P. & PUZZI, A. 1992. Aspectos biológicos e pesqueiros do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) capturado pela pesca artesanal no litoral do estado de São Paulo. *Bolm Inst. Pesca, S Paulo*, 19(único): 67 - 81.
- SINQUE, C. H. 1980. Larvas de Sciaenidae (Teleostei) identificadas na região estuarino-lagunar de Cananéia. *Bolm Zool., Univ. S Paulo*, 5:39-77.
- TIAGO, G. G.; TUTUI, S. L. S.; SECKENDORFF, R. W. von; GRASSI, R. T. B. & INÁCIO, M. L. S. 1995. Análise da frota pesqueira sediada em Ubatuba, estado de São Paulo, Brasil. *Bolm Inst. Pesca, S Paulo*, 22(2): 71-83.

- VALENTINI, H.; CASTRO, P. M. G. de; SERVO, G. J. de M. & CASTRO, L. A. B. de. 1991. Evolução da pesca das principais espécies demersais da costa sudeste do Brasil, pela frota de arrasteiros de parelha baseada em São Paulo, de 1968 a 1987. *Atlântica, Rio Grande*, 13(1): 87 - 96.
- VAZZOLER, A. E. A. de M. 1963. Deslocamentos sazonais da corvina relacionados com as massas d'água. *Contrções Inst. oceanogr. Univ. S Paulo, Sér. Ocean. biol.*, 5: 1-8.
- VAZZOLER, A. E. A. de M. 1991. Síntese de conhecimentos sobre a biologia da corvina *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823), da costa do Brasil. *Atlântica, Rio Grande*, 13(1) : 55-74.
- VOOREN, C. M. 1983. Seleção pela malha de pesca de arrasto da castanha *Umbrina canosai*, pescada *Cynoscion striatus* e pescadinha *Macrodon ancylodon* no Rio Grande do Sul. *Sér. Doc. Téc. Oceanografia, Fundação Universidade do Rio Grande, Rio Grande*, 4: 1-32.
- YAMAGUTI, N. 1967. Desova da pescada-foguete, *Macrodon ancylodon*. *Bolm Inst. oceanogr., S Paulo*, 16(1): 101-106.
- ZANI-TEIXEIRA, M. de L. 1983. *Contribuição ao conhecimento da ictiofauna da Baía do Trapandé, complexo estuarino lagunar de Cananéia, SP*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. São Paulo, 83 pp.

Nota Técnica

BASE DE DADOS DIGITAL DO LITORAL PARANAENSE EM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Mauricio Almeida NOERNBERG *
Luiz Fernando de Carli LAUTERT *
Alfredo Duarte de ARAÚJO **
Lydio Luis ODRESKY **

A construção de uma base de dados digital georreferenciados do litoral do Paraná visa criar condições que permitam o manejo, a análise, o monitoramento e a modelagem espacial dos ecossistemas costeiros bem como dos fenômenos a eles associados.

Esta nota técnica objetiva descrever os procedimentos adotados para a geração da base de dados digital no ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas). As principais características de um SIG são: a) integrar, numa única base de dados, informações de diferentes fontes; b) oferecer mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise; c) consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados georreferenciados.

Para este trabalho foram utilizados o sistema de informações geográficas SPANS e uma mesa digitalizadora Summagrid IV, ambos adquiridos através de convênio entre a Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina (APPA) e o Centro de Estudos do Mar, da Universidade Federal do Paraná (CEM).

* Laboratório de Física Marinha, Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, 83255-000 Pontal do Sul, Paraná, Brasil. E-mail: mauricio@aica.cem.ufpr.br

