

Apendiculárias da região entre Cabo Frio e Ilha Grande (RJ) e sua relação com a hidrodinâmica local

Meiri Aparecida Gurgel de Campos e Luz Amelia Vega-Pérez

Resumo — A influência da hidrodinâmica da região compreendida entre Cabo Frio e Ilha Grande (RJ) na ocorrência e distribuição das espécies da Classe Appendicularia foi estudada. Amostras de zooplâncton foram obtidas, com rede Bongô de 0,333 mm de malha em 17 e 19 estações de coleta, nos verões de 1976 e 1993, respectivamente. As maiores densidades de Appendicularia foram registradas em estações costeiras onde a Água Central do Atlântico Sul (ACAS) esteve presente. As estações que estiveram sob grande influência da Água Tropical (AT) foram as que apresentaram os maiores valores de Riqueza e Diversidade.

Palavras-chave — Appendicularia, ocorrência, distribuição, diversidade, massas de água, Plataforma Continental Sudeste.

I. INTRODUÇÃO

A região entre Cabo Frio e Ilha Grande, no litoral do Rio de Janeiro, caracteriza-se pela ressurgência de uma massa de água fria e rica em nutrientes, a Água Central do Atlântico Sul (ACAS). Esse fenômeno ocorre geralmente de outubro a março e está relacionado, principalmente à presença de ventos de regime leste-nordeste [1]-[2], que geram um transporte na camada superficial em direção ao oceano e a ascensão de águas da subsuperfície [3]. A ressurgência de Cabo Frio, ao contrário das existentes na costa leste dos oceanos, é marcadamente sazonal, ocorrendo com maior frequência no verão [4].

A comunidade zooplanctônica varia quali e quantitativamente em função das variações das características físicas, químicas e biológicas da coluna de água [5]. A Classe Appendicularia é um dos grupos mais representativos do zooplâncton costeiro que reúne pequenos organismos exclusivamente marinhos, luminescentes e solitários. Em condições favoráveis são capazes de reproduzir-se rapidamente e formar densas populações, o que permite que sua contribuição para a biomassa zooplanctônica seja significativa [6].

Por outro lado, as apendiculárias são consideradas um elo trófico importante entre o pico-nanoplâncton e os peixes, devido aos seus hábitos alimentares (herbivoria) e por serem

alimento preferido de uma ampla variedade de espécies de peixes, quetógnatos e cnidários [7]-[9].

Além disso, estes organismos são peça fundamental no fluxo de energia do ecossistema marinho, já que sua taxa de crescimento é muito superior àquela dos copépodos, considerados os principais componentes do zooplâncton em termos de abundância e biomassa [10]-[11].

II. OBJETIVOS

O presente trabalho tem como finalidade estudar a influência da hidrodinâmica da região entre Cabo Frio e Ilha Grande (RJ) na ocorrência e distribuição das espécies da Classe Appendicularia nos verões de 1976 e 1993.

III. MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de zooplâncton utilizadas nesse trabalho foram obtidas na região entre Cabo Frio e Ilha Grande (RJ), com o auxílio do N/Oc. "Prof. W. Besnard", dentro dos Projetos: "Uso e Exploração Racional do Ambiente Marinho", realizado no verão de 1976, e "Estudo da fase inicial do ciclo de vida da sardinha-verdadeira e de outros peixes pelágicos marinhos da costa sudeste do Brasil – Projeto Sardinha 2", desenvolvido no verão de 1993, sob a coordenação do Prof. Dr. Yasunobu Matsuura do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (Fig. 1).

A coleta das amostras foi realizada com rede Bongô de 0,333 mm e 0,505 mm de abertura de malha provida de fluxômetros. Os arrastos foram oblíquos, desde a superfície até 5 m acima do fundo. Após a coleta, as amostras foram fixadas em formalina 4%.

Em laboratório, o volume de cada amostra do zooplâncton coletada com a rede fina (0,333 mm) foi calculado através do método do deslocamento [12], sendo as subamostras obtidas com o auxílio do partidor Motoda. Os organismos da Classe Appendicularia foram triados, identificados [13]-[14] e contados sob estereomicroscópio. A densidade destes organismos foi expressa em número de indivíduos por m³ [15].

