

GUISLA BOEHS DA SILVA

**VARIAÇÃO TEMPORAL E ESPACIAL DE LARVAS DE
Crassostrea (SACCO, 1897) (PTERIOIDA: OSTREIDAE)
NA BAÍA DE PARANAGUÁ, PARANÁ.**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Zoologia do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas — Zoologia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a THERESINHA MONTEIRO ABSHER

CURITIBA

1994

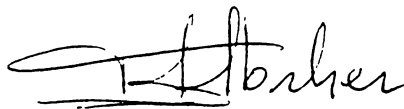
VARIAÇÃO TEMPORAL E ESPACIAL DE *Crassostrea* (SACCO, 1897) (PTERIOIDA:
OSTREIDAE) NA BAÍA DE PARANAGUÁ, PARANÁ

por

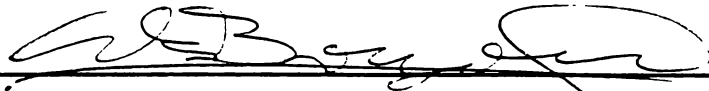
GUISLA BOEHS DA SILVA

Tese aprovada como requisito parcial
para a obtenção do Grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em
Ciências Biológicas - Zoologia da Universidade Federal do Paraná,
pela Comissão formada pelos professores

Orientadora:



Profª Drª Theresinha Monteiro Absher



Prof. Dr. Carlos Alberto Borzone



Profª Drª Tagea Kristina Simon Bjornberg

Aos meus pais, Wendelin (*in memoriam*) e Selma.

Ao Pedro Augusto e à Marina.

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Theresinha Monteiro Absher, orientadora e amiga, pelos valiosos ensinamentos ao longo deste trabalho e pela amizade.

Aos coordenadores do curso de Pós-Graduação em Zoologia desta Universidade, Profa. Dra. Setuko Masunari e Prof. Dr. Paulo de Tarso da Cunha Chaves, pelas facilidades oferecidas.

Ao Centro de Estudos do Mar (CEM) da Universidade Federal do Paraná, pelo apoio logístico proporcionado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro na forma de Bolsa de Estudos.

À Telma Stresser da Biblioteca do Setor de Ciências Biológicas desta Universidade, pela importante ajuda na localização da bibliografia.

Aos barqueiros Carlos Serafim e Abrão Pereira dos Santos, pelo apoio na fase das coletas.

Ao Prof. Marco Fábio M. Corrêa, pelos preciosos auxílios nos assuntos relativos à computação e processamento dos dados.

Ao Prof. Edilson B. de Oliveira, pela orientação nas análises estatísticas.

Ao Prof. Nelson Takumi Yoneda, pelas sugestões e valiosa análise crítica do trabalho e pela ajuda nas coletas.

À Ângela Ritzmann Feijó, pela execução dos desenhos.

Ao Arno Blankensteyn, pela orientação na confecção dos gráficos.

À Andrea Santarosa Freire, pelo auxílio no *Abstract*.

À Profa. Dra. Hedda Elisabeth Kolm, pela colaboração em diversas fases deste trabalho, pela paciência e pelo incentivo.

A todos que de algum modo contribuíram para a realização deste trabalho, em particular à Sibelle Trevisan Disaró e à Susete Wambier Christo, pelo apoio e amizade.

E, finalmente, à minha família, em especial à minha mãe, Selma, e aos meus irmãos Edla, Nair, Sibert e Bertram, pelo apoio, incentivo e carinho.

E, à pessoa sem a qual este trabalho não teria sido concluído: ao Marcelo, pela compreensão, paciência, encorajamento e companheirismo.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	xi
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
2. ÁREA ESTUDADA	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1. Amostragem	14
3.2. Triagem do material biológico	17
3.3. Análise dos dados	19
4. RESULTADOS	20
4.1. Parâmetros ambientais	20
4.1.1. Temperatura.....	20
4.1.2. Salinidade.....	21
4.1.3. Transparência da água.....	21
4.1.4. pH.....	22
4.1.5. Outros.....	23
4.2. Parâmetros biológicos	24
4.2.1. Morfologia e tamanho das larvas.....	24
4.2.2. Resultados das contagens larvais.....	24
4.3. Análises estatísticas	26
4.3.1 Análise de variância.....	26

4.3.1.1. Distribuição temporal das larvas.....	26
4.3.1.2. Distribuição espacial das larvas.....	27
4.3.1.3. Comparação entre as repetições.....	28
4.3.2. Análise em componentes principais.....	29
5. DISCUSSÃO.....	33
5.1. Distribuição temporal das larvas.....	33
5.2. Distribuição espacial das larvas.....	38
6. CONCLUSÕES.....	48
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
TABELAS.....	63
FIGURAS.....	74
ANEXO.....	83

LISTA DE TABELAS

1. Dados dos parâmetros hidrológicos medidos em dois pontos da Baía de Paranaguá, Paraná, no período de outubro de 1990 a outubro de 1991. T=temperatura (em $^{\circ}\text{C}$); S=salinidade (em ‰); Secchi=transparência da água (em m); NM=dados não medidos. Temperatura, salinidade e pH de superfície.....63
2. Registros feitos por ocasião das coletas quinzenais em dois locais da Baía de Paranaguá, Paraná, no período de outubro de 1990 a outubro de 1991. Horário solar. Est.I=Estação I; Est.II=Estação II. NM=Dados não medidos. Chuva 24/hs=Observação de chuva nas 24 horas antecedentes à coleta. ppt=precipitação pluviométrica com base nos registros da Estação Meteorológica do Centro de Estudos do Mar da UFPr. P.Ench=Princípio de Enchente(=Final de Vazante); Ench=Enchente; P.Vaz=Princípio de Vazante(=Final de Enchente);Vaz=Vazante.....64
3. Resultados das medições larvais. Em μm . N=20. A-C=diferença entre altura e comprimento.....65
4. Número médio de larvas de ostras amostradas em dois locais e em duas profundidades na Baía de Paranaguá, Paraná, no período de outubro de 1990 a outubro de 1991, com as respectivas somatórias (Σ).....66
5. Total médio de larvas de ostras amostradas em superfície e em fundo das Estações I e II, no período de outubro de 1990 a outubro de 1991, com as respectivas somatórias (Σ).....67

6. Freqüências relativas de larvas em superfície e em fundo das Estações I e II, com as respectivas somatórias (Σ) parciais e total. a) 1ª repetição; b) 2ª repetição.....68
7. Resultados da análise de variância multifatorial (ANOVA) da distribuição temporal das larvas (data), da distribuição espacial horizontal (local) e vertical (profundidade) das larvas, das repetições (réplica) e das interações entre os fatores. $\alpha=0,05$. N=192. Dados de larvas previamente transformados em $\log(x+1)$. SQ= Soma dos Quadrados; GL=Graus de Liberdade; QM=Quadrado Médio; F= F de Fischer; P=Probabilidade.....69
8. Análise de variância multifatorial. Teste *a posteriori* de Tukey. Distribuição temporal das larvas na baía, por classificação das datas de coleta. $\alpha=0,05$. N=192. Nº de amostragens em cada data=8. Dados de larvas previamente transformados em $\log(x+1)$70
9. Análise em componentes principais. Contribuição dos eixos fatoriais à variabilidade total dos dados. a) Estação I; b) Estação II. Dados previamente transformados em $\log(x+1)$71
10. Resultados da análise em componentes principais dos vetores-variáveis. a) Estação I; b) Estação II. Dados previamente transformados em $\log(x+1)$. Temperatura, salinidade e pH de superfície.....72
11. Matriz de correlação linear entre os vetores-variáveis. a) Estação I; b) Estação II. Dados transformados em $\log(x+1)$. $\alpha=0,05$; $r \geq 0,406$. Temperatura, salinidade e pH de superfície.....73

LISTA DE FIGURAS

1. Mapa da região com a localização dos pontos de coleta.
▲=Estação I; ●=Estação II.....74
2. Variações temporais dos parâmetros hidrológicos registrados em dois pontos da Baía de Paranaguá, Paraná, no período de outubro de 1990 a outubro de 1991. a=temperatura (em $^{\circ}\text{C}$); b=salinidade (em ‰); c=transparência da água (em m); d=pH. Dados de temperatura, salinidade e pH de superfície.
→=Estação I; +=Estação II.....75
3. Representação esquemática da morfologia externa da concha de uma larva pedivéliger de *Crassostrea* sp., coletada em fundo da Estação I, em data de 25 de abril de 1991. Altura=345 μm ; comprimento=330 μm76
4. Variação temporal das larvas de ostras do gênero *Crassostrea* spp. em dois locais da Baía de Paranaguá, Paraná, no período de outubro de 1990 a outubro de 1991. Valores de superfície somados aos de fundo. Média das repetições.....77
5. Variação temporal e espacial das larvas de ostras em duas profundidades na Baía de Paranaguá, Paraná, no período de outubro de 1990 a outubro de 1991. a)Estação I; b)Estação II. Média das repetições.....78

6. Diferenças médias do número de larvas de ostras entre fundo e superfície (X fundo-X superfície) nas Estações I e II, no período de outubro de 1990 a outubro de 1991, com a indicação dos estágios de maré. ○=princípio de enchente(=final de vazante);
●=enchente; △ =princípio de vazante(=final de enchente);
▲=vazante.....79
7. Variação temporal e espacial de larvas de ostras na Baía de Paranaguá, Paraná, no período de outubro de 1990 a outubro de 1991. a)1ª repetição; b)2ª repetição. Est.=Estação.....80
8. Resultado gráfico da análise em componentes principais em Estação I, com a projeção dos vetores-variáveis (número de larvas e variáveis ambientais) e com as observações (datas de coleta) no plano fatorial I-II.Temperatura, salinidade e pH de superfície.....81
9. Resultado gráfico da análise em componentes principais em Estação II, com a projeção dos vetores-variáveis (número de larvas e variáveis ambientais) e com as observações (datas de coleta) no plano fatorial I-II.Temperatura, salinidade e pH de superfície.....82

RESUMO

Larvas de ostras do gênero *Crassostrea* (Sacco, 1897) foram coletadas quinzenalmente em dois locais da Baía de Paranaguá, Paraná (entrada e interior da baía) e em duas profundidades (superfície e fundo), no período de outubro de 1990 a outubro de 1991, com o objetivo de verificar os padrões de variabilidade temporal e a distribuição horizontal e vertical das larvas de ostras próximas à metamorfose. Foram feitos arrastos horizontais de 1 minuto de duração, com rede planctônica de 180 μm de malha. O material coletado foi preservado em formaldeído a 4%, neutralizado. As larvas foram posteriormente contadas, por amostragem total, sob microscópio estereoscópico. Os dados das contagens, previamente transformados em $\log(x+1)$, foram submetidos à análise de variância (ANOVA). As principais tendências de variabilidade do número de larvas com relação aos parâmetros hidrológicos (temperatura, salinidade, transparência da água e pH) foram postas em evidência pela análise em componentes principais (PCA). Constatou-se que o padrão de reprodução das ostras é o tipicamente encontrado em regiões tropicais (contínuo e com picos ao longo do ano). Acentuadas diferenças no número de larvas ocorreram entre o período quente e o de temperaturas mais baixas, no qual menores frequências foram observadas. Maiores quantidades de larvas foram associadas, pela análise em componentes principais, à águas mais quentes, mais alcalinas e menos salinas. Os maiores picos de larvas foram observados nos meses de novembro e de abril. Diferenças significativas (ANOVA $p < 0,03$) foram verificadas entre o número de larvas na superfície e no fundo nos dois locais. Foi observada uma tendência à maior concentração de larvas junto ao fundo, principalmente na

entrada da baía. É discutida a influência de fatores como estágio da maré, luz, feromônios e a velocidade de natação das larvas sobre a distribuição larval, bem como a discrepância entre o número de larvas das duas repetições. A homogeneidade no número de larvas entre os dois locais leva à suposição de que as larvas estão dispersas na baía, favorecendo o fluxo genético no ambiente. Ao mesmo tempo, as quantidades um pouco maiores de larvas no interior da baía, fazem supor que mecanismos de retenção larval estão ocorrendo no estuário, contribuindo para a manutenção das populações na região.

ABSTRACT

The present work analyzes horizontal and vertical distribution patterns together with temporal variation of oysters' larvae of the genus *Crassostrea* (Sacco, 1897) in Paranaguá Bay, Paraná. A conical net, 180 μm mesh size, was horizontally towed, fortnightly, during 1 minute, at two sites (inlet and inner section) and at two depths (surface and bottom), from October 1990 to October 1991. The samples were fixed and preserved in 4% buffered formaldehyde. Full grown *Crassostrea* larvae (near metamorphosis) were counted in the whole sample under stereoscopic microscope. ANOVA of transformed ($\log x+1$) oyster larva data was applied. Variability trends in larval abundance in relation to hydrological parameters (temperature, salinity, water transparency and pH) were analyzed through principal component analysis (PCA). Oyster reproduction was typical of tropical areas (continuous throughout the year with peak occurrence). Significant differences in larval abundance were registered during warm and cold periods, the latter showing the lowest values. PCA results indicated highest abundance values associated with warmer, more alkaline and less saline waters. Abundance peak was registered in November and April. Surface and bottom larval abundance were significantly different (ANOVA $p < 0,03$), the highest value being registered near the bottom, especially at the bay entrance. The influence of tidal pattern, light, pheromone and swimming behavior on larval dispersal is discussed. Significant differences in replicate samples are also analyzed. The lack of significant differences in larval abundance between the two sampled sites indicate that larval dispersion occurs at the bay, favouring gene flow in the environment. Higher abundance at the inner section suggest that larval retention is also occurring in the estuary.

1.INTRODUÇÃO

Ostras são moluscos bivalves pertencentes à família Ostreidae (Rios, 1985). Habitam águas costeiras rasas, exceto nas regiões polares (Yonge, 1960), ocorrendo desde a faixa equatorial, de águas exclusivamente tropicais, até cerca de 64⁰ N e 44⁰ S, na faixa do frio moderado (Costa, 1985). Os adultos sésseis, prendem-se a substratos firmes, particularmente a costões rochosos, desde ambientes tipicamente marinhos até águas salobras (Boffi, 1979). A distribuição das espécies depende das condições ambientais, notadamente da temperatura, da salinidade e do grau de turbidez (Yonge, 1960).

As ostras do gênero *Crassostrea* (Sacco, 1897) são eurihalinas e euritérmicas (Yonge, 1960; Galtsoff, 1964; Andrews, 1979). São dominantes em águas temperadas mornas e em mares tropicais, onde são as mais numerosas, as mais bem sucedidas e as mais importantes ostras do ponto de vista comercial (Yonge, 1960). A eficiência de filtração (acima de 400 litros/dia) permite a estas ostras um rápido crescimento e maturação sexual (Andrews, 1979). A presença de uma ampla câmara promial no lado direito do corpo, que permite uma passagem adicional da corrente exalante, possibilita às mesmas habitarem águas com turbidez elevada. Em consequência, podem viver em ambientes que ofereçam maiores suprimentos de alimento e proteção, como estuários e outras águas costeiras (Yonge, 1960; Galtsoff, 1964).

São ostras não-incubatórias, sendo os gametas eliminados na água, onde ocorrem a fertilização e todos os estágios de

desenvolvimento larval. As larvas pelágicas, com desenvolvimento planctotrófico, após completarem o ciclo larval, fixam-se em substrato duro, onde sofrem metamorfose (Yonge, 1960; Galtsoff, 1964; Andrews, 1979).

Os estágios larvais seguintes à fertilização de diversas espécies do gênero foram descritos por vários autores (Galtsoff, 1964; Chanley & Andrews, 1971; Chanley & Dinamami, 1980; Muniz, 1985; Ver, 1986; Absher, 1989) e incluem uma larva trocófora ciliada com movimento rotativo, que se forma poucas horas após a fertilização. Segue-se o estágio de larva véliger protostracum, em que há a formação de uma coroa ciliada (velum) e cujas valvas simétricas e equilaterais, conferem à larva o aspecto de um D, daí as larvas neste estágio serem denominadas também de larvas-D. O estágio seguinte, denominado de véliger prodissoconcha ou larva umbo, se caracteriza pelo fato de o umbo se desenvolver acima da charneira. Em larvas acima de 120 μm , ocorre uma assimetria dos umbos em direção à parte posterior da concha e um crescimento acentuado do umbo esquerdo. Nesta fase já é possível distinguir as larvas do gênero de outras larvas de bivalves. O último estágio, antes de ocorrer a fixação da larva e a sua metamorfose é o estágio pedivéliger. Há o aparecimento de um pé e da glândula de bisso na base deste e, mais próximo à fixação, surge um par de ocelos. Neste estágio, as larvas nadam ativamente pelo uso do velum e do pé ciliado.

Os umbos assimétricos, tanto em relação ao plano ântero-posterior da concha (umbo inequilateral), como em relação ao plano dorso-ventral (umbo inequivalve) são encontrados somente em larvas do gênero *Crassostrea* (Chanley & Andrews, 1971). No entanto, a

separação das espécies congênicas no plâncton é muito difícil, pela acentuada semelhança das conchas (Absher, 1989).

A duração do período larval na natureza é determinada basicamente pela temperatura da água (Scheltema, 1986; Quayle, 1988) e também pela disponibilidade de alimento (Scheltema, 1986). Em condições controladas em laboratório, Loosanoff *et al.* (1966) observaram um período de vida larval de 18 dias em *C. virginica*, a 23^o C. Nascimento (1983) verificou cerca de 15 dias de desenvolvimento larval em *C. rhizophorae*, a 28^o C e Absher (1989) obteve ciclos larvais com duração de 30 e 41 dias em *C. brasiliiana*, a 25^o C.

Os períodos e picos de reprodução nas diferentes espécies de *Crassostrea* estão condicionadas a fatores ambientais diversos, predominantemente à temperatura (Andrews, 1979).

Segundo Galtsoff (1964), uma série de fatores intimamente ligados determinam o transporte, a dispersão e o sucesso de fixação da larva. Para Mann (1988b), os fatores que podem influenciar o sucesso do recrutamento das larvas de bivalves, são, entre outros, os fatores físicos do ambiente, a disponibilidade de alimento, as perdas por predação e por doenças, a interação entre a dispersão passiva por correntes e a regulação vertical mediante natação ativa e ainda a disponibilidade de substrato adequado para a fixação.

Em estuários, o volume de água da vazante excede o da enchente, pelo aporte constante de água doce (Galtsoff, 1964). Este fato torna as correntes vazantes geralmente mais fortes do que as enchentes, e como consequência, organismos estuarinos planctônicos tendem a ser exportados para áreas oceânicas. Segundo Cronin (1982), em se tratando de larvas planctônicas de organismos bênticos sésseis, estas

correm o risco de serem transportadas para ambientes desfavoráveis à sua fixação.