** Laboratório de Oceanografia Geológica, Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná

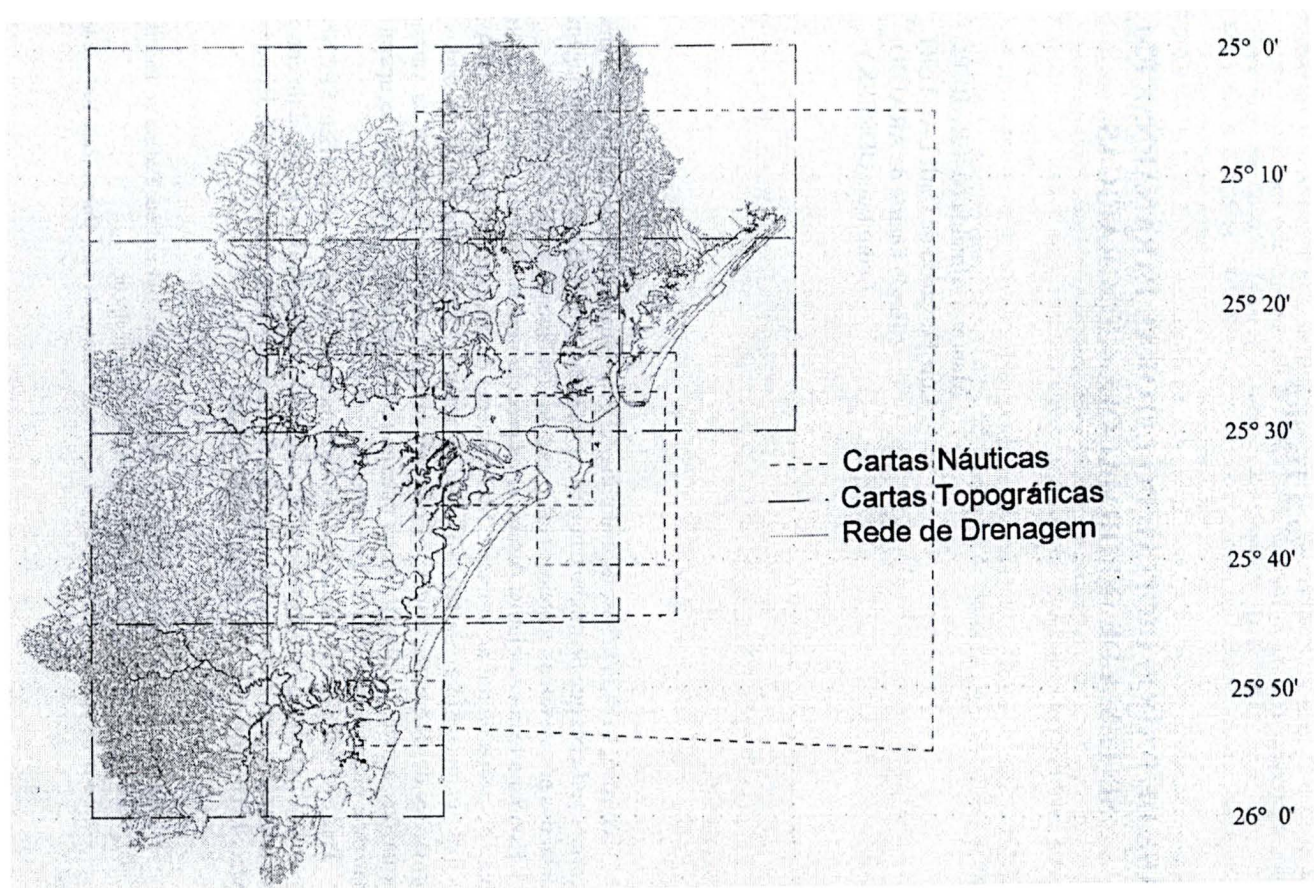


Fig. 1
Articulação das cartas topográficas e náuticas e rede de drenagem do litoral paranaense

A construção da base de dados digital foi executada em duas etapas:

1. digitalização de informações disponíveis em cartas;
2. estruturação dos dados digitalizados e dados ambientais georreferenciados pretéritos, gerados pelo CEM no ambiente SIG.

Na primeira etapa foram utilizadas 14 cartas topográficas (escala 1:50.000), que cobrem toda a área do litoral paranaense, bem como as bacias de drenagem associadas. Destas cartas foram extraídas, através de digitalização, a rede de drenagem, a rede viária (rodovias, ferrovias, caminhos e trilhas), a rede de alta tensão, divisão política dos municípios e estado, mangue, restinga e área urbana. Mais especificamente, este banco de dados envolve uma área que está limitada na sua parte leste pelo Oceano Atlântico e nas demais partes pelo divisor de águas (fig. 1).

Como os interesses do CEM estão concentrados principalmente nas regiões estuarinas, costeiras e plataforma continental, também foram digitalizadas 4 cartas náuticas da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). Devido ao maior detalhamento da linha de costa estas cartas, o contorno prévio obtido a partir das cartas topográficas foi corrigido quando necessário. Das cartas náuticas foram extraídas as informações sobre baixios, isóbatas, pontos de profundidade, localização de sinalização náutica, pedras expostas e submersas.

Como foram utilizadas cartas de diversas origens (IBGE, Ministério do Exército, DHN, COMEC) e diferentes referências horizontais (SAD69, Córrego Alegre, Itajubá, WGS84) (Tabela 1), optou-se pela utilização do *datum* horizontal SAD69, pelo fato da maior parte das cartas topográficas estarem a ele referenciadas. As cartas referenciadas em outro *datum* foram convertidas para SAD69.

Na segunda etapa, os dados foram estruturados no SIG SPANS em forma de *layers*, do tipo pontos, linhas, áreas e quadtree, conforme a característica da informação armazenada. Como exemplo, é citado o *layer* drenagem que consiste em um *layer* do tipo linha que contém informação espacial a respeito do curso de cada rio, bem como comprimento, nome, bacia hidrográfica e outros atributos que poderão ser inseridos no futuro.

Nas próximas etapas serão adicionadas informações geológicas e altimétricas ao banco de dados. Devido ao fato de haver uma defasagem da informação existente nas cartas digitalizadas no que diz respeito à ocupação urbana, uso do solo e alterações na linha de costa, este banco de dados será atualizado na medida do possível, através do uso de fotografias aéreas e imagens de satélites.

Também serão inseridas no banco de dados informações de diversas naturezas, obtidas pelos diferentes laboratórios do CEM, tendo como pré-requisito para isto a localização geográfica da informação.