Com base na sua frequência de ocorrência (fo), as espécies encontradas foram classificadas como raras (fo<25%), comuns (25%≤fo<50%) ou frequentes (fo≥50%). Além disso, foi calculado o índice de diversidade de Shannon (H'), para cada amostra [16].

M. A. G. de Campos, meiri@usp.br, L. A. Vega-Pérez, lavega@usp.br, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Praça do Oceanográfico 191 – Cidade Universitária 05508-900 São Paulo SP Brasil, Tel. +55-11-3091.6540, Fax +55-11-3091.6607.

Este trabalho foi financiado pela CAPES através de Bolsa de Doutorado.

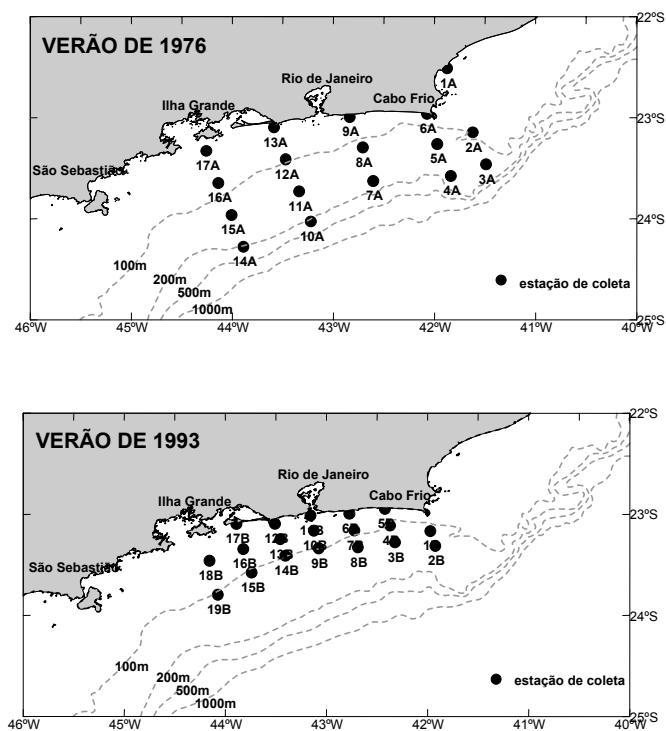


Fig. 1: Mapa da região entre Cabo Frio e Ilha Grande (RJ) mostrando a localização das estações de coleta nos verões de 1976 (A) e 1993 (B).

IV. CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO

A região compreendida entre Cabo Frio e Ilha Grande (23°S) faz parte da Plataforma Continental Sudeste (PCSE) que se estende até o Cabo de Santa Marta Grande (28°40'S), em Santa Catarina, e possui características dinâmicas típicas de latitudes médias [4]. Nessa região a Corrente do Brasil flui como uma corrente superficial rasa de Norte para Sudoeste, acompanhando a linha de quebra da PCSE [17].

As massas de água presentes na área de estudo [18]-[19] são:

- Água Costeira (AC), que possui salinidade menor que 35,0 e temperatura maior que 20,0°C,
- Água Tropical (AT), com salinidade maior que 36,4 e temperatura acima de 20,0°C,
- Água Central do Atlântico Sul (ACAS), com salinidade menor que 36,4 e temperatura abaixo de 20,0°C.

Nos verões de 1976 e 1993, a ACAS esteve presente nas camadas mais profundas da coluna de água, cobrindo grande parte da plataforma continental e alcançando as regiões costeiras entre Cabo Frio e Ilha Grande na forma de ressurgência costeira. Nas camadas superficiais verificou-se uma forte intrusão da AT sobre a plataforma continental, a qual atingiu a isóbata dos 100m no verão de 1976 e as estações mais costeiras entre Cabo Frio e a Baía de Guanabara no verão de 1993 [1],[9].

V. RESULTADOS

Nos períodos de estudo, entre Cabo Frio e Ilha Grande, a Classe Appendicularia foi constituída de 16 espécies,

pertencentes a 2 famílias e 2 gêneros: *Oikopleura albicans*, *Oikopleura cophocerca*, *Oikopleura cornutogastra*, *Oikopleura dioica*, *Oikopleura fusiformis*, *Oikopleura gracilis*, *Oikopleura intermedia*, *Oikopleura longicauda*, *Oikopleura rufescens*, *Fritillaria borealis*, *Fritillaria formica*, *Fritillaria haplostoma*, *Fritillaria pellucida*, *Fritillaria sargassi*, *Fritillaria tenella* e *Fritillaria venusta*. Dessas espécies, *O. albicans* foi encontrada somente no verão de 1993, em uma única estação (St. 8B) (Tabela I).