Mann *et al.* (1991) afirmam que a dispersão e a retenção dos bivalves estuarinos efetuada pelas larvas pelágicas, é influenciada tanto por transporte passivo como por transporte ativo das larvas, mediante natação. Mileikowsky (1973) confirmou que as larvas pelágicas de organismos bênticos são capazes de realizar diferentes tipos de movimentos verticais em águas estuarinas.

No entanto, há consideráveis divergências de opinião sobre o comportamento das larvas de ostras no plâncton, e como estas mantêm sua posição dentro dos estuários. Uma série de trabalhos têm sido realizados com a ostra americana *C. virginica* em muitos estuários da costa leste e do Golfo dos Estados Unidos e tiveram início com os trabalhos de Nelson, no começo do século (Nelson, 1911¹ *apud* Carriker, 1951; Haskin, 1964; Hidu & Haskin, 1978; Seliger *et al.*, 1982). Alguns estudos da distribuição destas larvas com respeito ao seu transporte nos estuários, têm atribuído um papel relativamente passivo às mesmas (Korringa, 1952; Pritchard, 1953; Andrews, 1979; Seliger *et al.*, 1982).

A dispersão larval como um processo ativo e seletivo em que as larvas escolhem sua posição na coluna d' água têm sido defendida por Carriker (1951), Haskin (1964), Wood & Hargis (1971) e por Hidu & Haskin (1978). Os resultados das pesquisas destes autores mostram

¹ NELSON. J. 1911. Report of the biologist. Rep. New. Jers. St. agric. Exp. Stn., June, 1910. p.183-218.

que as larvas em estágios próximos à metamorfose são frequentemente mais abundantes próximo ao fundo. Este comportamento estaria relacionado principalmente à salinidade e também a outros fatores hidrográficos, como a temperatura e a velocidade das correntes.

Churchill (1921) já discutia a relação da temperatura e das marés em relação à quantidade e distribuição das larvas de ostras.

A influência da luz sobre o comportamento larval de ostras foi discutida por Medcof (1955), por Haskin (1964), por Thorson (1964), por Hidu & Haskin (1978) e por Andrews (1979).

A velocidade de natação nos diferentes estágios larvais teria alguma relação com a regulação vertical das larvas na coluna d' água e foi investigada por Mileikowsky (1973) e por Hidu & Haskin (1978).

As ostras adultas do gênero *Crassostrea* apresentam grande plasticidade morfológica da concha em conformidade com o substrato onde estão fixados os indivíduos (Absher, 1989). Isto, aliado ao fato de as larvas das espécies congênicas terem tamanhos, formas e períodos de desenvolvimento semelhantes (Loosanoff *et al.*, 1966; Chanley & Andrews, 1971) têm gerado controvérsias na identificação, de modo que na costa brasileira muitas espécies encontram-se em sinonímia (Santos, 1978).

No litoral paranaense ocorrem duas espécies distintas de ostras do gênero supracitado, confirmadas através de análises eletroforéticas de isoenzimas, por Absher (1989): *C. rhizophorae* (Guilding, 1828) e *C. brasiliiana* (Lamarck, 1819).

C. rhizophorae, a ostra do mangue, está documentada como sendo uma ostra de pequeno porte, atingindo no máximo 10cm de comprimento e é habitante do mesolitoral (Absher, 1989), embora ocorra

também em bancos submersos (Lima & Vazzoler, 1963). Ocorre tipicamente presa às raízes aéreas de plantas do mangue, sobretudo da espécie *Rhizophora mangle* (Nascimento, 1983). Distribui-se desde a região caribeana, costa norte da América do Sul até Santa Catarina (Rios, 1985). Lima & Vazzoler (1963) observaram o recrutamento, o crescimento e a sobrevivência desta ostra na região de Santos (SP). Os trabalhos sucessivos (Costa, 1975; Fernandes, 1975; Santos, 1978; Azevedo, 1980; Johnscher-Fornasaro, 1981) centram-se principalmente na fisio-ecologia da espécie. Aspectos sobre a reprodução foram estudados por Nascimento (1978), Nascimento & Lunetta (1978), Nascimento *et al.* (1980) e Santos & Nascimento (1985). Santos (1983) e Absher (1989) observaram o desenvolvimento larval desta espécie em laboratório.

C. brasiliiana atinge mais de 20cm de comprimento e habita principalmente o infralitoral (Absher, 1989), com alta densidade populacional desde o nível médio da maré alta até 9 ou mais metros de profundidade, daí diminuindo em abundância (Wakamatsu, 1973). Distribui-se da foz do Rio Amazonas ao Rio Grande do Sul (Rios, 1985). Wakamatsu (1973), Akaboshi & Bastos (1977), Akaboshi & Pereira (1981) e Pereira *et al.* (1988) estudaram alguns aspectos do cultivo desta espécie na região de Cananéia (SP). Absher (1989) observou o desenvolvimento larval desta espécie em laboratório.

Informações sobre a biologia de reprodução de ostras brasileiras do gênero em questão têm sido obtidas mediante a análise morfológica e histológica das gônadas e por observações do recrutamento das pós-larvas (Lima & Vazzoler, 1963; Nascimento & Lunetta, 1978; Santos, 1978; Absher, 1989) ou indiretamente pela

determinação do índice de condição (Antunes & Itô, 1968; Nascimento & Pereira, 1980; Absher, 1989; Absher & Christo, 1993).

O litoral paranaense, especificamente o Complexo Estuarino Baía de Paranaguá, por suas características de hidrodinamismo atenuado e clima tropical de transição é uma região com propensão natural para o desenvolvimento de ostras do gênero *Crassostrea* e com perspectivas de implantação de cultivos de ostras. O estudo da biologia das espécies permite subsidiar medidas de proteção aos estoques naturais, ameaçadas pelo extrativismo indiscriminado praticado na região (Absher, 1989).

A análise da distribuição das larvas de ostras na coluna d'água e da sua ocorrência horizontal, permite a obtenção de inferências sobre os prováveis mecanismos de retenção, dispersão e recrutamento das populações nos estuários. Não obstante tal importância, estudos sobre a distribuição temporal das larvas de ostras no plâncton e de sua variabilidade espacial são ainda inexistentes na costa brasileira.

O presente trabalho tem por objetivos:

a. Determinar os padrões de variabilidade temporal de larvas de ostras do gênero *Crassostrea* (Sacco, 1897), maiores de 180 μm , na Baía de Paranaguá, Paraná;

b. Verificar a distribuição vertical e horizontal destas larvas em estágio avançado, na barra e no interior da baía; e

c. Estabelecer correlações entre a distribuição larval e as variáveis ambientais (temperatura, salinidade, transparência da água, pH e outros).

2. ÁREA ESTUDADA

A Baía de Paranaguá (Lat. 25^o16' - 34'S; Long. 48^o17'-42'W) é o maior complexo estuarino do Estado do Paraná (Bigarella, 1978). Apresenta uma área aproximada de 456 km², rodeada por manguezais em toda a sua extensão marginal, cujos detritos orgânicos enriquecem o ecossistema (Rebello & Brandini, 1990).

Situa-se no extremo leste do Estado e prolonga-se continente adentro, dividindo o litoral paranaense em dois setores. O setor norte, limitado a leste pela Praia Deserta, que corresponde à região costeira litorânea da Ilha do Superagui e, o setor sul, representado pela planície de Praia de Leste (Corrêa, 1987). Prolonga-se continente adentro por cerca de 46 km, com largura máxima de 14 km entre a ponta da Guajatuba e o sul da Ilha das Peças (Müller, 1984).

Dentro da baía encontram-se ilhas rasas e planas formadas por depósitos silítico-argilosos (Lana, 1984). Os sedimentos estão diretamente associados ao grau de energia do meio, padrão de circulação das correntes, ventos, ondas e fluxos das marés e dos rios, e são, portanto, diferenciados nos diversos setores da baía (Bigarella, 1978).

A constituição geológica é predominantemente de plagioclásio-gnaisses do Arqueano e de granitos intrusivos do Neo-Precambriano, formando costões e fundos rochosos (Maack, 1981).

O Complexo Estuarino Baía de Paranaguá é constituído por cinco setores naturais: Baía de Antonina (a montante da Ilha do Teixeira),

Baía de Laranjeiras (ao norte da Ilha das Cobras), Baía de Guaraqueçaba (norte da Baía de Laranjeiras e limitada ao sul, pela Ilha do Rebelo), Baía de Pinheiros (a nordeste da Ilha das Peças) e a Baía de Paranaguá propriamente dita (da Ilha do Teixeira até a Ilha do Mel) (Bigarella, 1978).

A leste, o complexo sofre influência do oceano através das barras Norte (Canal Sueste) e Sueste (Canal da Galheta) e é circundado por bacias hidrográficas de cerca de 3.361 km² de área (Maack, 1981).

Com base no sistema de drenagem terrestre, pode-se dividir o estuário em dois setores principais: um formado pelas Baías de Antonina e de Paranaguá propriamente dita e o outro pelas baías de Laranjeiras, Pinheiros e Guaraqueçaba e pelas enseadas do Benito e Itaqui. O primeiro grupo é caracterizado por drenagem de planície costeira, embora alguns rios tenham suas nascentes na Serra do Mar. O segundo grupo pelos rios que drenam a parte leste da Serra do Mar (Absher, 1989).

Com 607 km², a Bacia da Baía de Paranaguá propriamente dita está composta por gamboas e pelo Rio Guaraguaçu com seus afluentes que nascem na região serrana, ao sul, ou na planície da Praia de Leste (Corrêa, 1987).

O clima do estuário foi definido por Maack (1981) como tropical de transição. A temperatura média anual é de 21,1⁰C, com amplitude média de 7,9⁰C. A precipitação anual é de aproximadamente 2.000 mm. Conforme Bigarella (1978), os índices pluviométricos mais elevados são geralmente registrados em fevereiro (304,0 mm) e os mínimos em julho (61,0 mm).

Os regimes térmico e pluviométrico são influenciados pelas massas de ar presentes na região nas diferentes estações do ano. Predominam durante o ano, ventos do quadrante sul (33,2%) e a força média é de 2,1 na escala Beaufort (Maack, 1981). No verão domina a massa Equatorial Continental (Ec), originada no centro do continente e que traz chuvas abundantes com trovoadas fortes. A massa Polar Atlântica (Pa), originada nas proximidades da Antártica, ocasiona abaixamentos súbitos de temperatura, devido aos ventos frios e às chuvas finas. Essa massa penetra também na primavera e no outono, porém com menor intensidade. A massa Tropical Atlântica (Ta) origina-se no Oceano Atlântico e é responsável pelas elevadas precipitações no verão (BRASIL.IBGE, 1960).

O regime de circulação das águas do estuário é caracterizado pela ação predominante das correntes de maré sobre o fluxo fluvial, sendo a velocidade das correntes maior no refluxo da maré, devido ao represamento das águas fluviais na preamar (Bigarella, 1978).

A maré na região é do tipo semidiurna com desigualdades diurnas e alcança amplitudes máxima e mínima em torno de 2,0 e 0,5 m, respectivamente (Knoppers *et al.*, 1987). Durante a maré enchente a água entra pelos dois canais de ligação com o oceano (Sueste e da Galheta), passa pela Ilha do Mel e reúne-se na parte mediana da bacia antes de prosseguir em direção oeste; uma parte da maré entra pelo Canal Sueste e vai para a Baía de Laranjeiras. Na vazante, uma parte da água da Baía das Laranjeiras flui em direção ao Canal Sueste depois de se misturar com a água da parte sul da Baía de Paranaguá propriamente dita (Knoppers *et al.*, 1987).

A entrada anual média de água doce foi estimada por Knoppers *et al.* (1987) em $75\text{m}^3/\text{s}$, com acentuadas variações temporais e espaciais em relação à média.

A baía é classificada, de acordo com o padrão de estratificação, como estuário do tipo B parcialmente misturado, com alguma inhomogeneidade lateral, particularmente na seção mediana. As águas da baía são parcialmente estratificadas no verão, com tendências a altamente estratificadas durante períodos de precipitações intensas. No inverno, quando o fluxo de água doce é menor, há forte mistura, verificando-se composição vertical aproximadamente homogênea (Knoppers *et al.*, 1987).

A estratificação é primariamente determinada pela salinidade (Knoppers *et al.*, 1987). Há a formação de um gradiente hidrográfico horizontal de salinidade das barras para as regiões mais internas do estuário (Brandini *et al.*, 1986). As áreas mais internas, afetadas pelo aporte fluvial, apresentam variações maiores do que as áreas próximas às barras, influenciadas pela água do mar adjacente (Brandini *et al.*, 1986; Rebello & Brandini, 1990). A salinidade de fundo é ligeiramente mais alta do que na água de superfície (Knoppers *et al.*, 1987; Absher, 1989; Rebello & Brandini, 1990). A média da diferença entre a superfície e o fundo é de $2,4\text{‰}$, segundo Knoppers *et al.* (1987). Durante o inverno os valores da salinidade são maiores devido às baixas precipitações (Sinque *et al.*, 1982).

Os gradientes horizontais e verticais de temperatura não ultrapassam usualmente de 3°C e têm deste modo pouco efeito sobre a estratificação da água. Os valores de inverno estão em torno de 20°C e os de verão em torno de 30°C (Knoppers *et al.*, 1987).

Os nutrientes inorgânicos apresentam o mesmo padrão de variação temporal ao da salinidade, com concentrações mais homogêneas na coluna d'água no inverno e distribuição vertical estratificada no verão (Rebello & Brandini, 1990).

A concentração de nutrientes associada ao regime de chuvas e à variação sazonal da temperatura são os principais fatores de controle das variações dentro da comunidade fitoplanctônica na baía (Brandini, 1985).

A fauna zooplanctônica da baía apresenta-se com poucas modificações na composição específica ao longo do ano, embora se verifiquem diferenças nas densidades. A temperatura desempenha um papel fundamental nos processos reprodutivos, que são contínuos e com picos ao longo do ano (Montú & Cordeiro, 1988).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Amostragem

Foram realizadas amostragens quinzenais, no período de outubro de 1990 a outubro de 1991, em dois locais fixos da Baía de Paranaguá propriamente dita, denominados de Estação I e de Estação II e situados, respectivamente, na entrada (próximo ao Canal da Galheta) e no interior da baía (próximo ao Rio Maciel) (Fig.1). Para estabelecer os pontos de coleta, mediu-se, com o auxílio de uma alidade, as coordenadas de alguns pontos notáveis em cada estação. A diferença entre o norte magnético, fornecido pelo aparelho, e o norte geográfico foi calculada subtraindo-se $16^{\circ}37'$ e $16^{\circ}45'30''$ de cada coordenada medida, para os anos de 1990 e 1991, respectivamente.

Os arrastos horizontais de 1 minuto de duração, foram feitos a partir de barco do CEM (Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná), em duas profundidades, um no estrato superficial da coluna d' água, a que se denominou de superfície e outro próximo ao fundo, denominado de fundo. Utilizou-se uma rede cônica de plâncton, com $180\ \mu\text{m}$ de malha e com 35 cm de diâmetro de boca. Para as amostragens de fundo, adaptou-se um peso à boca da rede.

O volume de água filtrado pela rede foi estimado a partir de um fluxômetro aferido, instalado na boca da rede. A profundidade local foi medida usando-se uma corda com peso.

Foram feitas duas repetições seguidas em cada local e em cada profundidade, com o mesmo tempo de arrasto. Ao todo fez-se 48 coletas, totalizando 192 amostragens, 96 em cada local.

Com exceção das coletas dos dias 11 de outubro de 1990 e de 25 de julho de 1991, que foram feitas entre as 13:00 e 16:00 horas, todas as demais foram feitas no período da manhã, entre as 7:30 e 12:00 horas (Tab 2).

Os parâmetros hidrológicos medidos foram: a temperatura da água (pelo uso de um termômetro de mercúrio com precisão de $0,1^{\circ}$ C), a salinidade (medida por um refratômetro portátil Atago, com escala de 1/100 ‰) e o pH (pelo uso de um peagâmetro portátil Digimed, previamente calibrado com solução tampão 8,6 - glicina-NaOH).

A transparência da água foi avaliada a partir do uso de um disco de Secchi.

Os dados de maré foram obtidos a partir das previsões de preamares e baixamares da DHN (Divisão de Hidrografia e Navegação) de 1990 e 1991, para o Canal da Galheta (referência para a Estação I) e para o Porto de Paranaguá (referência para a Estação II) e com base em observações de campo. Pelo caráter de pontualidade das coletas, estas foram feitas nos seguintes estágios de maré: princípio de enchente, enchente, princípio de vazante e vazante (Tab. 2). Com exceção das três primeiras coletas, todas as demais foram feitas em maré de sizígia, que, pelo fato de apresentar amplitudes maiores entre a preamar e a baixamar, ocasiona correntes mais fortes na baía do que as verificadas em maré de quadratura (Absher, *com. pessoal*).

As condições meteorológicas momentâneas e no período imediatamente antecedente às coletas (chuva em 24 horas) foram

anotadas. Os dados pluviométricos do ano de 1991 foram obtidos na estação meteorológica do Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná de Pontal do Sul, Paraná.

A temperatura do ar foi medida em cada local, usando-se um termômetro-padrão.

As amostras de plâncton recolhidas do copo da rede, foram imediatamente colocadas em frascos de polipropileno com capacidade total de 1000 ml, contendo 50 ml de líquido fixador-preservador (HCHO - formaldeído comercial a 40%) e preenchidos até a marca de 500 ml, de modo a se obter uma concentração final de formaldeído de aproximadamente 4%.

O formaldeído possui a característica natural de produzir reações ácidas, seja em virtude da ocorrência da reação de Canizzaro e/ou da reação de Sorensen (Boltovskoy, 1981). As conchas de larvas de ostras, por serem constituídas essencialmente de carbonato de cálcio, devem ser conservadas em pH neutro a levemente alcalino (em torno de 8,2) para se evitar danos ou mesmo a dissolução das mesmas.

Como substância neutralizante, utilizou-se o tetraborato de sódio (bórax), previamente dissolvido no líquido fixador na proporção de 20 gramas de bórax para 1 litro de formaldeído a 40%, de modo a se obter uma concentração final de aproximadamente 2%.

