

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA**

**VARIAÇÃO SAZONAL DA DENSIDADE E BIOMASSA DAS ESPÉCIES  
PERTENCENTES À FAMÍLIA ARIIDAE NO EIXO LESTE-OESTE DO  
COMPLEXO ESTUARINO DA BAÍA DE PARANAGUÁ  
(PARANÁ, BRASIL).**

**Camila de Santana Amaral**

**RECIFE - PE**

**2005**

**Camila de Santana Amaral**

**VARIAÇÃO SAZONAL DA DENSIDADE E BIOMASSA DAS ESPÉCIES  
PERTENCENTES À FAMÍLIA ARIIDAE NO EIXO LESTE-OESTE DO  
COMPLEXO ESTUARINO DA BAÍA DE PARANAGUÁ  
(PARANÁ, BRASIL).**

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Ciências na área de Oceanografia Biológica.**

**Orientador: Dr. Mário Barletta**

**RECIFE - PE**

**2005**

**Amaral, Camila de Santana**

**Varição sazonal da densidade e biomassa das espécies pertencentes à Família Ariidae no eixo leste-oeste do complexo estuarino da Baía de Paranaguá (Paraná, Brasil) / Camila de Santana Amaral. – Recife: O Autor, 2005.**

**ix, 55 folhas: il., fig., tab.**

**Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Oceanografia, 2005.**

**Inclui bibliografia.**

**1. Oceanografia biológica – Peixes estuarinos – Baía de Paranaguá (PR). 2. Família Ariidae – Densidade e biomassa – Varição sazonal e espacial. 3. Família Ariidae – Movimentos migratórios, reprodução e recrutamento. I. Título.**

**574.5  
577.786**

**CDU (2.ed.)  
CDD (22.ed.)**

**UFPE  
BC2005-097**

**Camila de Santana Amaral**

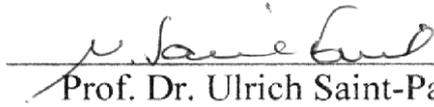
**Variação Sazonal da Densidade e Biomassa das Espécies Pertencentes à  
Família Ariidae no Eixo Leste-Oeste do Complexo Estuarino da  
Baía de Paranaguá (Paraná, Brasil).**

Dissertação submetida ao curso de Pós-Graduação em Oceanografia da  
Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do  
Grau de Mestre.

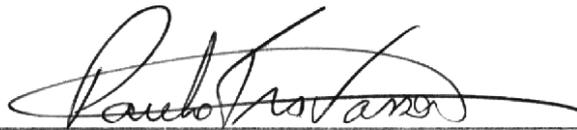
Banca examinadora:



Prof. Dr. Mário Barletta - UFPE



Prof. Dr. Ulrich Saint-Paul – ZMT/Bremen



Prof. Dr. Paulo Eurico Pires Ferreira Travassos - UFRPE

## AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Mário Barletta pela orientação e confiança durante o desenvolvimento desse estudo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de mestrado concedida (Nº 130804/2003-7).

Ao Departamento de Oceanografia, representado pelos seus professores e funcionários, e à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, principalmente à Profª Lilia P. S. Santos.

Ao Projeto MADAM (Mangrove Management and Dynamics – Brazil/Germany) pelo financiamento das coletas.

Ao DAAD (Deutschen Akademischen Austauschdienst) através do Alumini Program (Program for German Public Authorities Allocation of Technical Equipment Grant to Institutions of Higher Education Abroad) pela doação dos equipamentos que foram utilizados para o desenvolvimento desse projeto.

Ao Laboratório de Ictiologia do Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná (CEM/UFPR) pelo apoio logístico para a triagem das amostras.

Ao Prof. Dr. Ulrich Saint-Paul (ZMT/Bremen), Prof. Dr. Marco Fábio Corrêa (CEM/UFPR) e Dr. Lício Domit (IBAMA–Paranaguá/PR) pelo apoio e incentivo na realização desse projeto.

A todas as pessoas que participaram do planejamento e do desenvolvimento do projeto da Baía de Paranaguá, permitindo assim a realização desse estudo.

À Dra. Mônica Costa pelo grande auxílio e sugestões durante a confecção da dissertação e do manuscrito.

Aos meus pais e irmãos pelo incentivo e apoio irrestrito em todos os momentos de minha vida.

À Bárbara Ramos pela grande amizade, pelo apoio e por ter permitido muitas vezes partilhar de sua família e amigos.

À Caroline Feitosa por ter me ajudado a descobrir um pouco da cultura do Recife e a suportar os momentos de saudades de casa.

Aos amigos Michelle Rosevel, João Marcello Camargo, Ângela Zaccaron, Leandro Leal, Maria Christina Araújo, Mauro de Melo Júnior, Elaine Melo e Jacqueline Santos por terem partilhado os bons e estressantes momentos no decorrer desses dois anos.

À Dayse Rocha, Fabiana Vieira e Adriana Valença, amigas de todas as horas, apesar da distância.

Ao Gustavo Mendes pela imensa paciência e amizade.

À Adriana Couto, Khey Albert, Érik Pinheiro, Evaldení Moreira e Jorge Nunes por terem partilhado de uma enriquecedora rotina.

Obrigado a todos que de uma forma ou de outra contribuíram para esse estudo.