TABELA I: COMPONENTES DA CLASSE APPENDICULARIA IDENTIFICADOS NA REGIÃO ENTRE CABO FRIO E ILHA GRANDE, NOS VERÕES DE 1976 E 1993, MOSTRANDO FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA: F - FREQUENTE, C - COMUM E R - RARO

Espécies	VERÃO/1976		VERÃO/1993	
	Frequência (%)		Frequência (%)	
<i>O. albicans</i>	-	-	5,26	R
<i>O. cophocerca</i>	29,41	C	21,05	R
<i>O. cornutogastra</i>	17,65	R	63,16	F
<i>O. dioica</i>	35,29	C	47,37	C
<i>O. fusiformis</i>	17,65	R	78,95	F
<i>O. gracilis</i>	23,53	R	15,79	R
<i>O. intermedia</i>	29,41	C	42,11	C
<i>O. longicauda</i>	76,47	F	94,74	F
<i>O. rufescens</i>	35,29	C	52,63	F
<i>Oikopleura spp</i>	52,94	F	89,47	F
<i>F. borealis</i>	11,76	R	10,53	R
<i>F. formica</i>	35,29	C	42,11	C
<i>F. haplostoma</i>	11,76	R	10,53	R
<i>F. pellucida</i>	35,29	C	78,95	F
<i>F. sargassi</i>	17,65	R	31,58	C
<i>F. tenella</i>	17,65	R	26,32	C
<i>F. venusta</i>	5,88	R	26,32	C
<i>Fritillaria spp</i>	58,82	F	31,58	C

No verão de 1976, as maiores densidades da Classe foram encontradas em estações costeiras: 495 ind.m⁻³ (St. 13A), 235 ind.m⁻³ (St. 9A) e 195 ind.m⁻³ (St. 17A), que estavam sob grande influência da ACAS. O mesmo aconteceu no verão de 1993, embora os valores de abundância tenham sido bem inferiores: 197 ind.m⁻³ (St. 16B), 67 ind.m⁻³ (St. 19B) e 66 ind.m⁻³ (St. 5B) (Fig. 2). Nos dois períodos de estudo, os elevados valores de densidade encontrados estiveram relacionados, principalmente, às espécies *O. longicauda* e *O. dioica*.

Os valores de Riqueza (S) nos verões de 1976 e 1993 variaram de 2 a 11 e de 1 a 15, respectivamente. No verão de 1976, a diversidade (H') variou de 0,19 a 2,14 e de 0 a 1,83 no verão de 1993 (Tabela II). A diversidade 0, registrada na estação St. 6B, pode ser atribuída à presença de uma única espécie, *O. dioica*. Nos dois períodos estudados, especialmente no verão de 1993, os maiores valores de diversidade foram obtidos nas estações onde a AT teve maior influência.

Com relação à frequência de ocorrência (Tabela I), no verão de 1976, 8 espécies foram raras (*O. cornutogastra*, *O. fusiformis*, *O. gracilis*, *F. borealis*, *F. haplostoma*, *F.*

sargassi, *F. tenella* e *F. venusta*), 6 comuns (*O. cophocerca*, *O. dioica*, *O. intermedia*, *O. rufescens*, *F. formica* e *F. pellucida*) e uma freqüente (*O. longicauda*). Esse padrão se alterou no verão de 1993, já que 5 espécies foram raras (*O. albicans*, *O. cophocerca*, *O. gracilis*, *F. borealis* e *F. haplostoma*), 6 comuns (*O. dioica*, *O. intermedia*, *F. formica*, *F. sargassi*, *F. tenella* e *F. venusta*) e 5 freqüentes (*O. cornutogastra*, *O. fusiformis*, *O. longicauda*, *O. rufescens* e *F. pellucida*). Porém, as alterações mais evidentes foram com relação às espécies *O. cornutogastra* e *O. fusiformis*. No verão de 1976 essas duas espécies foram raras (18%), passando a ser freqüentes (74% e 84%) no verão de 1993. Enquanto *F. sargassi*, *F. tenella* e *F. venusta*, que também foram consideradas raras em 1976 (18%, 18% e 6%), tornaram-se comuns em 1993 (32%, 26% e 26%). As espécies *O. rufescens* e *F. pellucida*, comuns em 1976 (35%), foram freqüentes em 1993 (53% e 79%).