3.2. Triagem do material biológico

A triagem do material biológico, feita no Laboratório de Moluscos Marinhos do Centro de Estudos do Mar em Pontal do Sul, consistiu em contar o número de larvas de ostras do gênero *Crassostrea* spp. em estágios avançados, selecionadas pela malhagem da rede. As larvas de ostras deste gênero, em estágio umbo maiores de 120 μm , são facilmente identificáveis em amostras planctônicas, por se apresentarem inequivalves e inequilaterais (Chanley & Andrews, 1971).

Após a sedimentação do plâncton, decantou-se o líquido sobrenadante, que foi peneirado (peneira de 50 μm de malhagem) para se evitar a eventual perda de larvas. Por pipetagem, o material era colocado sobre placa de Petri (previamente demarcada em campos para facilitar o trabalho de contagem) em quantidade tal que permitisse boa visualização microscópica das larvas (aproximadamente 4 ml/placa).

A identificação e contagem das larvas foi feita ao microscópio estereoscópico, em aumento total de 40 vezes. Optou-se pelo trabalho de amostragem total, na tentativa de reduzir o erro de amostragem. Boltovskoy (1981) recomenda que, para trabalhos com plâncton, deve-se, sempre que possível, evitar as subamostras. Os resultados, segundo este autor, são sempre mais precisos quando se conta toda a amostra.

Após cada triagem, o material foi passado para frascos etiquetados, para armazenagem e a placa de Petri era lavada, para se evitar o risco de se contar algum exemplar na análise seguinte.

Durante o trabalho de contagem, foram separadas aleatoriamente 20 larvas de coletas diversas, que foram posteriormente medidas quanto à altura (distância do umbo à parte ventral da concha) e quanto ao comprimento (distância da parte anterior à posterior). Para as mensurações, utilizou-se microscópio estereoscópico com ocular micrométrica calibrada com uma escala de 0,01mm de intervalo. Uma das larvas foi desenhada em câmara clara para a caracterização da morfologia da concha.

3.3. Análise dos dados

Para avaliar a variação do número de larvas ao longo do ciclo amostrado (distribuição temporal), entre os dois locais (distribuição espacial horizontal), entre as duas profundidades (distribuição espacial vertical) e entre as duas repetições, foi empregada a análise de variância multifatorial com interações (ANOVA). Os dados foram previamente transformados por $\text{SQRT}(x + 1)$ e por $\log(x + 1)$. Como os resultados das análises pelo uso de uma ou de outra transformação foram muito semelhantes, optou-se por apresentar somente os transformados pelo segundo método.

Para evidenciar as principais tendências de variabilidade do número de larvas nas duas estações e nas duas profundidades em relação aos parâmetros hidrológicos amostrados ao longo do ano, os dados foram submetidos à análise em componentes principais (PCA). Trabalhou-se com as médias das duas repetições e para assegurar a distribuição normal dos dados, estes foram previamente transformados em $\log(x + 1)$.

4. RESULTADOS

4.1. Parâmetros ambientais

4.1.1. Temperatura

A temperatura da água de superfície teve amplitude anual de $9,7^{\circ}\text{C}$ na Estação I e $9,4^{\circ}\text{C}$ na Estação II, com valores que oscilaram entre $18,5^{\circ}\text{C}$ e $28,2^{\circ}\text{C}$.

As médias anuais nos dois locais foram muito próximas ($23,73^{\circ}\text{C}$ na Estação I e $24,18^{\circ}\text{C}$ na Estação II). O padrão de variação temporal foi também similar nas duas estações (Fig.2a).

Entre outubro de 1990 e abril de 1991, as temperaturas foram mais altas em relação às registradas nos meses seguintes, com média de $26,4^{\circ}\text{C}$ nos dois locais e com valores entre 23°C e $28,2^{\circ}\text{C}$. Os valores de outubro de 1990, de 08 de novembro do mesmo ano e de 25 de abril do ano seguinte foram um pouco mais amenos do que os verificados nos meses tipicamente de verão. Entre junho e outubro de 1991, as temperaturas variaram de $18,5^{\circ}\text{C}$ a 22°C na Estação I e de $18,8^{\circ}\text{C}$ a 22°C na Estação II. As médias respectivas neste período foram de $20,2^{\circ}\text{C}$ e $20,3^{\circ}\text{C}$ (Tab.1 e Fig. 2a).

4.1.2. Salinidade

A salinidade da água de superfície oscilou de 23 a 35‰, sendo que na Estação I a oscilação foi de 25 a 35‰ (amplitude anual de 10‰) e na Estação II de 23 a 34‰ (amplitude anual de 11‰) (Tab.1). Na Estação I, a salinidade foi, de modo geral, um pouco maior do que na Estação II (Tab.1 e Fig. 2b). A média anual na Estação I foi de 31,54‰ e na Estação II de 29,98‰.

Entre outubro de 1990 a abril de 1991, obteve-se médias de 30,6‰ na Estação I e 28,5‰ na Estação II. Nos meses mais frios do ano (junho a outubro de 1991), as médias foram de 32,9‰ e de 32,1‰, respectivamente.

O menor valor registrado na Estação I (25‰) foi o referente a 25 de outubro de 1990 e o maior (35‰) o de 3 de outubro de 1991. Na Estação II o menor valor (23‰) ocorreu em 25 de outubro de 1990 e o maior (34‰) em 13 de junho e em 03 de outubro de 1991 (Tab.1).

4.1.3. Transparência da água

A profundidade de extinção do disco de Secchi variou de 1,4 a 4,1 m na Estação I e de 1,1 a 3,8 m na Estação II (Tab.1). As médias anuais nos dois locais foram muito próximas (2,57 m na Estação I e 2,56 m na Estação II).

As maiores transparências foram verificadas nos meses de abril, junho e julho (coleta do dia 11) de 1991. Em outubro e em

novembro de 1990 (coleta do dia 22, em Estação I) também observou-se valores um pouco maiores (Fig.2c). Nos meses tipicamente de verão, bem como nos meses de agosto, setembro e outubro de 1991, os valores mantiveram-se em média, abaixo dos 3 metros (Tab.1, Fig.2c).

4.1.4. pH

O pH da água de superfície oscilou de 7,3 a 8,66 na Estação I e de 7,46 a 8,65 na Estação II, com amplitudes anuais respectivas de 1,36 e 1,19 (Tab.1). As médias anuais foram de 8,07 na Estação I e de 8,11 na Estação II.

Os maiores valores foram verificados em 17 de janeiro de 1991 e os menores em 25 de setembro do mesmo ano, nos dois locais (Tab.1 e Fig. 2d).

O padrão de variação temporal foi semelhante nos dois locais (Fig.2d). No período de temperaturas mais baixas, os valores foram um pouco menores do que os registrados nos meses mais quentes do ano. Assim, as médias do período outubro de 1990 a abril de 1991 foram de 8,36 na Estação I e de 8,24 na Estação II, ao passo que para o período de junho a outubro de 1991, as médias foram de 7,76 e 7,87, respectivamente. No entanto, este padrão de variação temporal não foi homogêneo. A coleta do dia 31 de janeiro de 1991 apresentou valores baixos de pH nos dois locais (Tab.1 e Fig.2d).

4.1.5. Outros

Os dados de pluviometria obtidos na Estação Meteorológica do Centro de Estudos do Mar indicaram para 1991, maior precipitação pluviométrica em março (média=8,1 mm/dia), seguido de fevereiro (média=7,2 mm/dia). Julho (média=0,3 mm/dia), seguido de agosto (média=0,8 mm/dia) foram os meses com menor precipitação pluviométrica (Tab.2).

A temperatura do ar, medida por ocasião de cada coleta, oscilou de 17 a 31⁰C na Estação I e de 17,2 a 31,8⁰C na Estação II (Tab.2), com médias anuais respectivas de 23,49⁰C e de 24⁰C.

No ano de 1991, o mês de temperaturas mais altas na região, segundo registros da Estação Meteorológica supracitada, foi fevereiro (25,5⁰C), seguido de janeiro (25,4⁰C), março (24,3⁰C) e abril (24,1⁰C). O mês com as menores temperaturas foi julho (16,9⁰C), seguido de agosto (17,3⁰C).

As observações de maré por ocasião das coletas e com base nas Tábuas de Marés estão registradas na Tabela 2.

As coletas foram realizadas a profundidades que variaram de 3 a 11,5 m na Estação I e de 3,2 a 7,2 m na Estação II (Tab 2).

As medições pelo uso do fluxômetro não foram utilizadas pela falta de confiabilidade no equipamento.

4.2. Parâmetros biológicos

4.2.1. Morfologia e tamanho das larvas

O padrão morfológico da concha larval de ostras do gênero *Crassostrea* está representado na Figura 3. O desenho caracteriza somente a morfologia externa da concha e refere-se a um exemplar coletado em fundo da Estação I em data de 25 de abril de 1991. A medição da referida concha revelou altura de 345 μm e comprimento de 330 μm .

Os resultados das medições de 20 larvas revelaram altura média de 293,6 μm e comprimento médio de 246,4 μm . A diferença média foi de 47,2 μm (Tab.3).

4.2.2. Resultados das contagens larvais

Os resultados das contagens mostraram a ocorrência de larvas de ostras durante todo o ciclo amostrado. De outubro de 1990 a abril de 1991, estas ocorreram com relativa abundância nos dois locais, com exceção da coleta de 27 de março de 1991, em que nenhuma larva foi encontrada na Estação I (Tab.4). As maiores quantidades de larvas ocorreram nas amostras de novembro de 1990 e de abril de 1991, com

dois grandes picos: um em 08 de novembro e o outro, maior, em 11 de abril de 1991. No período de junho a outubro de 1991, as larvas ocorreram em pequenas quantidades nas amostragens (Fig.4).

Apesar de o padrão de variação ter sido aparentemente similar nos dois locais, diferenças um pouco mais acentuadas puderam ser percebidas nas coletas de 20 de dezembro de 1990 e de 3 e 17 de janeiro de 1991, nas quais a Estação I apresentou quantidades maiores de larvas em relação à Estação II (Fig.4).

Quanto à distribuição espacial horizontal das larvas na baía, a quantidade de larvas nos dois locais foi semelhante. A Estação II, com localização na parte mais interna da baía, apresentou um número total médio um pouco maior (Tab.5).

A distribuição vertical das larvas apresentou diferenças mais acentuadas. Houve a tendência de as mesmas se concentrarem no estrato inferior da coluna d'água, nos dois locais (Figs. 5 e 6). Na Estação I, localizada na entrada da baía, esta diferença foi mais acentuada, ao passo que na Estação II, localizada no interior da baía, a distribuição das larvas na coluna d'água foi mais homogênea (Tab.5).

As duas repetições, embora tenham sido quantitativamente diferentes (a primeira repetição contribuiu com 71,45% do total de larvas e a segunda com apenas 28,55%) (Tab.6), mostraram padrões de variação temporal muito semelhantes nos dois locais e nas duas profundidades (Fig.7).

Os dados brutos das contagens são apresentados no Anexo 1.

4.3. Análises estatísticas

4.3.1. Análise de variância

As diferenças no número de larvas entre as 24 coletas realizadas ao longo do ano (data), entre os dois locais (local), entre as duas profundidades (profundidade) e entre as duas repetições (réplica) foram avaliadas através de análise de variância multifatorial (ANOVA) a nível de $\alpha=0,05$ e os resultados estão na Tabela 7. As interações entre os fatores foram também testados e são apresentadas na mesma tabela.

A normalização dos dados de larvas foi feita através de transformação prévia do tipo $\log(x + 1)$.

4.3.1.1. Distribuição temporal das larvas

Houve variação temporal altamente significativa ($p<0,001$) no número de larvas de ostras na baía ao longo do ciclo amostrado (Tab.7). Os dados homogêneos entre si e os considerados pela análise estatisticamente diferentes estão classificados na Tabela 8, resultando na formação de 10 grupos de dados, em ordem crescente do número de larvas. Os grupos de 1 a 4 referem-se ao período de águas mais frias, em que poucas larvas de ostras foram encontradas no plâncton. Os grupos 5, 6 e 7 (exceto a coleta de número 19) referem-se aos meses de

verão propriamente ditos e não foram igualmente representativos em termos de número de larvas. Já os grupos 8 e 9, contendo as datas próximas aos picos (exceto a coleta de número 8), tiveram quantidades mais expressivas de larvas. Finalmente, no grupo 10 estão as datas dos grandes picos de 08 de novembro de 1990 e de 11 de abril de 1991.

4.3.1.2. Distribuição espacial das larvas

A análise mostrou que não houve diferenças significativas ($p > 0,05$) no número de larvas entre os dois locais, embora o nível de significância ($p = 0,0772$) indique que a semelhança não foi tão acentuada (Tab.7). Entretanto, a interação entre o fator data e o fator local (AxB) foi altamente significativa ($p < 0,001$), evidenciando que as larvas diferiram quantitativamente em sua distribuição temporal entre as duas estações (Tab.7). Essa diferença estatística pode talvez ser atribuída ao fato de a Estação I ter apresentado subpicos de larvas no período de verão e também à ausência de larvas em data de 27 de março de 1991, o que não ocorreu na Estação II. Os grandes picos de novembro de 1990 e de abril de 1991, bem como as frequências baixas de larvas no período frio do ano, ocorreram de modo similar nos dois locais, conforme abordado no item 4.2.2. deste trabalho e ilustrado na Figura 4

A distribuição vertical das larvas mostrou diferenças significativas a nível de $\alpha = 0,05$ entre a superfície e o fundo (Tab.7). Os resultados das interações entre os fatores data e profundidade (AxC)

mostraram que ao longo do ano, as larvas tiveram distribuição vertical semelhante. O mesmo ocorreu para a interação entre local e profundidade (BxC) em que se constatou que as larvas se distribuíram de modo similar na coluna d'água nos dois locais. A interação entre data, local e profundidade (AxBxC) também foi estatisticamente semelhante (Tab.7).

4.3.1.3. Comparação entre as repetições

As duas repetições foram estatisticamente diferentes ($p < 0,05$). Contudo, a interação com o fator data (AXD) avaliou similaridade na distribuição temporal (Tab.7). As distribuições espacial horizontal (BXD) e vertical (CXD), não foram, igualmente, diferentes entre as duas repetições, o mesmo ocorrendo entre os fatores data, local e réplica (AXBXD), entre data, profundidade e réplica (AXCXD) e entre local, profundidade e réplica (BXCXD) (Tab.7).

4.3.2. Análise em componentes principais

As principais tendências da variabilidade do número de larvas em superfície e em fundo dos dois locais com relação às variáveis ambientais medidas, foram evidenciadas pela análise em componentes principais. Os parâmetros hidrológicos utilizados foram: temperatura de superfície, salinidade de superfície, transparência da água e pH de superfície.

Todos os dados sofreram transformação logarítmica do tipo $\log(x+1)$ para a normalização da distribuição de frequência. Para os dados de larvas, trabalhou-se com a média das repetições.

ESTAÇÃO I

Os resultados da análise em componentes principais destacaram, para a Estação I, dois componentes responsáveis por 72,26% da variância total dos dados (Tab.9a). Esses fatores estão representados pelo plano fatorial I-II da Figura 8. Neste plano estão projetados os vetores-variáveis: número médio de larvas em superfície; número médio de larvas em fundo; temperatura; salinidade; transparência da água; e pH. As observações foram plotadas no plano fatorial para facilitar a interpretação dos dados.

As coordenadas dos vetores-variáveis sobre os quatro principais componentes são fornecidos na Tabela 10a. A matriz de correlação linear, apresentando os coeficientes de correlação (r) entre os vetores-variáveis, esta na Tabela 11a.

O componente I, responsável por 50,8% da variabilidade total dos dados na Estação I, é formado pelas coordenadas positivas significativas ($\geq 0,406$): larvas em superfície e em fundo, temperatura e pH. A salinidade ($-0,226$) está negativamente correlacionada (Tab.10a).

Este eixo mostra que maiores quantidades de larvas ocorreram em águas quentes e de pH mais alcalino. As salinidades mais baixas têm também alguma relação com maiores quantidades de larvas. Entre os fatores temperatura e pH verificou-se uma correlação significativa ($r=0,494$) (Tab.11a).

Para o componente II, que explica 21,46% da variância total, a variável que mais contribuiu foi a transparência da água (Secchi), positivamente correlacionada, seguida da temperatura (negativamente correlacionada). No entanto, a correlação com o número de larvas não chega a ser significativo ($0,169$ e $0,048$) (Tab.10a).

O eixo III, responsável por 15,71% da variabilidade dos dados, é formado predominantemente pela salinidade (positivamente correlacionada) com alguma relação com o pH e a transparência da água altos e temperaturas baixas, o que está relacionado aos meses de inverno. O número de larvas também não contribuiu para a formação deste eixo ($0,084$ e $0,081$) (Tab.10a).

O eixo IV (6,58%) tem o pH positivamente correlacionado e a temperatura negativamente correlacionada. As larvas também neste fator apresentaram correlação não significativa ($-0,242$ e $-0,122$) (Tab.10a).

Os planos III e IV não estão representados graficamente.

As observações, representadas no plano fatorial I-II (Fig.8), indicam que as amostragens de inverno, com poucas larvas, estão relacionadas a águas mais frias, mais salinas e menos alcalinas. As

coletas referentes aos meses de verão estão ligadas a temperaturas e pH mais altos e à salinidades mais baixas.

ESTAÇÃO II

Na Estação II, os resultados da análise em componentes principais indicam que os componentes I e II respondem por 75,63% da variabilidade total dos dados (Tab.9b). O plano fatorial I-II, com projeção dos vetores-variáveis e com as observações está na Figura 9. Os planos III e IV não estão representados graficamente.

O eixo I, responsável por 52,07% da variabilidade total, é formado pelas larvas em superfície e em fundo (positivamente correlacionadas) e pela salinidade (negativamente correlacionada). A temperatura, embora não contribuindo significativamente para a formação do eixo (0,378) teve valor não muito abaixo do coeficiente considerado (0,406) (Tab.10b).

Interpreta-se que em 52,07% dos casos, maiores quantidades de larvas ocorreram em águas menos salinas e mais quentes e com alguma relação com o pH mais alto, caracterizando o período mais quente do ciclo.

Entre a temperatura e o pH houve, como ocorreu para a Estação I, correlação significativa no eixo I ($r=0,503$) (Tab.11b).

O componente II, responsável por 23,56% da variância total, é formado pela transparência da água (positivamente correlacionada) e pela temperatura e pH (negativamente correlacionados) (Tab.10b). Em 23,56% dos casos, águas transparentes estão relacionadas a

temperaturas e pH baixos, caracterizando os meses mais frios do ano, em que o número de larvas no plâncton foi muito pequeno.