Tabela 1 – Relação das cartas náuticas e topográficas digitalizadas.

CARTAS NÁUTICAS				
Número	Nome	Fonte	Escala	Datum Horizontal
1820	Proximidade da Barra de Paranaguá	DHN	1:90.000	Itajubá
1821	Barra de Paranaguá	DHN	1:25.000	Itajubá
1822	Da Ilha do Mel a Paranaguá	DHN	1:25.000	Itajubá
1823	De Paranaguá a Antonina	DHN	1:25.000	Córrego Alegre
1824	Da Barra de Paranaguá	DHN	1:25.000	Córrego Alegre
1803 ER	Guaratuba	DHN	1:25.000	WGS 84
CARTAS TOPOGRÁFICAS				
Número	Nome	Fonte	Escala	Datum Horizontal
MI-2828-3	Rio Turvo	IBGE	1:50.000	SAD 69
MI-2828-4	Rio Guaraú	IBGE	1:50.000	SAD 69
MI-2843-2	Serra da Virgem Maria	IBGE	1:50.000	SAD 69
MI-2844-1	Serra Negra	IBGE	1:50.000	SAD 69
MI-2844-2	Ariiri	IBGE	1:50.000	SAD 69
MI-2843-1	Repressa Capivari	IBGE	1:50.000	SAD 69
15	Piraquara	COMEC	1:50.000	Base Norte-Itararé CNG
MI-2843-3	Morretes	IBGE	1:50.000	SAD 69
MI-2843-4	Antonina	IBGE	1:50.000	SAD 69
20	São José dos Pinhais	COMEC	1:50.000	Base Norte-Itararé CNG
MI-2858-1	Mundo Novo	IBGE	1:50.000	SAD 69
MI-2844-3	Guaraqueçaba	IBGE	1:50.000	SAD 69
MI-2844-4	Barra do Superaguí	IBGE	1:50.000	SAD 69
MI-2859-1	Pontal do Paraná	IBGE	1:50.000	SAD 69
MI-2858-4	Guaratuba	IBGE	1:50.000	SAD 69
MI-2858-3	Pedra Branca do Araraquara	IBGE	1:50.000	SAD 69
MI-2870-2	São Francisco do Sul	IBGE	1:50.000	SAD 69
MI-2870-1	Garuva	IBGE	1:50.000	SAD 69
SG.22-X-D-V-2	Paranaguá	Min. do Exército	1:50.000	Córrego Alegre

A base de dados estará disponível para a comunidade científica do Centro de Estudos do Mar, e mediante consulta e avaliação, para órgãos externos. Como produto deste trabalho pode-se citar, principalmente, a geração de mapas temáticos a partir de interesses específicos, dentro do ambiente SIG. É possível, ainda, a exportação dos dados da base na forma digital do tipo raster e vetor, para uso em outros aplicativos. Para o tipo raster é possível a saída de dados nos formatos MPC (Meridian PC), PCI (PCIDISK) e TIFF (Tagged Image File Format); e para o tipo vetor nos formatos DLG30, DXF (Drawing Interchange File), GINAexport / GINA (General Interchange and Archive Format) e SIF (Standard Interchange Format).

Inicialmente os dados não estarão disponíveis em rede devido à necessidade de chave lógica para o funcionamento do SPANS. Desta forma, quando da necessidade de uso da base de dados, o interessado deverá contatar um dos autores.

A disponibilização dos dados georreferenciados em formato digital (raster, vetor, quadtree) para análise espacial e modelagem dará subsídios para o gerenciamento ambiental do litoral paranaense. Isto garante aos usuários a disponibilidade de ferramentas modernas e de rápida resposta, que permitem o tratamento de informações multidisciplinares, como requerido pela questões ambientais.

AGRADECIMENTOS

Ao convênio APPA - CEM (Associação dos Portos de Paranaguá e Antonina - Centro de Estudos do Mar - UFPR) que possibilitou a aquisição do Sistema de Informações Geográficas e da mesa digitalizadora. A LISERP - SEMA pelo empréstimo das cartas topográficas Piraquara e São José dos Pinhais. A Clécio José Lopes de Quadros, Georgina Jacintho Martins e Alessandra Mantovanelli que colaboraram na digitalização das cartas náuticas e topográficas. O primeiro autor é bolsista DTI do Programa RHAE/MCT (proc. indiv. 360719/96.1).



sta ♦ obra ♦ foi ♦ impressa ♦ na ♦ Imprensa ♦ Universitária ♦
da ♦ UFPR ♦ Curitiba ♦ PR ♦ Brasil ♦ em ♦ março ♦ de ♦ 2000 ♦
para ♦ a ♦ Editora ♦ da ♦ Universidade ♦ Federal ♦ do ♦ Paraná ♦



A revista *Nerítica* foi criada em 1986. Veículo de divulgação científica do Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná e de instituições congêneres, destina-se a publicar trabalhos científicos originais, comentários específicos e revisões críticas nas áreas de Biologia Marinha, Oceanografia Geral e Aquacultura de Organismos Marinhos.

ISSN 0102-6224



9 770102 622332 >