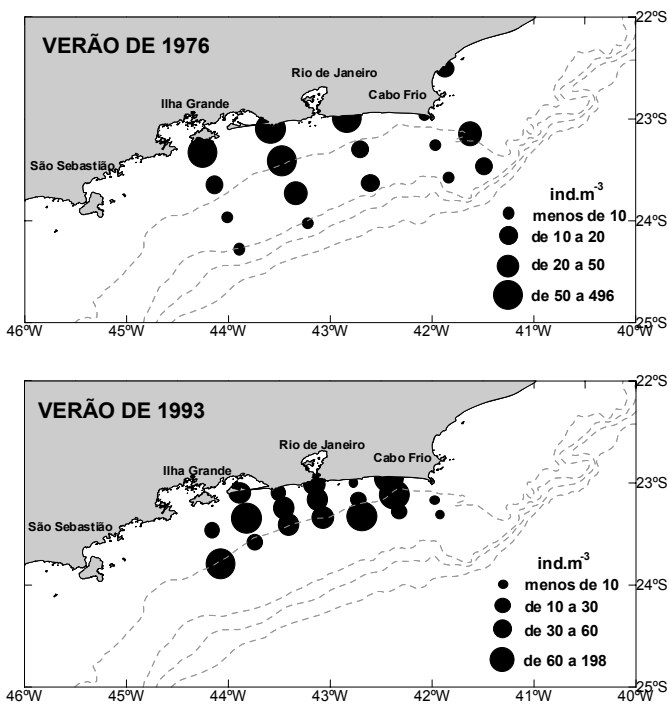


Fig. 2. Distribuição da densidade (ind.m^{-3}) da Classe Appendicularia na região entre Cabo Frio e Ilha Grande (RJ)

VI. DISCUSSÃO

As apendiculárias têm sua ocorrência e distribuição relacionadas principalmente com as variações de temperatura, salinidade, massas de água e influência da costa [20]-[21].

O ecossistema costeiro da região de Cabo Frio possui uma grande complexidade e um zooplâncton extremamente variado no tempo. Essa comunidade é caracterizada por apresentar populações oriundas de águas costeiras, oceânicas (da Corrente do Brasil) e de águas profundas, sendo as apendiculárias um dos componentes mais significativos dessa comunidade [22].

Estudos feitos na Plataforma Continental Sudeste registraram 13 e 18 espécies de apendiculárias [23]-[24]. No

presente trabalho, nos verões de 1976 e 1993 foram encontradas 15 e 16 espécies, respectivamente. A espécie *O. albicans* é considerada oceânica, característica de águas quentes e de regiões que estão sob forte influência da AT [23]. Isto justificaria, em parte, a presença desta espécie somente no verão de 1993 e em uma única estação.

TABELA II: VALORES DOS ÍNDICES DE RIQUEZA (S) E DIVERSIDADE DE SHANON (H') DA CLASSE APPENDICULARIA COLETADA NA REGIÃO ENTRE CABO FRIO E ILHA GRANDE, NOS VERÕES DE 1976 E 1993

VERÃO/1976			VERÃO/1993		
Estação	S	H'	Estação	S	H'
1A	4	0,39	1B	7	1,24
2A	2	0,47	2B	9	1,73
3A	2	0,19	3B	14	1,80
4A	4	1,39	4B	15	1,34
5A	2	0,69	5B	6	1,03
6A	3	0,19	6B	1	0
7A	11	1,77	7B	9	1,80
8A	8	1,61	8B	15	1,28
9A	4	0,90	9B	14	1,51
10A	11	2,15	10B	4	0,68
11A	7	0,70	11B	4	1,26
12A	5	0,52	12B	4	0,88
13A	3	0,80	13B	7	1,38
14A	5	1,41	14B	5	0,81
15A	6	1,71	15B	10	1,83
16A	4	0,42	16B	6	0,81
17A	4	1,01	17B	4	0,82
			18B	4	0,99
			19B	8	1,25