O eixo III, com contribuição de 11,54%, é formado pelas coordenadas positivas das variáveis Secchi e pH. O número de larvas não contribuiu para a formação deste eixo, mas foi um pouco maior do que no eixo II (Tab.10b).

O eixo IV (6,1%) é formado predominantemente pela temperatura e secundariamente pela transparência da água, positivamente correlacionados, sendo o último fator não significativo para o coeficiente considerado. O número de larvas não contribuiu significativamente para a formação deste eixo (Tab.10b).

A Figura 9 mostra que, como na Estação I, maiores quantidades de larvas estão associadas às condições hidrológicas de temperatura e pH altos e à salinidades baixas. Os meses de inverno, com salinidades altas e pH e temperaturas mais baixos, caracterizam-se por apresentarem pequenas quantidades de larvas.

5. DISCUSSÃO

5.1. Distribuição temporal das larvas

Uma série de eventos sucessivos (gametogênese, eliminação de gametas, fertilização, desenvolvimento larval, fixação das larvas e metamorfose) constituem o ciclo reprodutivo de ostras, sendo que o início e a duração de cada uma dessas fases é determinada pela interação entre as variáveis endógenas (genótipo, reservas nutritivas) e exógenas (temperatura, salinidade, disponibilidade de alimento, luz e outros fatores) (Sastry, 1979).

Os fatores ambientais que têm maior influência sobre o desenvolvimento gonadal são a temperatura, a salinidade, a disponibilidade de alimento e a poluição (Galtsoff, 1964). Segundo Loosanoff & Davis (1952), a gametogênese e a desova são determinadas sobretudo pela temperatura da água. A metabolização do glicogênio e de outros materiais estocados no organismo da ostra em produtos sexuais é retardada ou completamente inibida em temperaturas baixas.

As ostras do gênero *Crassostrea* que habitam regiões temperadas passam longos períodos de dormência invernal e reproduzem-se somente quando a temperatura da água está entre 20 e 25⁰C (Andrews, 1979). Já as espécies habitantes de regiões tropicais tendem a reproduzir-se em períodos mais extensos, uma vez que a

temperatura mais estável facilita o desenvolvimento das gônadas em qualquer época do ano (Vélez R., 1977).

Pelos resultados obtidos no presente trabalho, observamos que na Baía de Paranaguá as ostras têm um padrão de reprodução contínuo, mas diretamente relacionado à temperatura da água. O período de reprodução mais intensa coincidiu com os meses em que a temperatura média da água estava em torno de 26,4⁰C, com valores mínimos de 23⁰C e máximos de 28,2⁰C e no período em que as temperaturas oscilaram entre 18,5⁰C e 22⁰C (média em torno de 20,2⁰C), verificamos poucas larvas no plâncton, porém, sempre presentes ao longo do ano.

Nossos resultados de picos máximos de larvas em novembro e em abril, coincidem com estudos anteriores de recrutamento de ostras na região, feitos por Absher (1989), que verificou, no período 1987-1988, recrutamento acentuado iniciando em setembro, quando a temperatura passou de 20⁰C a 25⁰C, prolongando-se até abril do ano seguinte, com picos máximos em dezembro e em abril.

Santos & Nascimento (1985) demonstraram, através de experimentos laboratoriais, que a temperatura para o desenvolvimento embrionário de *C. rhizophorae* deve estar abaixo dos 30⁰C e que entre 20 e 25⁰C, há a formação de uma alta proporção de larvas-D normais.

A ostra americana *C. virginica* apresenta um padrão de reprodução tipicamente de regiões temperadas, com liberação de gametas por somente 2 a 3 meses anuais e com longos períodos inverniais de repouso sexual (Galtsoff, 1964; Andrews, 1979), ao passo que o estágio inativo de *C. rhizophorae* ocorre com uma frequência muito pequena ao longo do ano (Nascimento & Lunetta, 1978). A reprodução

contínua desta espécie foi observada por Mattox (1949) e por Vélez R.(1977) na região do Caribe e por Lima & Vazzoler (1963), Fernandes (1975), Nascimento (1978), Nascimento & Lunetta (1978) e Vilanova & Chaves (1988) em várias regiões costeiras do nordeste e sudeste brasileiros. O mesmo foi observado para *C.brasiliana*, estudada especialmente na região de Cananéia (SP) por Wakamatsu (1973) e Akaboshi & Bastos (1977). Estes autores observaram reprodução contínua durante o ano todo, mas com desovas mais freqüentes no verão.

De acordo com as observações de Vélez R. (1977), a gametogênese de *C.rhizophorae* se inicia em exemplares muito jovens, sendo que numa mesma gônada encontram-se folículos representando os vários estágios. A maioria dos estágios definidos estão representados na população em qualquer época do ano. Segundo Nascimento *et al.* (1980), nesta espécie, o aparecimento de gônadas funcionais (com gametas maduros) ocorre cerca de 120 dias após a fixação, quando as ostras medem aproximadamente 2 cm de comprimento.

Conforme considerações de Vélez R. (1977) e Absher (1989), o padrão contínuo de reprodução desta ostra de regiões tropicais é, na verdade, o resultado de um processo assincrônico de reprodução, em que alguns indivíduos da população apresentam um ciclo reprodutivo não sincrônico aos demais, o que simula uma reprodução contínua a nível de população.

Nas regiões tropicais, outros fatores, que não a temperatura, mas que podem estar relacionados a ela, contribuem para que a extensão do período reprodutivo das ostras seja maior, como a disponibilidade do alimento, a salinidade, o pH e a transparência da água.

A qualidade e a quantidade do alimento influem na gametogênese e na desova, assim como determinam a duração do período planctônico (Scheltema, 1986; Andrews, 1979; Mann, 1988a; Quayle, 1988). Na Baía de Paranaguá, há o desenvolvimento do fitoplâncton durante o ano todo, com variações sazonais relacionadas às condições de nutrientes da baía (Brandini, 1985). No verão, o aporte de nutrientes e as temperaturas mais altas favorecem o desenvolvimento do fitoplâncton, que é, no entanto, controlado pelo aumento da turbidez da água, ao passo que no inverno, apesar de o aporte de nutrientes ser menor, o crescimento do fitoplâncton é favorecido pela menor turbidez da água (Brandini *et al.*, 1986).

A maior disponibilidade de alimento, provavelmente favorece as atividades reprodutivas das ostras, pela possibilidade de maior acúmulo de glicogênio, bem como reduz a duração do período planctônico, o que é interessante do ponto de vista energético, além de minimizar o risco da predação.

Quanto ao fator salinidade, Johnscher-Fornasaro (1981) observou que em salinidades extremamente baixas ou em áreas onde esta atinge o limite superior de tolerância (34 a 40‰), as ostras possuem gônadas pobremente desenvolvidas.

Santos & Nascimento (1985) observaram que a melhor faixa de salinidade para o desenvolvimento embrionário de *C.rhizophorae* é entre 25 e 37‰ e que abaixo dos 19‰, os embriões não se desenvolvem.

Em nosso estudo, verificamos salinidades um pouco mais altas nos meses mais frios do ano (médias em torno de 32‰) e mais baixas nos meses de verão (médias em torno de 29‰), o que está

provavelmente relacionado ao regime pluviométrico da região. O fato de os picos de larvas terem ocorrido em novembro e em abril e considerando que os meses que apresentam maior precipitação pluviométrica corresponderem ao período de verão propriamente dito, nos leva a sugerir que as ostras se reproduzem com menor intensidade nos meses mais chuvosos, o que está possivelmente relacionado à salinidade. Lima & Vazzoler (1963) observaram que em períodos de precipitação intensa não ocorre desova, apesar de se verificarem gônadas maduras na população. Estes autores observaram também que em locais onde a salinidade é alta (em torno de 32‰), a reprodução é abundante e contínua. A queda drástica na frequência de indivíduos em fase de eliminação de gametas em períodos de chuvas muito intensas foi também observada por Nascimento (1978).

O pH para o desenvolvimento embrionário normal de ostras, conforme Calabrese & Davis (1966) estaria entre 6,75 e 8,75, sendo os valores ótimos para o crescimento os entre 8,25 e 8,5. O limite menor para a sobrevivência, segundo esses autores, é de 6,00 e mantendo o pH entre 9,00 e 9,5, a porcentagem de ovos que se desenvolvem normalmente, de larvas que sobrevivem e de crescimento larval decrescem rapidamente.

Em nosso estudo, verificamos que este fator não teve variações expressivas ao longo do ano. No entanto, nos meses mais quentes a água apresentou-se um pouco mais alcalina, com valores médios em torno de 8,3, portanto, bastante favoráveis ao crescimento das larvas. Nos meses mais frios a média foi de 7,8. Estes resultados estão, portanto, dentro da faixa de pH para um desenvolvimento

embrionário normal e em conformidade com as observações experimentais de Calabrese & Davis (1966).

A transparência da água teria alguma influência sobre o ciclo de reprodução das ostras. Fernandes (1975) verificou que tanto o crescimento como a fixação larval são marcadamente inibidos em águas com turbidez elevada. Em nosso estudo verificamos que as águas menos transparentes ocorreram nos meses de verão propriamente dito (dezembro, janeiro e fevereiro). Já nos meses em que registramos os maiores picos de larvas (novembro e abril), bem como nos meses em que poucas larvas foram encontradas no plâncton (meses de inverno), a transparência da água mostrou-se um pouco maior. Portanto, se existe alguma relação entre este fator e a reprodução das ostras, esta não ficou evidenciada neste trabalho, conforme nos mostram os resultados da análise em componentes principais (Figs. 8 e 9).

5.2. Distribuição espacial das larvas

Em estuários, ambientes sujeitos à influência do aporte de água doce, de correntes e de marés, fatores como o transporte e a sobrevivência das larvas planctônicas de espécies com adultos bênticos sésseis, determinam, entre outros, a distribuição e a abundância destas populações (Rogers, 1940; Wolf, 1974; Bushek, 1988).

Thorson (1946¹ *apud* Scheltema, 1975) estimou que cerca de 70% de todas as espécies bênticas de regiões costeiras têm desenvolvimento larval pelágico.

Se por um lado a associação dos adultos com o substrato impede a dispersão dos mesmos pela movimentação da água (Rogers, 1940), a dispersão das larvas planctônicas permite a comunicação genética com populações de outras áreas (Scheltema, 1975).

No entanto, a manutenção da população adulta endêmica no estuário fica comprometida se as larvas forem transportadas para regiões inapropriadas à sua fixação e metamorfose (Cronin, 1982; Scheltema, 1975).

A permanência de altas concentrações de larvas de ostras em alguns estuários sugere então a existência de um complexo mecanismo de interação entre o comportamento das larvas e as condições hidrográficas locais, de modo a permitir a retenção das mesmas nesses ambientes (Hidu & Haskin, 1971; Wood & Hargis, 1971; Seliger *et al.*, 1982; Mann, 1988b).

Há consideráveis debates na literatura no que tange aos processos de dispersão e de retenção das larvas em ambientes estuarinos. Galtsoff (1964) e Andrews (1979; 1983) atribuíram as discrepâncias encontradas nos diversos estudos sobre a distribuição das larvas em estuários, às diferenças em seus regimes hidrográficos. Conforme esses autores, a distribuição horizontal e vertical das larvas planctônicas difere segundo o tipo de estuário.

¹THORSON, G. 1946. Reproduction and larval development of Danish marine bottom invertebrates. Medd. Komm. Danmarks Fisk. Havunders. ser. Plankton. 4(1):1-523.

O comportamento de natação de organismos zooplanctônicos pelo qual estes controlam sua distribuição e seu transporte em estuários, é induzido por alguns fatores ambientais, como luz, velocidade das correntes, ação das ondas, salinidade e mudanças de pressão (Wolf, 1974).

Estudos larvais com a ostra americana *C.virginica* têm indicado que as larvas se distribuem desigualmente através dos estuários, mostrando diferenças ontogenéticas em abundância, quando considerados os diferentes locais dentro do estuário, a velocidade das correntes e as marés (Pritchard, 1953; Kunkle, 1957; Seliger *et al.*, 1982; Mann, 1988b).

No presente trabalho, verificamos maior quantidade de larvas de ostras na porção mais interna da baía (Estação II) com relação ao setor mais externo (Estação I), o que não seria o esperado, principalmente se considerarmos que as larvas recém-eclodidas estariam próximas aos bancos dos progenitores e as mais desenvolvidas seriam, no decurso de seu ciclo larval levadas, por deslocamento passivo, para longe dos bancos. Essa distância seria proporcional à duração do período larval. No entanto, os resultados obtidos nos levam a supor que as larvas em estágio próximo ao assentamento possuem algum mecanismo de deslocamento ativo que as auxilia a permanecerem no interior do estuário.

Observamos que nas duas estações houve uma tendência de as larvas ocorrerem mais em fundo. A diferença mais acentuada no número de larvas entre a superfície e o fundo na Estação I, pode indicar que neste local está ocorrendo um mecanismo mais eficiente de retenção larval, ao passo que na Estação II é possível que esteja ocorrendo um

mecanismo concomitante de dispersão (dada a distribuição um pouco mais homogênea das larvas na coluna d'água) e de retenção larval (tendências a uma distribuição mais ao fundo). Ketchum (1954), propôs que grandes concentrações de populações em águas superficiais de um estuário podem resultar numa dispersão mais rápida, uma vez que esta é a rota pela qual as águas doces escoam em direção ao oceano. Em contraposição, grandes concentrações de indivíduos em fundo, em oposição às correntes de água doce, resultariam numa dispersão mais lenta.

A distribuição larval mais em fundo está provavelmente ligada ao estágio próximo à metamorfose em que se encontram essas larvas e este resultado está em conformidade com estudos anteriores de distribuição larval feitos com a ostra americana *C.virginica* em vários estuários e baías da costa leste dos Estados Unidos (Carriker, 1951; Kunkle, 1957; Haskin, 1964; Wood & Hargis, 1971; Mann, 1988b).

Os estudos de Carriker (1951) mostraram que diferentes estágios larvais de ostras exibem diferentes padrões de distribuição vertical, sendo que os estágios larvais mais jovens exibem disposição vertical mais uniforme. ao passo que os estágios maduros tendem a permanecer próximo ao fundo.

Mann (1988b) constatou que a porcentagem de larvas menores de 150 μm decresce com a profundidade e que o número de larvas de 150 μm aumenta.

O movimento da larva seria influenciado tanto pelo gradiente de salinidade como pela velocidade das correntes (Carriker, 1951). Kunkle (1957) e Wood & Hargis (1971) atribuíram às mudanças de

salinidade associadas aos estágios de maré as variações na posição vertical das larvas. Assim, em início de enchente e em maré cheia, os estágios larvais avançados estariam distribuídos mais uniformemente na coluna d'água, ao passo que em maré vazante e baixa, os estágios larvais avançados estariam congregados próximo ao fundo. Já os estágios larvais jovens estariam uniformemente distribuídos na coluna d'água durante o ciclo de maré.

As coletas na Estação I foram efetuadas predominantemente em início de enchente, caracterizando, portanto, um quadro final de vazante. Já na Estação II, grande parte das coletas foi feita em maré enchente propriamente dita (Tab.2). Isso poderia explicar a ocorrência de maior número de larvas em fundo da Estação I e a distribuição vertical mais homogênea na Estação II. Os resultados obtidos nos grandes picos refletem este tipo de distribuição (Tab.2). Assim, na coleta de nº 3, feita em maré vazante, ocorreram grandes concentrações de larvas em fundo, nos dois locais. Na coleta de nº 14, na Estação I, coletou-se em princípio de enchente (portanto, em final de vazante) e obtivemos resultado similar. Nesse mesmo dia, porém cerca de 1 hora mais tarde e em maré enchente, constatamos, na Estação II, uma grande concentração de larvas em superfície, o que corrobora a hipótese de que a distribuição larval na coluna d'água está relacionada ao estágio da maré. Porém, amostragens em ciclos completos de maré, poderiam fornecer resultados mais conclusivos acerca desta questão.

É muito provável que a precipitação pluviométrica tenha alguma influência sobre o comportamento das larvas na coluna d'água. Constatamos que em situações de chuvas, como as observadas nas coletas de nº 12, 13 e 16 (Tab.2), as larvas estavam concentradas

em fundo durante a maré enchente (Fig.6), o que está muito provavelmente associado ao fator salinidade.

Experimentos laboratoriais feitos por Haskin (1964) mostraram que os estágios larvais avançados respondem efetivamente à mudanças de salinidade, o que possibilitaria explicar a distribuição diferencial destas larvas com relação ao ciclo de maré. Tal comportamento, segundo Haven & Fritz (1985), pode então resultar em um padrão de transporte, retenção e fixação diferente daquele que resultaria de um transporte passivo das larvas. Já as larvas mais jovens, ainda conforme considerações de Haskin (1964), embora muito provavelmente apresentem alguma reação ao fator salinidade, não são capazes de efetivamente nadar para cima e para baixo na coluna d'água.

Ainda com relação ao fator salinidade, considerando a estratificação parcial ou total do estuário estudado durante o período de temperaturas mais altas e de maiores quantidades de chuvas (Knoppers *et al.*, 1987), em que há a formação de um gradiente vertical de salinidade, com valores crescentes em direção ao fundo (Rebello & Brandini, 1990) e, considerando que maiores concentrações de larvas de ostras são geralmente encontradas em águas mais salinas (Andrews, 1955), infere-se que a maior concentração das larvas em fundo nos dois locais amostrados, está muito provavelmente ligada à este fator. O mesmo deve ocorrer com a distribuição horizontal das larvas. Assim, larvas em estágios mais jovens podem estar saindo dos locais próximos aos bancos dos progenitores, que se encontram muitas vezes em locais menos salinos (como em regiões de desembocadura de rios), para regiões próximas à boca do estuário, onde as salinidades são um pouco mais altas.

Se por um lado a dispersão a longas distâncias não é interessante para as espécies, permanecer dentro do estuário mas recrutar em local diferente daquele do banco dos progenitores, garante a variabilidade genética. Absher (1989) discute, com base no insucesso do desenvolvimento larval após o estágio de larva-D em *C.rhizophorae* e em *C.brasiliana* de mesma progênie em laboratório, que um sistema genético baseado em cruzamentos ao acaso manteria o vigor específico, ao mesmo tempo que mecanismos desfavoráveis à consangüinidade seriam garantidos.

A dispersão larval ao longo de um estuário sazonalmente estratificado pode ser o resultado tanto de transporte passivo como ativo (Mann *et al.*, 1991). Andrews (1983) considera que embora a dispersão larval e o destino final das larvas sejam fortemente dependentes do regime de correntes e circulação em estuários, as larvas de ostras têm uma capacidade definida de mudar sua posição vertical na coluna d'água. Essa habilidade aumenta com o tamanho e teria relação com a velocidade de natação. Conforme Mileikowsky (1973), as larvas pelágicas de organismos marinhos bênticos são capazes de controlar sua distribuição vertical em estuários, incluindo aqueles com fortes correntes de maré.

Hidu & Haskin (1978) determinaram, sob condições experimentais, a velocidade de natação de larvas de *C.virginica* em vários estágios larvais, desde o estágio trocófora ao estágio pedivéliger com ocelos. Observaram que as larvas de ostras aumentam consideravelmente sua atividade natatória à medida que aumentam em tamanho. Assim, as larvas em estágio véliger protostracum (larvas-D), com aproximadamente 75 µm nadam em velocidade entre cerca de 0,6 e

2cm/min, ao passo que as larvas pedivéliger com ocelos, com aproximadamente 300 μm , nadam em velocidades de até 5cm/min. Segundo Wood & Hargis (1971), a larva pedivéliger desta espécie pode migrar numa coluna d'água de 10 metros em aproximadamente 15 minutos.

As quantidades discrepantes do número de larvas entre a primeira e a segunda repetição observadas em nosso trabalho, podem ser parcialmente atribuídas à velocidade de natação das larvas em estágios avançados. Vecchione (1987), que fez um trabalho similar à este no Estuário de Calcasieu (EUA), encontrou também grande variabilidade entre as réplicas amostradas e atribuiu o fato às perturbações causadas pela rede de coleta, que poderiam impelir as larvas a nadarem para outros locais.

Além do ciclo da maré, das correntes, da salinidade, da velocidade de natação das larvas, outros fatores podem estar relacionados à distribuição espacial das larvas.

A influência da luz sobre a fixação e o comportamento das larvas de ostras deve ser considerado. As larvas de ostras em estágios jovens são fotopositivas. À medida que se aproximam da metamorfose tornam-se fotonegativas e portanto, passam a ocupar os estratos inferiores da coluna d'água (Thorson, 1964). Tal mecanismo de resposta permite às mesmas alguma seleção da área para fixação, uma vez que, ao serem carregadas pelas correntes, estas podem testar o substrato até encontrarem o local mais adequado para a fixação (Medcof, 1955; Thorson, 1964; Andrews, 1979). Galtsoff (1964) sugere que a exploração do substrato para fixação é feita pelo pé, que agiria como um órgão tátil. Desse modo, a luz não induziria diretamente à fixação, mas ao estimular

a atividade natatória da larva, possibilitaria à mesma um contato maior com as superfícies de fixação.

O recrutamento preferencial próximo ao fundo observado por Wakamatsu (1973), Akaboshi & Pereira (1981) e por Absher (1989), corrobora a fototaxia negativa das larvas nesta fase.

Thorson (1964) observou que as larvas de ostras não se fixam a não ser que tenham contato com espécimes fixados de sua espécie ou com fragmentos de indivíduos fixados. Este comportamento, segundo Hidu (1969) e Hidu & Haskin (1971) estaria relacionado à liberação de feromônios por indivíduos metamorfoseados.

Hidu *et al.* (1978) constataram, em testes laboratoriais com a ostra européia *Ostrea edulis* e com a ostra americana *C. virginica*, por acréscimo de fluido extrapalial às culturas, respostas intra e interespecíficas. Isso explicaria parcialmente a distribuição bêntica das populações de ostras em um estuário e a presença de larvas maduras nos estratos inferiores da camada d' água.

A distribuição espacial das larvas em um estuário pode ainda estar ligada ao fator temperatura. Conforme Andrews (1979), as larvas de ostras têm uma forte capacidade de permanecerem em massas ou camadas de água com temperaturas favoráveis. As temperaturas mais altas nas zonas intertidais seriam um estímulo de retorno das larvas aos bancos (Thorson, 1964).

A realização de estudos mais detalhados na baía provavelmente possibilitaria um melhor entendimento dos mecanismos de dispersão e de retenção das larvas de ostras nesse ambiente. Estes estudos teriam que incluir amostragens em vários estratos da coluna d'água e em um maior número de pontos ao longo do estuário.

A avaliação do comportamento das larvas com relação aos estágios de maré possivelmente se confirmaria pela amostragem em ciclos completos de maré.

Para averiguar a problemática da grande diferença no número de larvas observada entre a primeira e a segunda repetição, tornar-se-ia necessário testar o uso de um maior número de repetições

Os parâmetros hidrológicos temperatura, salinidade e pH devem ser medidos também em fundo. A circulação e a velocidade das correntes e outros fatores hidrográficos locais devem ser melhor avaliados, considerando que os dados publicados para a região são ainda insuficientes à compreensão da dispersão das larvas e da dinâmica de recrutamento no estuário.

6. CONCLUSÕES

O presente trabalho permitiu obter as seguintes conclusões a respeito da variação temporal e espacial das larvas de ostras do gênero *Crassostrea* (Sacco, 1897) na Baía de Paranaguá, Paraná e acerca dos fatores ambientais relacionados:

1. As larvas maiores de 180 μm são facilmente identificáveis em amostras planctônicas, porém a distinção entre as espécies não é possível ao microscópio estereoscópico.
2. As ostras na região reproduzem-se no período mais quente do ano, em que a temperatura média da água está em torno dos 26°C. Nos meses de inverno, em que a temperatura média da água oscila em torno dos 20°C, há pouca atividade reprodutiva.
3. Os maiores picos de larvas ocorrem no final da primavera e no início do outono.
4. Águas menos salinas (em torno de 29‰) e mais alcalinas (em torno de 8,3) estão relacionadas à ocorrência de maiores quantidades de larvas de ostras no plâncton.
5. Não encontrou-se nenhuma relação direta entre a transparência da água e o número de larvas.

6. A distribuição horizontal de larvas de ostras em estágio avançado é semelhante entre a barra e o interior da baía.
7. Verticalmente, há diferenças significativas na distribuição das larvas, com tendências de as mesmas se concentrarem mais em fundo do que em superfície, principalmente na entrada da baía.
8. Na maré enchente propriamente dita, as larvas se distribuem mais uniformemente na coluna d'água, ao passo que na maré vazante, as larvas tendem a permanecer nas camadas inferiores. Este tipo de distribuição está provavelmente ligado ao fator salinidade.
9. Futuras pesquisas devem considerar ciclos completos de maré, velocidade e direção das correntes e ventos, bem como os parâmetros hidrológicos de fundo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABSHER, T.M. 1989. **Populações naturais de ostras do gênero *Crassostrea* do litoral do Paraná - desenvolvimento larval, recrutamento e crescimento.** São Paulo, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. Tese de Doutorado. 185p.
- ABSHER, T.M. & CHRISTO, S.W. 1993. Índice de condição de ostras da região entre-marés da Baía de Paranaguá, Paraná. **Arq. Biol. Tecnol.**, **36**(2):253-261.
- AKABOSHI, S. & BASTOS, A.A. 1977. El cultivo del ostion *Crassostrea brasiliensis* Lamarck en la region lagunar de Cananéia, São Paulo, Brasil. *In*: SIMPOSIO SOBRE AQUICULTURA EN AMERICA LATINA, 1, s.l., 1977. **Resumos...**Roma, FAO. p.232.
- _____ & PEREIRA, O.M. 1981. Ostreicultura na região lagunar de Cananéia, São Paulo, Brasil; I. Captação de larvas da ostra *Crassostrea brasiliensis* (Lamarck, 1819) em ambiente natural. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, **8** : 87-104.
- ANDREWS, J.D. 1955. Setting of oysters in Virginia. **Proc. Natl. Shellfish. Ass.** **45**:38-46.

- _____ 1979. Pelecypoda: Ostreidae. *In*: GIESE, A.C. & PIERSE, J.S. ed **Reproduction of Marine Invertebrates**. New York, Academic Press. p.293-341.
- _____ 1983. Transport of bivalve larvae in James River, Virginia. **J. Shellfish Res.**, **3**(1): 29-40.
- ANTUNES, S.A. & ITÔ, Y. 1968. Chemical composition of oysters from São Paulo and Paraná, Brazil. **Bol. Inst. Oceanogr.** , São Paulo, **17**(!): 71-88.
- AZEVEDO, H.G. de 1980. Estudo ecológico da região de Itamaracá, Brasil. II. Regime alimentar da ostra *Crassostrea rhizophorae* Guilding, 1828 (Pelecypoda, Filobranchia, Ostreidae). **Trabhs. Inst. Oceanogr**; Pernambuco, **15**: 343-356.
- BIGARELLA, J.J. 1978. **A Serra do Mar e a porção oriental do Estado do Paraná**. Curitiba, Governo do Estado do Paraná. Secretaria do Estado do Planejamento. 249p.
- BOFFI, A.V. 1979. **Moluscos Brasileiros de Interesse Médico e Econômico**. São Paulo, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo/HUCITEC. 182p.
- BOLTOVSKOY, D. 1981. **Atlas del zooplancton del Atlantico Sudoccidental y metodos de trabajo con el zooplancton marino**. Mar del Plata, INIDEP. 936p.

BRANDINI, F.P. 1985. Seasonal succession of the phytoplankton in the Bay of Paranaguá (Paraná State - Brazil). **Rev. Bras. Biol.**, **45**(4): 687-694.

_____ ; THAMM, C.A. & VENTURA, I. 1986. Fitoplâncton e parâmetros ambientais. *In: Relatório do Estudo Integrado da Baía de Paranaguá. Projeto CIRM.* 139p. (Não publicado).

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 1960. **Atlas do Brasil.** Rio de Janeiro, Conselho Nacional de Geografia (Org.). 705p.

BRASIL. MINISTÉRIO DA MARINHA. DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO. 1990. Tábuas das marés - costa do Brasil e portos estrangeiros. Rio de Janeiro, DHN. p. 164 e 168.

_____ 1991. Tábuas das marés - costa do Brasil e portos estrangeiros. Rio de Janeiro, DHN. p. 126-131.

BUSHEK, O. 1988. Settlement as a major determinant of intertidal oyster and barnacle distributions along a horizontal gradient. **J. exp. mar. Ecol.**, **122**: 1-18.

CALABRESE, A. & DAVIS, H.C. 1966. The pH tolerance of embryos and larvae of *Mercenaria mercenaria* and *Crassostrea virginica*. **Biol. Bull.**, **131**(3): 427-436.

- CARRIKER, M.R. 1951. Ecological observations on the distribution of oyster larvae in New Jersey estuaries. **Ecol. Monogr.**, **21**(1): 19-38.
- CHANLEY, P. & ANDREWS, J.D. 1971. Aids for identification of bivalve larvae of Virginia. **Malacologia**, **11**(1): 45-119.
- _____ & DINAMANI, P. 1980. Comparative descriptions of some oyster larvae from New Zealand and Chile, and a description of a new genus of oyster, *Tiostrea*. **New Zealand Journal of Marine & Freshwater Research**, **14**(2): 103-120.
- CHURCHILL, E.P. 1921. Relation of temperature and tides to the quantity and distribution of oyster larvae. **Anat. Rec.**, **20**: 221-222.
- CORRÊA, M.F.M. 1987. **Ictiofauna da Baía de Paranaguá e Adjacências (Litoral do Estado do Paraná - Brasil). Levantamento e Produtividade**. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, Departamento de Zoologia. Tese de Mestrado. 406p.
- COSTA, A.F. da 1975. **Fisioecologia da ostra-de-mangue de Pernambuco *Crassostrea rhizophorae* (Gullding, 1828)**. São Paulo, Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências. Tese de Doutorado. 57p.

- COSTA, P.F. da 1985. Biologia e Tecnologia para o cultivo de ostras. *In*: BRASIL. MINISTÉRIO DA MARINHA. INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS DO MAR. **Manual de Maricultura**. Rio de Janeiro, Cap.VII, parte B.
- CRONIN, T.W. 1982. Estuarine retention of larvae of the crab *Rhithropanopeus harrisi*. **Estuarine Coastal Shelf. Sci.**, **15**: 207-220.
- FERNANDES, L.M.B. 1975. **Aspectos fisiocológicos do cultivo da ostra-de-mangue *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828). Influência da Salinidade**. São Paulo, Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências. Tese de Doutorado. 81p.
- GALTSOFF, P.S. 1964. The American Oyster *Crassostrea virginica* Gmelin, 1828; Larval development and metamorphosis. **U. S. Fish. Wildl. Serv. Fish. Bull.**, **64**: 335-376.
- HASKIN, H.H. 1964. The distribution of oyster larvae. **Proceedings of Symposium on Experimental Marine Ecology**. Occasional Publication No.2, Graduate School of Oceanography, University of Rhode Island. p.76-80.
- HAVEN, D.S. & FRITZ, L.W. 1985. Setting of the American oyster *Crassostrea virginica* in the James River, Virginia, USA: temporal and spatial distribution. **Mar. Biol.**, Berlin, **86**: 271-282.

HIDU, H. 1969. Gregarious Setting in the American Oyster *Crassostrea virginica* Gmelin. **Chesapeake Sci.**, **10**(2): 85-92.

_____ & HASKIN, H.H. 1971. Setting of the American oyster related to environmental factors and larval behavior. **Proc. Natl. Shellfish. Assoc.**, **61**:35-50.

_____ & _____ 1978. Swimming Speeds of Oyster Larvae *Crassostrea virginica* in Different Salinities and Temperatures. **Estuaries**, **1**(4): 252-255.

_____ ; VALLEAU, W.G. & VEITCH, F.P. 1978. Gregarious setting in European and American oysters - response to surface chemistry vs. waterborne pheromones. **Proc. Natl. Shellfish. Assoc.**, **68**: 11-16.

JOHNSCHER-FORNASARO, G. 1981. **Observações sobre populações de ostra *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) em ambientes ecologicamente diferentes do litoral do Estado de São Paulo.** São Paulo, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. Dissertação de Mestrado. 163p.

KETCHUM, B.H. 1954. Relation between circulation and planktonic populations in estuaries. **Ecology**, **35**(2): 191-200.

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.

KORRINGA, P. 1952. Recent advances in oyster biology. **Quart. Rev. Biol.**, **27**: 266-308.

KUNKLE, D.R. 1957. The vertical distribution of oyster larvae in Delaware Bay. **Nat. Shellf. Assoc. Proc.**, **48**:90-91.

LANA, P. da C. 1984. **Anelídeos poliquetas errantes do litoral do Estado do Paraná**. São Paulo, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. Tese de Doutorado. 275p.

LIMA, F.R. & VAZZOLER, A.E.A. de M. 1963. Sobre o desenvolvimento das ostras e possibilidades da ostreicultura nos arredores de Santos. **Bol. Inst. Oceanogr.**, São Paulo, **13**(177):3-20.

LOOSANOFF, V.L. & DAVIS, H.C. 1952. Temperature requirements for maturation of gonads of northern oysters. **Biol. Bull.**, **103**(1):80-96.

_____; _____ & CHANLEY, P. 1966. Dimensions and shapes of larvae of some marine bivalve mollusks. **Malacologia**, **4**(2): 351-435.

MAACK, R. 1981. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba, J. Olympio/Secretaria da Cultura e Esporte do Estado do Paraná 450p.

MANN, R. 1988a. Field studies of bivalve larvae and their recruitment to the benthos: a commentary. **J. Shellfish Res.**, **7**(1):7-10.

- _____ 1988b. Distribution of bivalve larvae at a frontal system in the James River, Virginia. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, **50**:29-44.
- _____; CAMPOS, B.M. & LUCKENBACH, M.W. 1991. Swimming rate and responses of larvae of three mactrid bivalves to salinity discontinuities. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, **68**:257-269.
- MATTOX, N.T. 1949. Studies on the biology of the edible oyster *Ostrea rhizophorae* Guilding in Puerto Rico. **Ecol. Monogr.**, **19**: 339-356.
- MEDCOF, J.C. 1955. Day and Night Characteristics of Spatfall and of Behaviour of Oyster Larvae. **J. Fish. Res. Board Can.**, **12**: 270-286.
- MILEIKOWSKY, S.A. 1973. Speed of Active Movement of Pelagic Larvae of Marine Invertebrates and Their Ability to Regulate Their Vertical Position. **Mar. Biol.**, Berlin, **23**:11-17.
- MONTÚ, M. & CORDEIRO, T.A. 1988. Zooplankton del complejo estuarial de la Bahía de Paranaguá. I. Composición dinámica de las especies, ritmos reproductivos y acción de los factores ambientales sobre la comunidad. **Nerítica**, **3**(1): 61-83.
- MÜLLER, A.C. de P. 1984. **Organismos Marinhos Perfuradores de Madeira do Estado do Paraná**. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, Departamento de Zoologia. Tese de Mestrado. 111p.

MUNIZ, E.M.C. 1985. Cultura artificial de larvas de ostra. *In*: BRASIL. MINISTÉRIO DA MARINHA. INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS DO MAR. **Manual de Maricultura**. Rio de Janeiro, p.165-192.

NASCIMENTO, I.A. 1978. **Reprodução de ostras de mangue *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828): um subsídio ao cultivo**. São Paulo, Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências. Tese de Doutorado. 200p.

_____. 1983. Cultivo de ostras no Brasil: Problemas e perspectivas. **Cien. Cult.**, **35**(7): 871-876.

_____ & LUNETTA, J.E. 1978. Ciclo sexual da ostra de mangue e sua importância para o cultivo. **Bol. Fisiol. Animal**, Universidade de São Paulo, **2**: 63-98.

_____ & PEREIRA, S.A. 1980. Changes in the condition index for mangrove oysters (*Crassostrea rhizophorae*) from Todos os Santos Bay, Salvador, Brazil. **Aquaculture**, **20**: 9-15.

_____; SILVA, E.M. da; RAMOS, M.I.S. & SANTOS, A.E. dos. 1980. Desenvolvimento da gônada primária em ostras de mangue *Crassostrea rhizophorae*: idade e tamanho mínimos de maturação sexual. **Cien. Cult.**, **32**(6): 736-742.