A relação entre o fenômeno da ressurgência e a ocorrência de grandes densidades de *Oikopleura* (até 800 ind.m^{-3}) foi relatada para as águas do Canadá [25]. Esta relação também foi observada para a região de Cabo Frio, onde as apendiculárias foram mais numerosas durante a ressurgência [22]. Nos verões de 1976 e 1993, de um modo geral, os maiores valores de densidade das apendiculárias, principalmente das espécies *O. longicauda* e *O. dioica*, foram obtidos em estações sob forte influência da ACAS. Essa massa de água rica em nutrientes agria como um fertilizante natural, estimulando a produção primária [26] e com isso, favorecendo o desenvolvimento das apendiculárias [27].

De um modo geral, as águas costeiras apresentam número reduzido de espécies de apendiculárias e as águas oceânicas, maior diversidade [23]. Os resultados obtidos no presente trabalho corroboram essas informações. No verão de 1993, o aumento na freqüência de ocorrência das espécies *O. fusiformis*, *O. cornutogastra*, *O. intermedia*, *F. sargassi*, *F.*

tenella e *F. venusta*, ao que tudo indica, esteve relacionado com a presença da AT sobre a plataforma continental.

A diversidade e abundância do plâncton dependem principalmente das massas de água [28]. A presença da Corrente do Brasil na região costeira de Cabo Frio provoca, em certas ocasiões, o empobrecimento da biomassa zooplânctônica e aumento da diversidade de copépodes [22]. Na área estudada, as maiores densidades de apendiculárias estiveram relacionadas com a presença da ACAS e as maiores diversidades com a presença da AT. Estes fatos põem em evidência a influência que as massas de água têm na composição, distribuição e abundância das populações de apendiculárias.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem ao Prof. Dr. Yasunobu Matsuura (*In memoriam*) pela concessão das amostras de zooplâncton e à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela Bolsa de Doutorado fornecida.