- PEREIRA, O.M.; AKABOSHI, S. & SOARES, F. das C. 1988. Cultivo experimental de *Crassostrea brasiliiana* (Lamarck, 1819) no Canal da Bertoga, São Paulo, Brasil (23^o54'30"S; 45^o13'42"W). **Bol. Inst. Pesca**, 15(1): 55-65.
- PRITCHARD, D.W. 1953. Distribution of oyster larvae in relation to hydrographic condition. **Proc. Gulf. Caribb. Fish. Inst.**, 5: 123-132.
- QUAYLE, D.R. 1988. Pacific oyster culture in British Columbia. **Can. Bull. Fish. Aquat. Sci.**, 218: 1-241.
- REBELLO, J. & BRANDINI, F.P. 1990. Variação temporal dos parâmetros hidrológicos e material particulado em suspensão em dois pontos fixos da Baía de Paranaguá, Paraná (Junho/87-fevereiro/88). **Nerítica**, 5(1): 95-111.
- RIOS, E.C. 1985. **Seashells of Brazil**. Rio Grande, Fundação Universidade do Rio Grande. 330p.
- ROGERS, H.M. 1940. Occurrence and Retention of Plankton Within the Estuary. **J. Fish. Res. Board Can.**, 5(2): 164-171.
- SANTOS, A.E. 1983. **Desenvolvimento embrionário das ostras do mangue *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) (Mollusca: Lamellibranchia) em laboratório**. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, Departamento de Zoologia. Tese de Mestrado. 86p.

- _____ & NASCIMENTO, I.A. 1985. Influence of gamete density, salinity and temperature on the normal embryonic development of the mangrove oyster *Crassostrea rhizophorae* Guilding, 1828. **Aquaculture**, **47**: 335-352.
- SANTOS, J.J. 1978. **Aspectos da ecologia e biologia das ostras *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) na Baía de Todos os Santos**. São Paulo, Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências. Tese de Doutorado. 166p.
- SASTRY, A.N. 1979. Pelecypoda. *In*: GIESE, A.C. & PEARSE, V.S. eds. **Reproduction of marine invertebrates**. New York, Academic Press. v.5. p.113-292.
- SCHELTEMA, R.S. 1975. Relationship of larval dispersal, gene-flow and natural selection to geographic variation of benthic invertebrates in estuaries and along coastal regions. *In*: CRONIN, L.E. ed. **Estuarine Res.** New York, Academic Press. v.1. p.372-391.
- _____ 1986. On dispersal and planktonic larvae of benthic invertebrates: an eclectic overview and summary of problems. **Bull. Mar. Sci.**, **39**(2): 290-322.
- SELIGER, H.H.; BOGGS, J.A.; RIVKIN, R.B.; BIGGLEY, W.H. & ASPDEN, K.R.H. 1982. The Transport of Oyster Larvae in an Estuary. **Mar. Biol.**, Berlin, **7**: 57-72.

- SINQUE, C.; KOBLITZ, S. & COSTA, L.M. 1982. Ictioplâncton do complexo estuarino - Baía de Paranaguá e adjacências (25⁰10'-25⁰35'S e 48⁰10'- 48⁰45'W), Paraná - Brasil. **Arq. Biol. Tecnol.**, **25**(3/4): 279-300.
- THORSON, G. 1964. Light as an ecological factor in the dispersal and settlement of larvae of marine bottom invertebrates. **Ophelia**, **1**(1):167-208.
- VECCHIONE, M. 1987. Variability in the distribution of late-stage oyster larvae in the Calcasieu Estuary. **Contrib. Mar. Sci.**, **30**: 77-90.
- VÉLEZ R., A. 1977. Ciclo anual de reproducción del ostion *Crassostrea rhizophorae* (Guilding) de Bahía de Mochima. **Bol. Inst. Oceanogr.Univ. Oriente**, **16**(1/2): 87-98.
- VER, L.M.M. 1986. Early Development of *Crassostrea iredalei* (Faustino, 1932) (Bivalvia: Ostreidae), with Notes on the Structure of the Larval Hinge. **The Veliger**, **29**(1): 78-85.
- VILANOVA, M. de F.V. & CHAVES, E.M.B. 1988. Contribuição para o conhecimento da viabilidade do cultivo de ostra-do-mangue, *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) (Mollusca: Bivalvia), no Estuário do Rio Ceará, Brasil. **Arq. Ciênc. Mar.**, **27**:111-125.

WAKAMATSU, T. 1973. **A ostra de Cananéia e seu cultivo.** São Paulo, Superintendência do Desenvolvimento do Litoral Paulista/Instituto Oceanográfico, USP. 141p.

WOLF, P. de 1974. On the retention of marine larvae in estuaries. **Thalassia Jugos.**, **10** (1/2): 415-424.

WOOD, L. & HARGIS JR., W.J. 1971. Transport of bivalve larvae in a tidal estuary. **Proc. Eur. Mar. Biol. Symp.**, **4**: 29-44.

YONGE, C.M. 1960. **Oysters.** London, Collins. 209p.

Tabela 1. Dados dos parâmetros hidrológicos medidos em dois pontos da Baía de Paranaguá, Paraná, no período de outubro de 1990 a outubro de 1991. T=temperatura (em °C); S=salinidade (em ‰); Secchi=transparência da água (em m); NM=dados não medidos. Temperatura, salinidade e pH de superfície.

Coleta	Data	Estação I				Estação II			
		T	S	Secchi	pH	T	S	Secchi	pH
1	11.10.90	23,0	NM	3,60	NM	24,0	NM	3,10	NM
2	25.10.90	22,0	25,0	3,10	8,37	24,0	23,0	3,60	8,27
3	08.11.90	23,0	31,0	2,20	8,15	24,0	25,0	2,70	8,29
4	22.11.90	26,1	30,0	3,40	8,25	27,0	29,0	2,10	8,26
5	06.12.90	26,5	32,0	1,90	8,43	26,8	33,0	1,10	8,43
6	20.12.90	26,0	34,0	2,10	8,40	27,0	31,0	2,60	8,30
7	03.01.91	26,5	32,0	1,60	8,36	26,8	30,0	2,10	8,50
8	17.01.91	27,0	33,0	2,40	8,66	27,0	30,0	2,60	8,65
9	31.01.91	27,0	26,0	1,60	7,50	27,5	28,0	2,20	7,70
10	14.02.91	28,2	29,0	1,90	8,22	28,2	28,0	1,60	8,24
11	01.03.91	28,0	33,0	2,40	8,10	28,0	32,0	2,40	8,15
12	21.03.91	27,9	32,0	2,60	8,20	28,0	28,0	1,90	8,09
13	27.03.91	25,0	32,0	1,40	8,20	26,0	29,0	2,60	8,20
14	11.04.91	26,8	28,0	4,10	8,20	27,2	25,0	3,60	8,10
15	25.04.91	24,5	32,0	3,40	8,13	25,5	29,0	3,80	8,14
16	13.06.91	21,1	33,0	3,30	7,89	21,5	34,0	3,40	8,05
17	27.06.91	20,1	31,5	3,60	7,80	20,3	30,5	2,90	7,87
18	11.07.91	19,0	33,0	3,60	NM	19,8	32,0	3,60	NM
19	25.07.91	19,0	34,0	2,60	8,12	19,0	32,0	2,70	8,18
20	08.08.91	18,5	30,0	2,60	7,72	18,8	30,0	2,50	7,80
21	22.08.91	20,2	32,0	2,40	7,81	20,5	32,0	2,40	7,95
22	05.09.91	21,0	34,0	1,60	NM	21,5	32,0	1,60	NM
23	25.09.91	22,0	34,0	2,20	7,30	22,0	33,0	2,50	7,46
24	03.10.91	21,0	35,0	2,10	7,68	20,1	34,0	1,90	7,80

Tabela 2. Registros feitos por ocasião das coletas quinzenais em dois locais da Baía de Paranaguá, Paraná, no período de outubro de 1990 a outubro de 1991. Horário solar. Est.I=Estação I; Est.II=Estação II. NM=Dados não medidos. Chuva 24/hs=Observação de chuva nas 24 horas antecedentes à coleta. ppt=precipitação pluviométrica com base nos registros da Estação Meteorológica do Centro de Estudos do Mar da UFPr. P.Ench=Princípio de Enchente(=Final de Vazante); Ench=Enchente; P.Vaz=Princípio de Vazante(=Final de Enchente);Vaz=Vazante.

Nº da coleta	Data	Início da coleta		Temperatura de ar (em °C)		Dados de Chuvas		Tipo de maré		Profundidade Local	
		Est.I	Est.II	Est.I	Est.II	Chuva 24/hs	ppt (em mm)	Est.I	Est.II	Est.I	Est.II
1	11.10.90	14:35 hs	15:45 hs	NM	NM	Não	NM	Ench	Ench	5	5
2	25.10.90	08:45 hs	11:12 hs	22	23	Sim	NM	P.Ench	P.Vaz	7,5	5,2
3	08.11.90	08:15 hs	09:45 hs	23	24,2	Sim	NM	Vaz	P.Ench	11,5	3,8
4	22.11.90	09:30 hs	08:00 hs	26,8	27,5	Sim	NM	P.Ench	Vaz	12	5,2
5	06.12.90	09:30 hs	08:20 hs	31	29,5	Sim	NM	P.Ench	Vaz	5,3	4
6	20.12.90	07:42 hs	09:25 hs	25	28,3	Não	NM	Vaz	Vaz	10	4
7	03.01.91	08:30 hs	07:30 hs	26,5	26,5	Sim	0,0	Vaz	Vaz	8	4
8	17.01.91	08:18 hs	09:30 hs	24	24	Sim	13,8	F.Ench	Ench	8	5,5
9	31.01.91	07:45 hs	09:50 hs	28	28	Não	1,0	Vaz	P.Ench	7,5	4,5
10	14.02.91	10:30 hs	09:05 hs	30	25,5	Sim	6,0	Ench	P.Ench	9,4	4,3
11	01.03.91	07:55 hs	09:18 hs	28	29	Não	0,0	P.Ench	Ench	8	5,3
12	21.03.91	10:30 hs	11:37 hs	26,2	27	Sim	43,6	P.Ench	Ench	10	4,5
13	27.03.91	08:25 hs	09:40 hs	22	22	Sim	1,0	P.Ench	Ench	11	4
14	11.04.91	09:00 hs	09:55 hs	30,5	31,8	Não	0,0	P.Ench	Ench	8,5	4
15	25.04.91	10:07 hs	11:10 hs	24,5	27,5	Sim	5,0	Ench	Ench	10	4,3
16	13.06.91	08:30 hs	09:50 hs	19,5	19,5	Não	0,0	P.Ench	Ench	9,7	3,8
17	27.06.91	09:10 hs	10:00 hs	21	21,9	Não	0,0	P.Ench	Ench	9	3,4
18	11.07.91	08:40 hs	10:00 hs	19,5	19,5	Sim	0,0	Vaz	P.Ench	10	4
19	25.07.91	14:25hs	13:05 hs	17	21	Não	0,0	P.Vaz	Ench	3	4,2
20	08.08.91	09:15 hs	10:15 hs	17,2	17,2	Sim	NM	P.Ench	Ench	8	4,4
21	22.08.91	07:30 hs	08:30 hs	19	21	Não	0,0	P.Ench	Ench	11	3,2
22	05.09.91	09:15 hs	09:52 hs	21	22	Não	0,0	F.Ench	Ench	7,8	4,5
23	25.09.91	09:00 hs	10:25 hs	19	18,3	Sim	1,4	P.Ench	Vaz	9	5,5
24	03.10.91	10:20 hs	11:00 hs	19	13	Sim	0,0	Ench	Ench	7,3	7,2

Tabela 3. Resultados das medições larvais. Em μm . N=20.
A - C= diferença entre altura e comprimento.

Nº	A (altura)	C (comprimento)	A-C
1	245,0	215,0	30,0
2	225,0	215,0	10,0
3	333,0	275,0	58,0
4	235,0	186,0	49,0
5	255,0	215,0	40,0
6	285,0	225,0	60,0
7	245,0	215,0	30,0
8	294,0	235,0	59,0
9	275,0	205,0	70,0
10	265,0	235,0	30,0
11	353,0	275,0	78,0
12	333,0	294,0	39,0
13	343,0	284,0	59,0
14	333,0	275,0	58,0
15	304,0	294,0	10,0
16	294,0	235,0	59,0
17	353,0	284,0	69,0
18	304,0	284,0	20,0
19	294,0	265,0	29,0
20	304,0	217,0	87,0
\bar{X}	293,6	246,4	47,2

Tabela 4. Número médio de larvas de ostras amostradas em dois locais e em duas profundidades na Baía de Paranaguá, Paraná, no período de outubro de 1990 a outubro de 1991, com as respectivas somatórias(Σ).

Coleta	Data	Estação I			Estação II		
		Superfície	Fundo	Σ	Superfície	Fundo	Σ
1	11.10.90	24,0	21,0	45,0	73,0	126,5	199,5
2	25.10.90	97,5	91,0	188,5	110,0	63,0	173,0
3	08.11.90	35,5	720,5	756,0	272,5	396,5	669,0
4	22.11.90	239,0	94,5	333,5	37,0	16,5	53,5
5	06.12.90	14,5	5,5	20,0	12,0	17,5	29,5
6	20.12.90	20,5	65,0	85,5	0,5	1,0	1,5
7	03.01.91	6,5	82,0	88,5	2,0	1,0	3,0
8	17.01.91	86,5	223,0	309,5	7,0	23,5	30,5
9	31.01.91	4,0	6,5	10,5	2,5	3,0	5,5
10	14.02.91	6,5	8,5	15,0	5,0	21,0	26,0
11	01.03.91	33,5	17,5	51,0	5,5	12,0	17,5
12	21.03.91	164,0	122,5	286,5	12,5	95,5	108,0
13	27.03.91	0,0	0,0	0,0	15,5	89,0	104,5
14	11.04.91	255,5	895,0	1150,5	1437,0	1309,0	2746,0
15	25.04.91	78,0	114,0	192,0	97,5	160,0	257,5
16	13.06.91	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0
17	27.06.91	3,5	1,0	4,5	1,0	5,0	6,0
18	11.07.91	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0	0,5
19	25.07.91	18,0	18,0	36,0	1,5	1,0	2,5
20	08.08.91	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	1,5
21	22.08.91	1,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
22	05.09.91	1,0	1,5	2,5	6,0	1,0	7,0
23	25.09.91	1,0	0,0	1,0	11,5	0,0	11,5
24	03.10.91	1,0	1,5	2,5	2,5	6,0	8,5

Tabela 5. Total médio de larvas de ostras amostradas em superfície e em fundo das Estações I e II, no período de outubro de 1990 a outubro de 1991, com as respectivas somatórias(Σ).

Local	Estação I	Estação II	Σ
Profundidade			
Superfície	1.091,5	2.112,5	3.204,0
Fundo	2.489,0	2.349,5	4.838,5
Σ	3.580,5	4.462,0	8.042,5

Tabela 6. Frequências relativas de larvas em superfície e em fundo das Estações I e II, com as respectivas somatórias (Σ) parciais e total. a) 1ª repetição; b) 2ª repetição.

a)

Local	Estação I	Estação II	Σ
Profundidade			
Superfície	07,47%	20,42%	27,89%
Fundo	23,50%	20,06%	43,56%
Σ	30,97%	40,48%	Total=71,45%

b)

Local	Estação I	Estação II	Σ
Profundidade			
Superfície	06,10%	05,85%	11,95%
Fundo	07,45%	09,15%	16,60%
Σ	13,55%	15,00%	Total=28,55%

Tabela 7. Resultados da análise de variância multifatorial (ANOVA) da distribuição temporal das larvas (data), da distribuição espacial horizontal (local) e vertical (profundidade) das larvas, das repetições (réplica) e das interações entre os fatores. $\alpha = 0,05$. N=192. Dados de larvas previamente transformados em $\log(x+1)$. SQ=Soma dos Quadrados; GL=Graus de Liberdade; QM=Quadrado Médio; F=F de Fischer; P=Probabilidade.

Fonte da variação	SQ	GL	QM	F	P
Fatores:					
A:Data	108,49984	23	4,7173846	46,234	0,0000
B:Local	0,34930	1	0,3493032	3,423	0,0772
C:Profundidade	0,60488	1	0,6048842	5,928	0,0231
D:Replica	0,76321	1	0,7632138	7,480	0,0118
Interações:					
A x B	18,997172	23	0,8259640	8,095	0,0000
A x C	3,730089	23	0,1621778	1,589	0,1369
A x D	2,678136	23	0,1164407	1,141	0,3771
B x C	0,002068	1	0,0020684	0,020	0,8895
B x D	0,119430	1	0,1194304	1,171	0,2905
C x D	0,000065	1	0,0000650	0,001	0,9804
A x B x C	3,984478	23	0,1732382	1,698	0,1059
A x B x D	1,639690	23	0,0712909	0,699	0,5618
A x C x D	1,473491	23	0,0640648	0,628	0,8641
B x C x D	0,224729	1	0,2247287	2,203	0,1514

Tabela 8. Análise de variância multifatorial. Teste *a posteriori* de Tukey. Distribuição temporal das larvas na baía, por classificação das datas de coleta. $\alpha=0,05$. $N=192$. N° de amostragens em cada data=8. Dados de larvas previamente transformados em $\log(x+1)$.