REFERÊNCIAS

- [1] Y. Matsuura, "Contribuição ao estudo da estrutura oceanográfica da região sudeste entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC)", *Ciência e Cultura*, 38 (8), pp. 1439-1450, 1986.
- [2] J. L. Valentin, "A ressurgência: fonte de vida dos oceanos", *Ciência Hoje*, 18 (102), pp. 19-25, 1994.
- [3] R. R. Rodrigues, "Um estudo numérico da ressurgência costeira de Cabo Frio (RJ)", Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 110p, 1997.
- [4] B. M. de Castro Filho, "Correntes e massas d'água da plataforma continental Norte de São Paulo", Tese de livre docência, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 247p, 1997.
- [5] J. S. Levinton, *Marine Ecology*, New Jersey, Prentice-Hall Inc., 526p, 1982.
- [6] T. E. Raymont, *Plankton and productivity in the oceans*. Zooplankton, Oxford, Pergamon Press, v. 2, 824p, 1983.
- [7] J. M. Last, "The food of twenty species of fish larvae in the West Central North Sea", *Fisheries Research Technical Report*, 60: 44p, 1980.
- [8] T. H. Liang & L. A. Vega-Pérez, "Studies on chaetognaths off Ubatuba region, Brazil, II. Feeding habits", *Bolm. Inst. oceanogr.*, S. Paulo, 43 (1), pp. 27-40, 1995.
- [9] F. W. Kurtz, "Dinâmica larval de *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879) (Teleostei, Clupeidae) na Região Sudeste do Brasil e implicações no recrutamento", Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 169p, 1999.
- [10] R. R. Hopcroft & J. C. Roff, "Zooplankton growth rates: diel egg production in the copepods *Oithona*, *Euterpina* and *Corycaeus* from tropical waters", *J. Plankton Res.*, 18(5), pp. 789-803, 1996.
- [11] R. R. Hopcroft & J. C. Roff, "Production of tropical larvaceans in Kingston Harbour, Jamaica: are we ignoring an important secondary producer?", *J. Plankton Res.*, 20 (3), pp. 556-569, 1998.
- [12] D. Kramer, M. J. Kalin, E. G. Steven, J. K. Treikill. & J. R. Zweifel, "Collecting and processing data on fish eggs and larvae in the California Current Region", *U. S. NOAA Tech. Rept. Natn. Mar. Fish. Serv. Circ.*, 370, pp. 1-38, 1972.
- [13] G. B. Esnal, "Appendicularia", in: Boltovskoy, D. ed. *Atlas de zooplankton del Atlantico Sudoccidental y metodos de trabajo com zooplankton marino*, INIDEP Mar del Plata, Argentina, Inst. Nacional Invest. Desarrollo Pesquero, pp. 809-827, 1981.
- [14] G. B. Esnal, "Appendicularia", in: Boltovskoy, D. ed. *South Atlantic Zooplankton*, Holanda, Backhuys Publishers, pp. 1375-1398, 1999.
- [15] S. Tanaka, "Stock assesment by means of ichthyoplankton surveys", *FAO Fish. tech. pap.*, 122, pp. 33-51, 1973.
- [16] J. A. Ludwig & J. F. Reynolds, *Statistical Ecology- A primer on methods and computing*, John Wiley & Sons, USA, pp. 85-103, 1998.
- [17] E. J. D. Campos, Y. Ikeda, B. M. Castro, S. A. Gaeta, J. A. Lorenzetti et al., "Experiment studies circulation in western South Atlantic", *Eos, transations, American geophysical Union*. Vol. 77, n°. 27, pp. 253-259, 1996.
- [18] I. Emilsson, "The shelf and coastal waters off Southern Brazil", *Bolm. Inst. Oceanogr.*, 11 (2), pp. 101-112, 1961.
- [19] B. M. Castro & L. B. de Miranda, "Physical oceanography of the Western Atlantic Continental Shelf located between 4°N and 34°S", in: Robinson, A. R. & K. H. Brink eds., *The Sea*, John Wiley & Sons, Vol. 11, pp. 209-251, 1998.
- [20] L. Forneris, "Resultados científicos do Cruzeiro do "Baependi" e do "Vega" à Ilha de Trindade. Copelata I", *Contribuições Avulsas do Inst. Oceanogr.*, 1, 68p, 1955.
- [21] L. Forneris, "The geographical distribution of the Copelata", *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 29, pp. 273-284, 1957.
- [22] J. L. Valentin, W. M. Monteiro-Ribas; M. A. Mureb & E. Pessotti, "Sur quelques zooplanctones abondants dans l'upwelling de Cabo Frio (Brésil)", *J. Plankton Res.*, 9(6), pp. 1195-1226, 1987.
- [23] L. Forneris, "Appendicularian species groups and Southern Brazil water masses", *Bolm. Inst. oceanogr.*, 14, pp. 53-114, 1965.
- [24] J. R. Dadon & G. B. Esnal, "Abundance and assemblages of planktonic Tunicata (Chordata) and Thecosomata (Mollusca) off South Brazil", *Physis*, 50 (118-119), pp. 25-30, 1995.
- [25] C. T. Taggart. & K. T. Frank, "Coastal upwelling and *Oikopleura* occurrence ("slub"): a model and potential application to inshore fisheries", *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 44, pp. 1729-1736, 1987.
- [26] E. A. Aidar, A. S. Gaeta, S. M. F. Giancesella-Galvão, M. B. B. Kutner & C. Teixeira, "Ecossistemas costeiros tropicais: nutrientes dissolvidos, fitoplâncton e clorofila-*a* e suas relações com as condições oceanográficas de Ubatuba, SP", *Publção esp. Inst. oceanogr.*, S Paulo, (10), pp. 9-43, 1993.
- [27] F. Capitano & G. B. Esnal, "Vertical distribution of maturity stags of *Oikopleura dioica* (Tunicata: Appendicularia) in the frontal system off Valdés Peninsula, Argentina", *Bull. mar. Sci.*, 63 (3), pp. 531-539, 1998.
- [28] D. Boltovskoy, "Características biológicas del Atlantico Sudoccidental", in: Boltovskoy, D. ed., *Atlas de zooplankton del Atlantico Sudoccidental y metodos de trabajo com zooplankton marino*, INIDEP Mar del Plata, Argentina, Inst. Nacional Invest. Desarrollo Pesquero, pp. 239-251, 1981.