Coleta	Data	Nível de significância	Grupos homogêneos	N° do grupo
16	13.06.91	0,0376288	X	1
18	11.07.91	0,0752575	X	1
21	22.08.91	0,0752575	X	1
20	08.08.91	0,0972689	XX	2
23	25.09.91	0,3167532	XXX	3
22	05.09.91	0,3890755	XXX	3
17	27.06.91	0,4570840	XXXX	4
24	03.10.91	0,4665492	XXXX	4
9	31.01.91	0,6637356	XXXXX	5
19	25.07.91	0,7409405	XXXX	5
13	27.03.91	0,7695401	XXX	5
7	03.01.91	0,8442184	XXX	5
6	20.12.90	0,8703605	XXX	5
10	14.02.91	0,9641259	XXXX	6
5	06.12.90	1,0768603	XXXX	7
11	01.03.91	1,1556520	XXX	7
8	17.01.91	1,5590726	XXX	8
4	22.11.90	1,6020020	XXX	8
1	11.10.90	1,6594168	XX	8
12	21.03.91	1,8220633	XX	9
15	25.04.91	1,8606599	XX	9
2	25.10.90	1,9205480	XX	9
3	08.11.90	2,3188433	XX	10
14	11.04.91	2,8126520	X	10

Tabela 9. Análise em componentes principais. Contribuição dos eixos fatoriais à variabilidade total dos dados. a) Estação I; b) Estação II. Dados previamente transformados em $\log(x+1)$.

a)

Nº do componente	Porcentagem de variância	Porcentagem cumulativa
1	50,79925	50,79925
2	21,45939	72,25864
3	15,71231	87,97095
4	06,57792	94,54888
5	04,29428	98,84315
6	01,15685	100,00000

b)

Nº do componente	Porcentagem de variância	Porcentagem cumulativa
1	52,06657	52,06657
2	23,56135	75,62791
3	11,54575	87,17367
4	06,09724	93,27090
5	05,04259	98,31350
6	01,68650	100,00000

Tabela 10. Resultados da análise em componentes principais dos vetores-variáveis. a) Estação I; b) Estação II. Dados previamente transformados em $\log(x+1)$. Temperatura, salinidade e pH de superfície.

a)

Variáveis	Componentes Principais			
	I	II	III	IV
Larvas na superfície	0,538	0,169	0,084	-0,242
Larvas no fundo	0,533	0,048	0,081	-0,122
Temperatura	0,410	-0,462	-0,207	-0,469
Salinidade	-0,226	-0,253	0,866	-0,363
Secchi	0,130	0,804	0,228	-0,133
pH	0,434	-0,207	0,373	0,745

b)

Variáveis	Componentes Principais			
	I	II	III	IV
Larvas na superfície	0,505	0,179	-0,252	-0,283
Larvas no fundo	0,527	0,070	-0,160	-0,279
Temperatura	0,378	-0,478	-0,093	0,761
Salinidade	-0,479	-0,206	0,071	-0,100
Secchi	0,124	0,684	0,563	0,377
pH	0,278	-0,472	0,760	-0,330

Tabela 11. Matriz de correlação linear entre os vetores-variáveis. a) Estação I; b) Estação II. Dados transformados em $\log(x+1)$. $\alpha=0,05$; $r \geq 0,406$. Temperatura, salinidade e pH de superfície.

a)

	6	5	4	3	2	1
1. Larvas na superfície	0,614	0,388	-0,322	0,566	0,901	1,000
2. Larvas no fundo	0,664	0,224	-0,295	0,563	1,000	
3. Temperatura	0,494	-0,265	-0,238	1,000		
4. Salinidade	-0,035	-0,150	1,000			
5. Secchi	0,030	1,000				
6. pH	1,000					

b)

	6	5	4	3	2	1
1. Larvas na superfície	0,221	0,255	-0,725	0,435	0,887	1,000
2. Larvas no fundo	0,349	0,193	-0,738	0,521	1,000	
3. Temperatura	0,503	-0,233	-0,409	1,000		
4. Salinidade	-0,244	-0,312	1,000			
5. Secchi	-0,101	1,000				
6. pH	1,000					

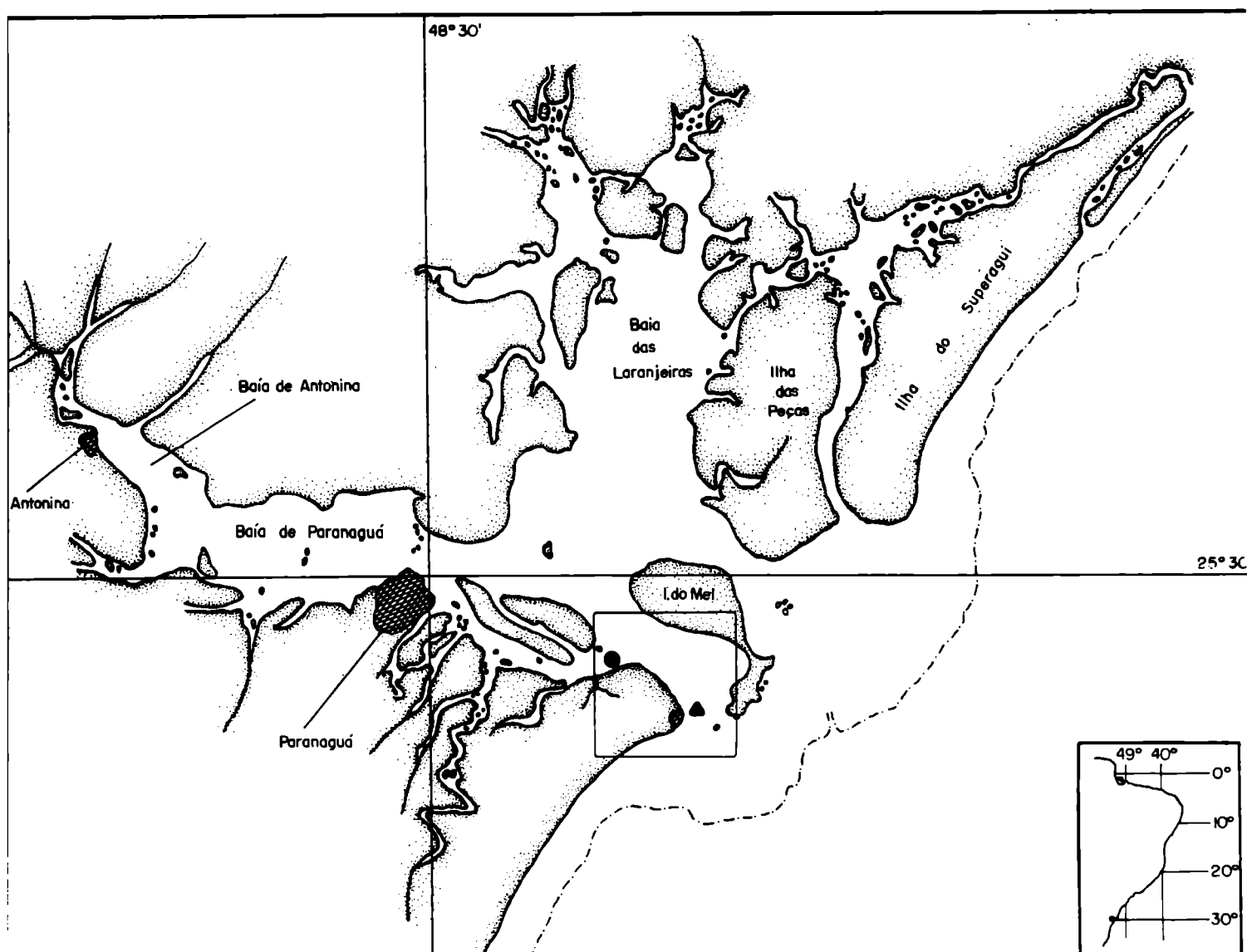


Figura 1. Mapa da região com a localização dos pontos de coleta.

▲=Estação I; ●=Estação II.

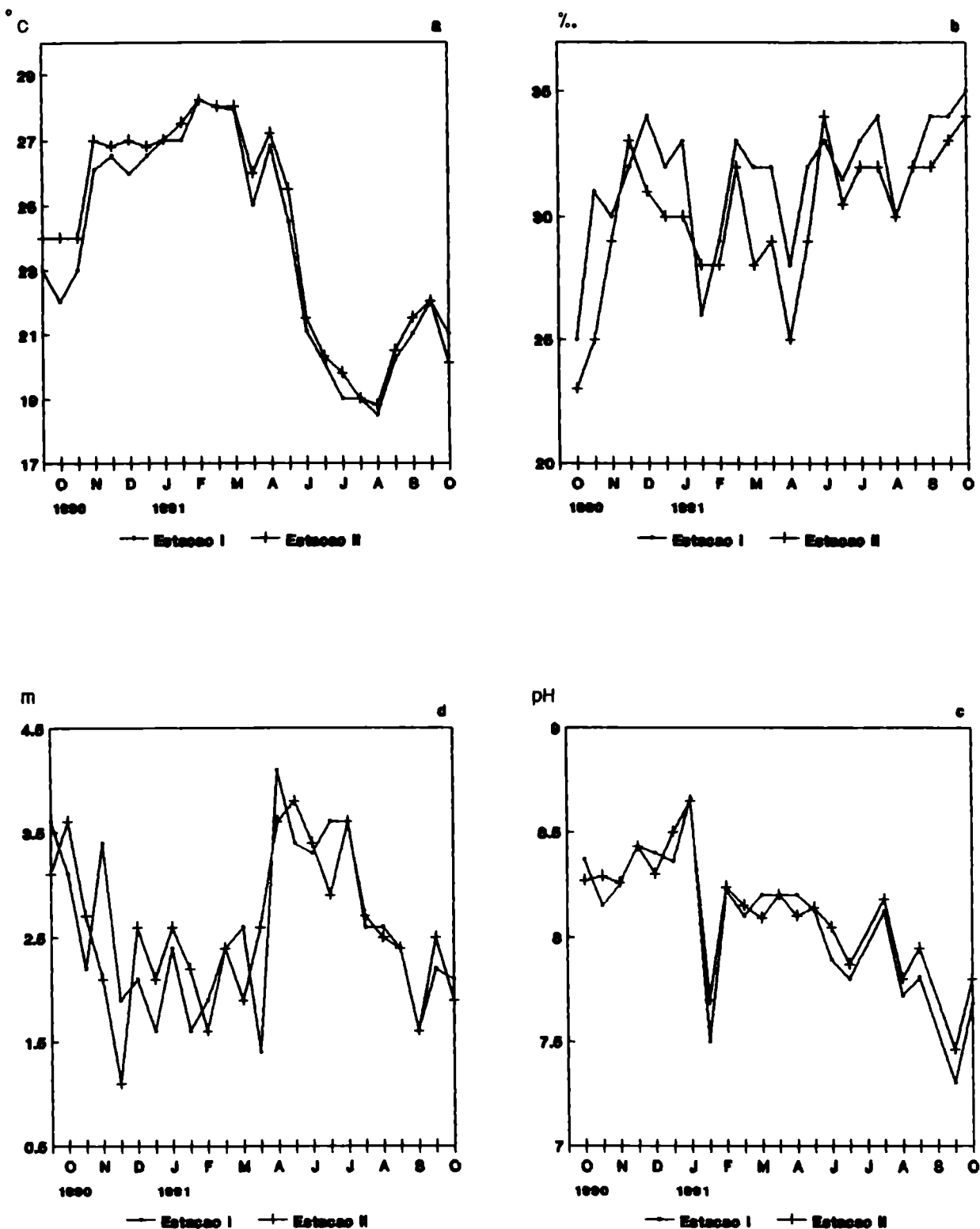
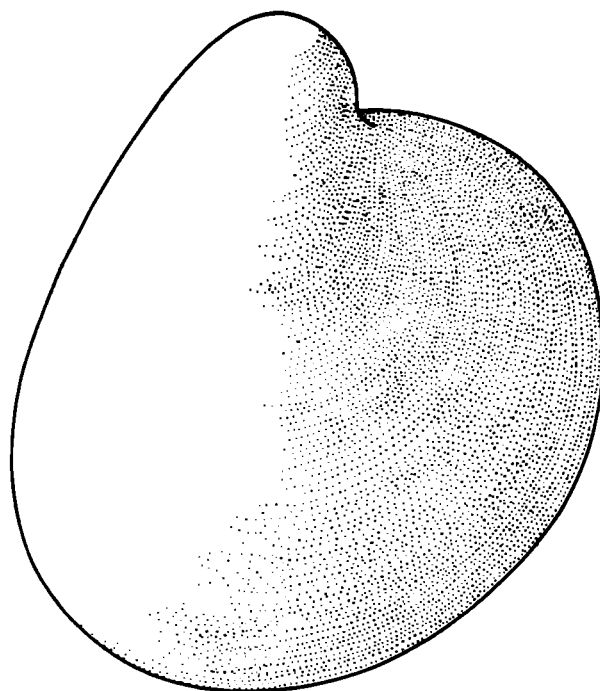
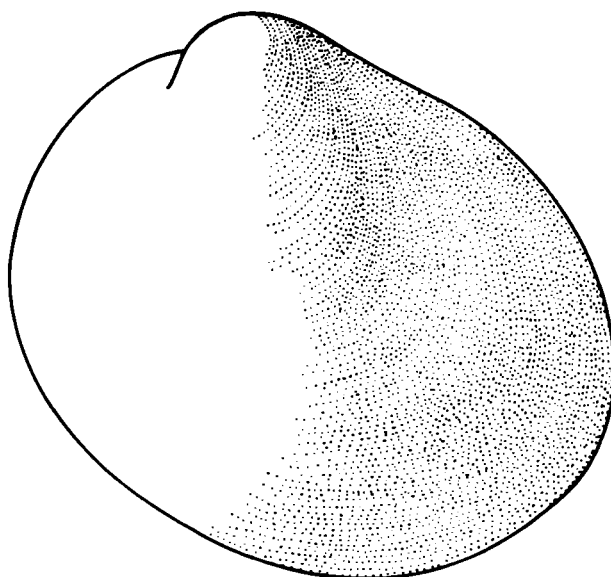


Figura 2. Variações temporais dos parâmetros hidrológicos registrados em dois pontos da Baía de Paranaguá, Paraná, no período de outubro de 1990 a outubro de 1991. a=temperatura (em °C); b=salinidade (em ‰); c=transparência da água (em m); d=pH. Dados de temperatura, salinidade e pH de superfície. — Estação I; + Estação II.



VALVA ESQUERDA



VALVA DIREITA

Figura 3. Representação esquemática da morfologia externa da concha de uma larva pedivéliger de *Crassostrea* sp., coletada em fundo da Estação I, em data de 25 de abril de 1991. Altura=345 μ m; comprimento=330 μ m.

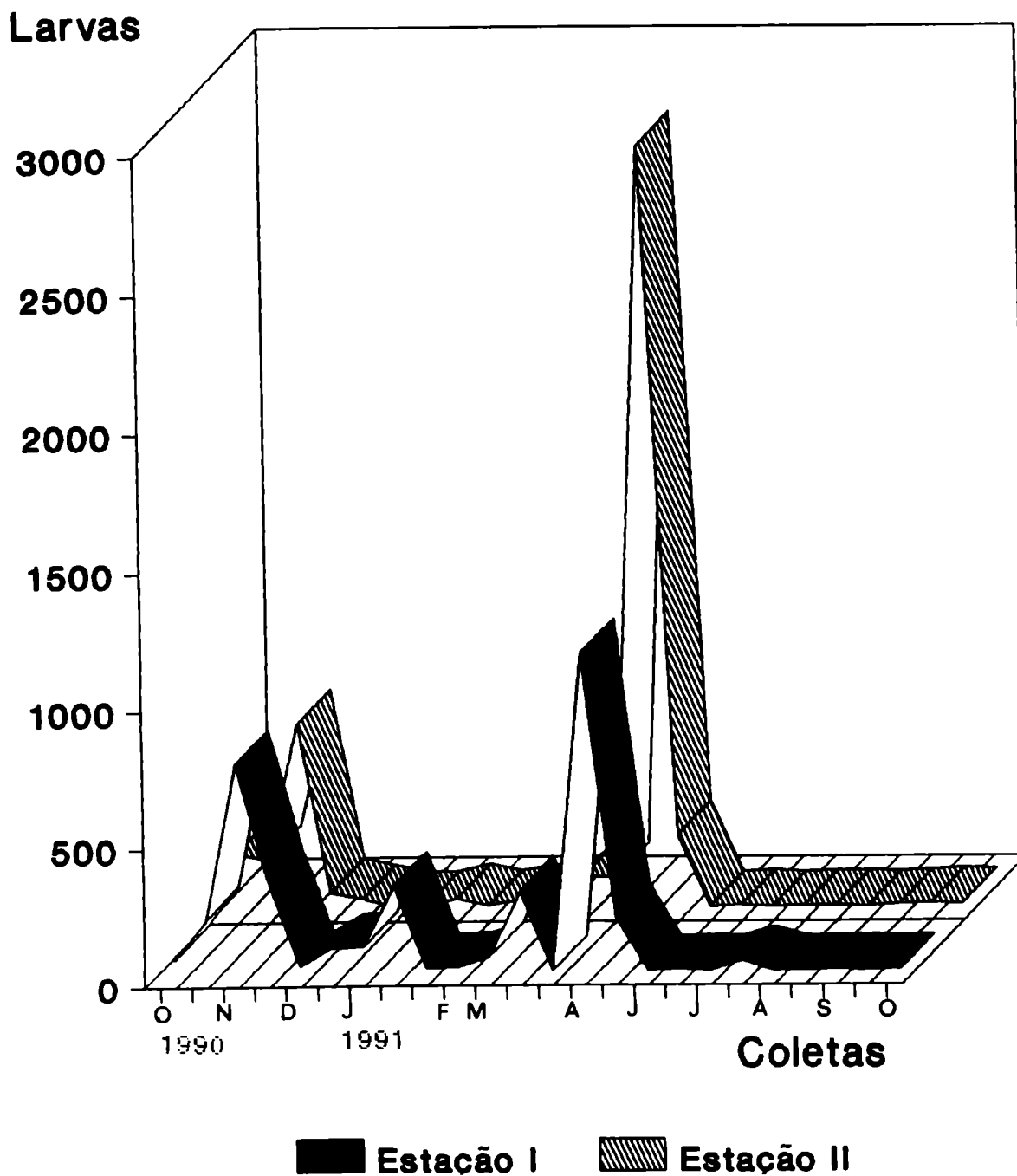


Figura 4. Variação temporal de larvas de ostras do gênero *Crassostrea* spp. em dois locais da Baía de Paranaguá, Paraná, no período de outubro de 1990 a outubro de 1991. Valores de superfície somados aos de fundo. Média das repetições

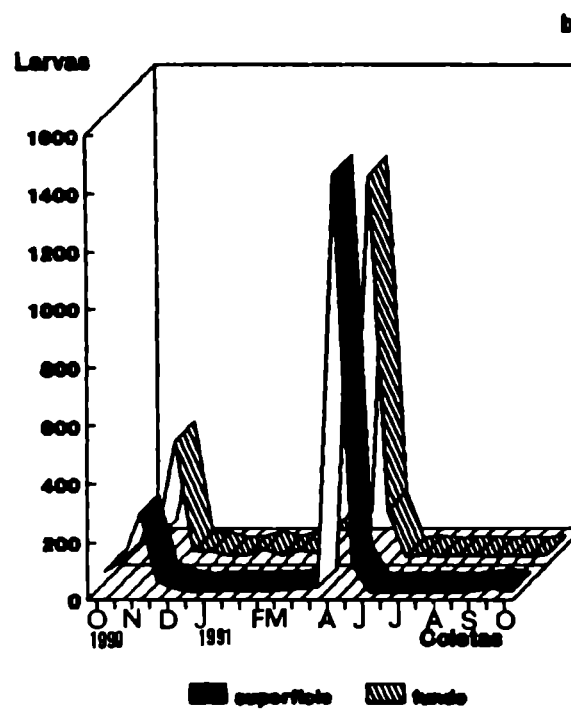
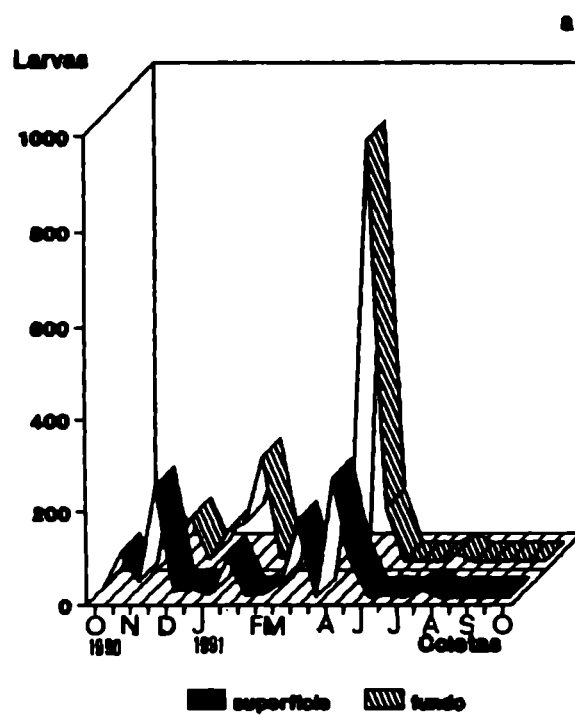
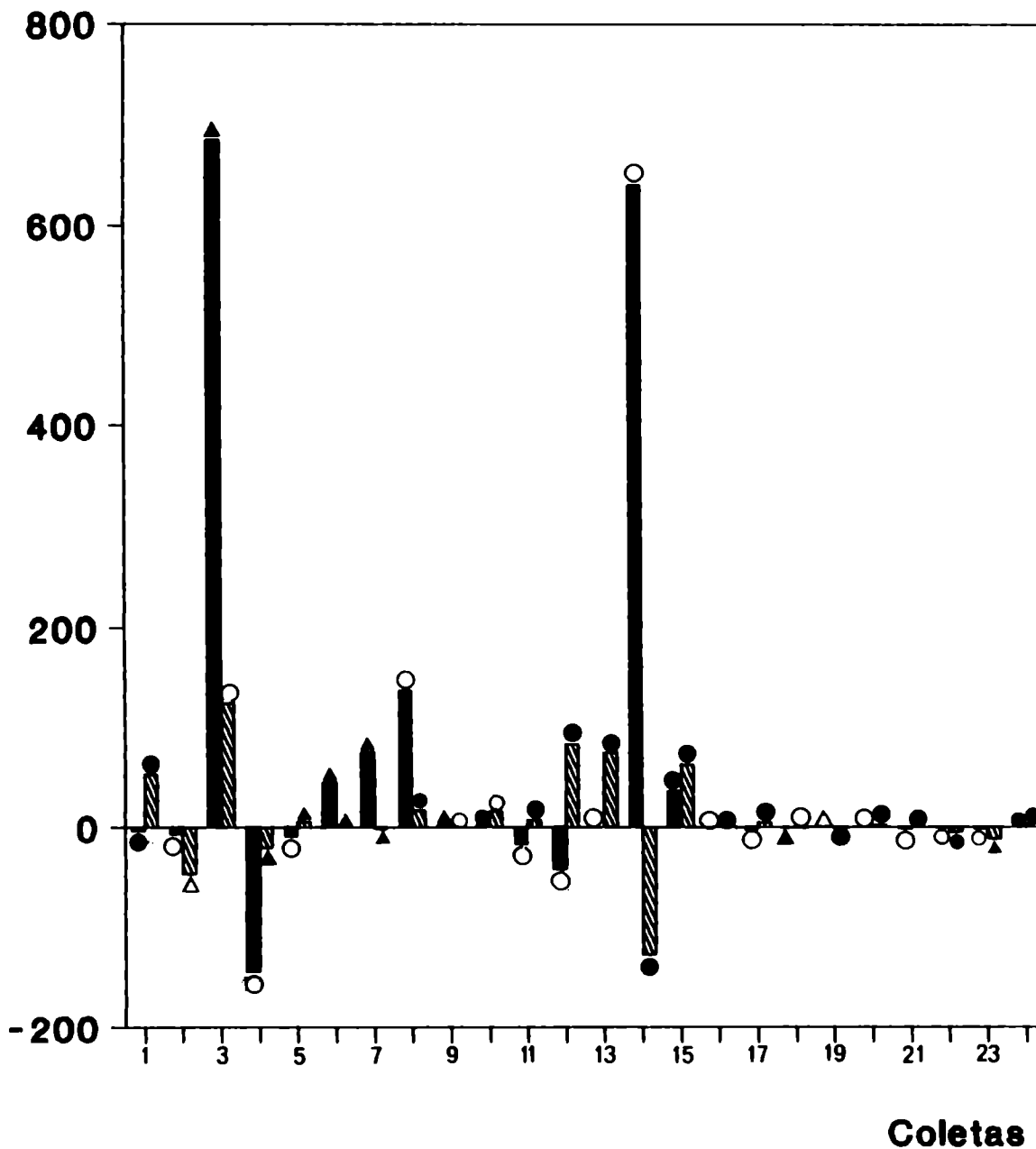


Figura 5. Variação temporal e espacial das larvas de ostras em duas profundidades na Baía de Paranaguá, Paraná, no período de outubro de 1990 a outubro de 1991. a) Estação I; b) Estação II. Média das repetições.

\bar{X} larvas fundo - \bar{X} larvas superfície


■ Estação I ▨ Estação II

Figura 6. Diferenças médias do número de larvas de ostras entre fundo e superfície (\bar{X} fundo - \bar{X} superfície) nas Estações I e II, no período de outubro de 1990 a outubro de 1991, com a indicação dos estágios de maré. O=princípio de enchente(=final de vazante); ●=enchente; Δ=princípio de vazante(=final de enchente); ▲=vazante.

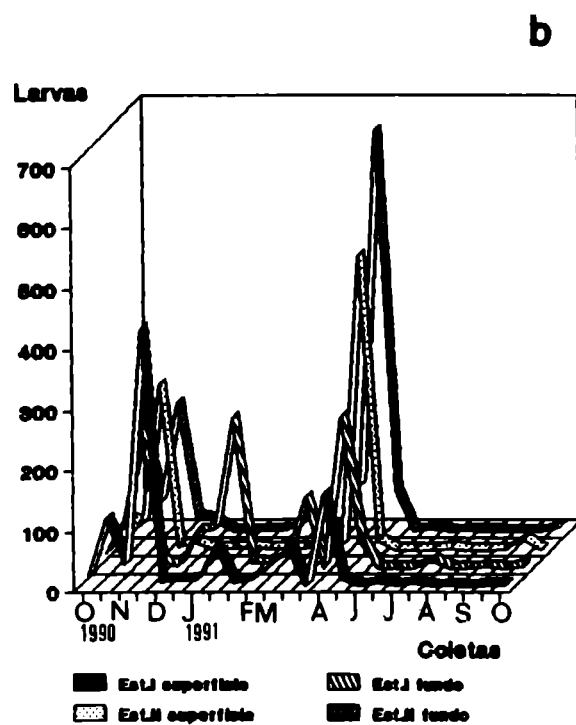
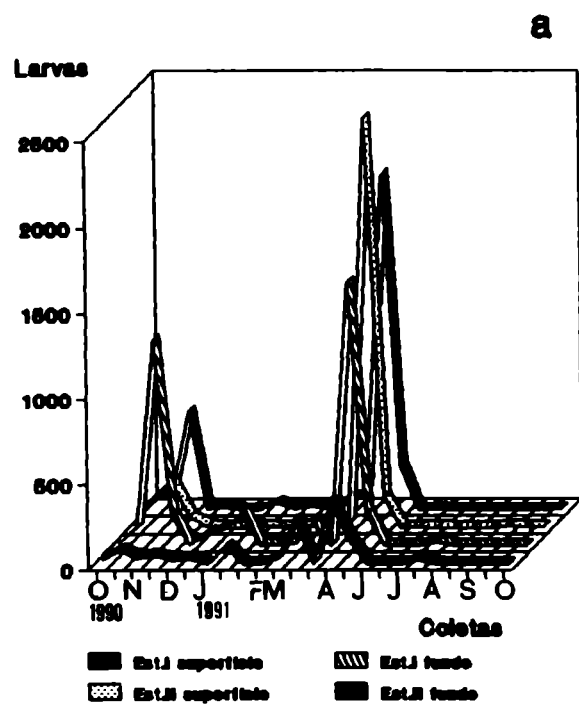


Figura 7. Variação temporal e espacial de larvas de ostras na Baía de Paranaguá, Paraná, no período de outubro de 1990 a outubro de 1991. a) 1ª. repetição; b) 2ª. repetição. Est. = Estação.

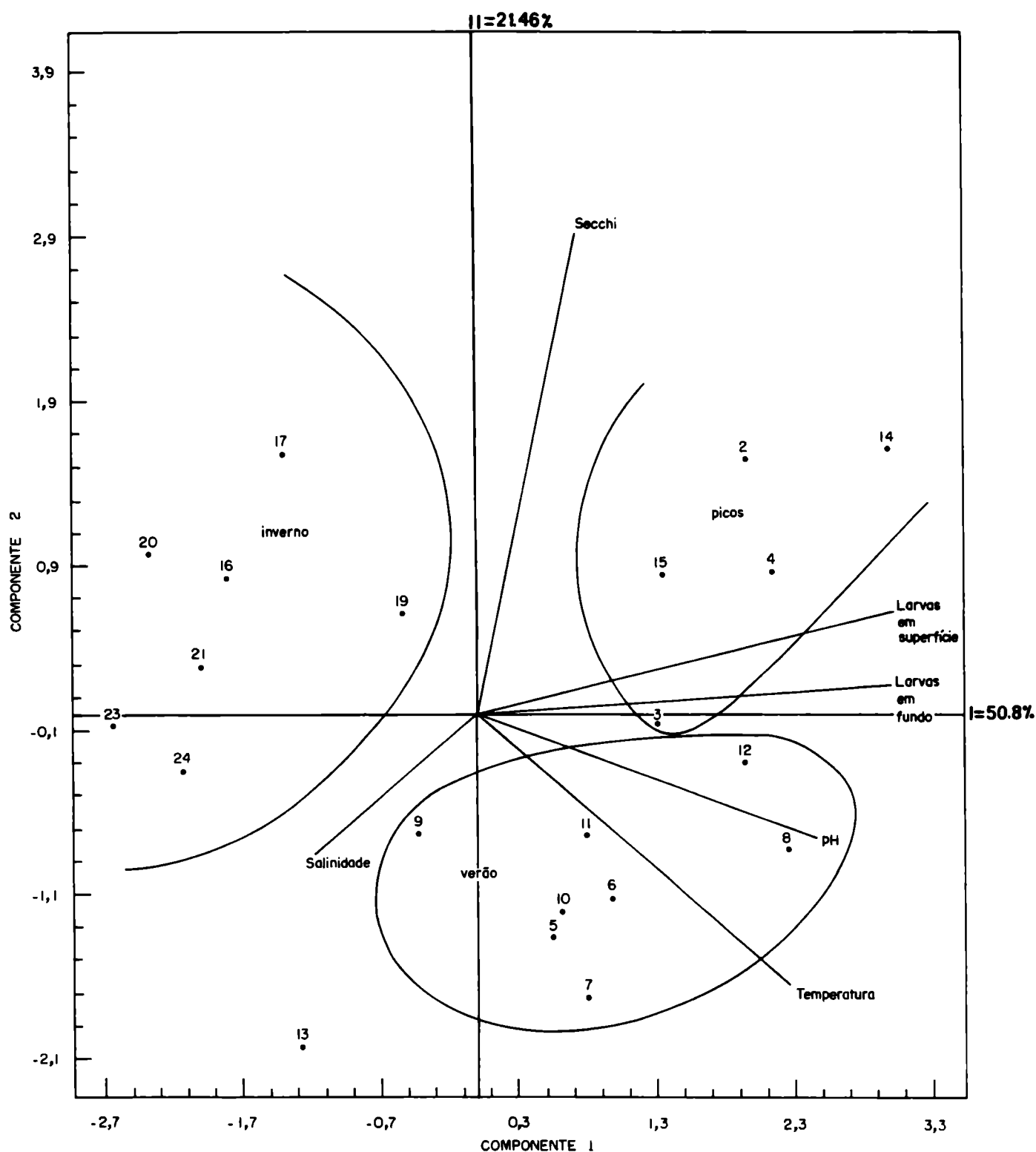


Figura 8. Resultado gráfico da análise em componentes principais em Estação I, com a projeção dos vetores-variáveis (número de larvas e variáveis ambientais) e com as observações (datas de coleta) no plano fatorial I-II. Temperatura, salinidade e pH de superfície.

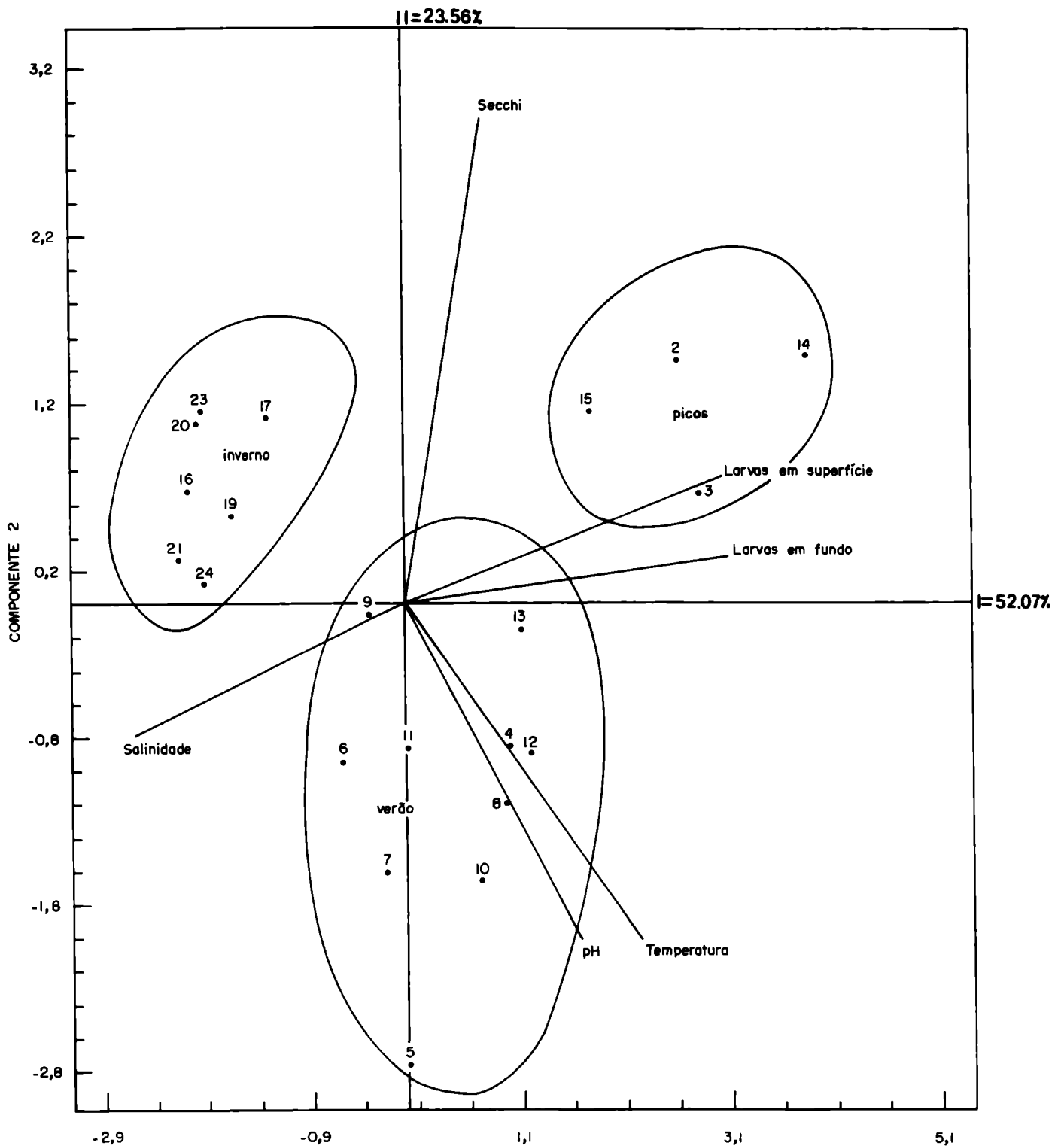


Figura 9. Resultado gráfico da análise em componentes principais em Estação 11, com a projeção dos vetores-variáveis (número de larvas e variáveis ambientais) e com as observações (datas de coleta) no plano fatorial I-II. Temperatura, salinidade e pH de superfície.

Anexo 1. Larvas de ostras maiores de 180 µm coletadas quinzenalmente em dois locais e em duas profundidades da Baía de Paranaguá, Paraná, no período de outubro de 1990 a outubro de 1991.

Coleta	Data	Est. I	Est. I	Est. I	Est. I	Est. II	Est. II	Est. II	Est. II
		superf. 1ª rep.	superf. 2ª rep.	fundo 1ª rep.	fundo 2ª rep.	superf. 1ª rep.	superf. 2ª rep.	fundo 1ª rep.	fundo 2ª rep.
1	11.10.90	29	19	16	26	91	55	72	181
2	25.10.90	83	112	103	79	178	42	80	46
3	08.11.90	35	36	1203	238	272	273	581	212
4	22.11.90	54	424	176	13	68	6	8	25
5	06.12.90	21	8	8	3	12	12	17	18
6	20.12.90	31	10	68	62	0	1	2	0
7	03.01.91	2	11	100	64	1	3	2	0
8	17.01.91	107	66	198	248	9	5	45	2
9	31.01.91	2	6	5	8	3	2	4	2
10	14.02.91	3	10	8	9	8	2	20	22
11	01.03.91	34	33	13	22	9	2	6	16
12	21.03.91	253	65	129	116	14	11	58	133
13	27.03.91	0	0	0	0	25	6	104	74
14	11.04.91	360	151	1541	249	2391	483	1958	660
15	25.04.91	144	12	184	44	180	15	255	65
16	13.06.91	0	0	1	0	0	0	0	0
17	27.06.91	1	6	2	0	2	0	5	5
18	11.07.91	0	1	0	0	1	0	0	0
19	25.07.91	30	6	24	12	0	3	0	2
20	08.08.91	0	0	0	0	0	0	2	1
21	22.08.91	1	1	0	0	0	0	0	0
22	05.09.91	2	0	1	2	11	1	2	0
23	25.09.91	0	2	0	0	5	18	0	0
24	03.10.91	0	2	0	3	4	1	4	8

Est. I = Estação I; Est. II = Estação II

superi = superfície

rep. = repetição