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS</b>	<i>i</i>
<b>SUMÁRIO</b>	<i>iii</i>
<b>LISTA DE TABELAS</b>	<i>v</i>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<i>vi</i>
<b>RESUMO</b>	<i>viii</i>
<b>ABSTRACT</b>	<i>ix</i>
<b>1. Introdução</b>	1
<b>2. Material e Métodos</b>	5
<b>2.1. Área de Estudo</b>	5
<b>2.2. Método Amostral</b>	9
<b>2.2.1. Parâmetros Abióticos</b>	9
<b>2.2.2. Amostragem da Ictiofauna</b>	9
<b>2.2.3. Processamento das Amostras e Identificação dos Peixes</b>	10
<b>2.2.4. Análises Estatísticas dos Dados</b>	11
<b>2.2.4.1. Análise de Variância (ANOVA)</b>	11
<b>2.2.4.2. Análise Multidimensional</b>	12
<b>3. Resultados</b>	13
<b>3.1. Parâmetros Abióticos</b>	13
<b>3.2. As Espécies da Família Ariidae no Estuário de Paranaguá</b>	17
<b>3.3. Variação Sazonal e Espacial da Densidade e Biomassa das Espécies no Estuário</b>	20
<b>3.4. Associações entre as Espécies da Família Ariidae e os Parâmetros Ambientais</b>	24
<b>3.5. Variação Sazonal e Espacial do Comprimento Individual das Espécies no Estuário</b>	26
<b>3.5.1. <i>Cathorops spixii</i></b>	26
<b>3.5.2. <i>Aspistor luniscutis</i></b>	29
<b>3.5.3. <i>Genidens genidens</i></b>	31
<b>3.5.4. <i>Genidens barbatus</i></b>	33
<b>4. Discussão</b>	35
<b>4.1. O Estuário de Paranaguá</b>	35

<b>4.1.1. Parâmetros Abióticos</b>	35
<b>4.1.2. Composição, Distribuição Espacial e Temporal das Espécies da Família Ariidae no Estuário de Paranaguá</b>	36
<b>4.1.3. Movimentos das Espécies da Família Ariidae no Estuário de Paranaguá</b>	41
<b>4.1.4. Antes e Depois do Acidente com o Navio <i>Vicuña</i> – A Importância de uma Avaliação</b>	43
<b>5. Conclusões</b>	46
<b>6. Referências Bibliográficas</b>	48
<b>APÊNDICE</b>	55

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Densidade, biomassa, comprimento médio e intervalo de comprimento das espécies de peixes pertencentes à Família Ariidae no Estuário de Paranaguá (estuário superior, intermediário e inferior). 19
- Tabela 2.** Sumário dos resultados da ANOVA (a) e teste de Kruskal-Wallis (b) para densidade e biomassa das espécies pertencentes à Família Ariidae. Análise realizada sobre dados transformados em  $\log(x+1)$ . Diferenças entre áreas e estações do ano foram determinadas pelo teste de Tukey. Significância: \* =  $p < 0,05$ ; \*\* =  $p < 0,01$ ; NS = não significante. Estação do ano: IS = início da estação seca; FS = final da estação seca; IC = início da estação chuvosa; FC = final da estação chuvosa. Área do estuário: ES = estuário superior; EM = estuário médio; EI = estuário inferior. 21
- Tabela 3.** Resultados da análise fatorial para as espécies de peixes pertencentes à Família Ariidae no Estuário de Paranaguá. A correlação das variáveis (espécies e covariáveis ambientais) com os eixos são mostradas (\*:  $p < 0,05$ ; \*\*:  $p < 0,01$ ). 25

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa de localização do Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá. As regiões do estuário onde foram realizadas as coletas no eixo Leste-Oeste estão delimitadas por retângulos (1: região superior, 2: região intermediária, 3: região inferior) (Fonte: Laboratório de Física Marinha do Centro de Estudos do Mar/UFPR). 6
- Figura 2.** Precipitação total (mm) e valores médios (+sd) da salinidade (psu), temperatura da água (°C) e oxigênio dissolvido (mg.L<sup>-1</sup>) no Estuário de Paranaguá (estuário superior, intermediário e inferior) durante o período de junho/2000 a julho/2001. 15
- Figura 3.** Dendrograma da análise de agrupamento dos dados abióticos (salinidade e temperatura da água) das amostras coletadas no Estuário de Paranaguá (1: estuário superior, 2: estuário intermediário, 3: estuário inferior) durante o período de junho/2000 a julho/2001. 16
- Figura 4.** Principais espécies da Família Ariidae capturadas no Estuário de Paranaguá durante o período de estudo: (a) *Cathorops spixii*, (b) *Genidens genidens*, (c) *Aspistor luniscutis* e (d) *Genidens barbatus* (Fonte: FishBase). 18
- Figura 5.** Variação média (+sd) da densidade das espécies pertencentes à Família Ariidae no Estuário de Paranaguá (estuário superior, intermediário e inferior) durante as estações do ano (início da estação seca, final da estação seca, início da estação chuvosa e final da estação chuvosa). 22
- Figura 6.** Variação média (+sd) da biomassa das espécies pertencentes à Família Ariidae no Estuário de Paranaguá (estuário superior, intermediário e inferior) durante as estações do ano (início da estação seca, final da estação seca, início da estação chuvosa e final da estação chuvosa). 23
- Figura 7.** Análise fatorial de ordenação bidimensional mostrando as centróides das espécies pertencentes à Família Ariidae em relação às variáveis ambientais. A projeção ortogonal da centróide de uma espécie sobre um vetor ambiental representa o centro de aproximação da distribuição da espécie ao longo do gradiente ambiental. 25
- Figura 8.** Histogramas de frequência de comprimento por estação do ano para as espécies *Cathorops spixii*, *Aspistor luniscutis*, *Genidens genidens* e *Genidens barbatus*. 28
- Figura 9.** Histogramas de frequência de comprimento para a espécie *Cathorops spixii* nas diferentes áreas do Estuário de Paranaguá (superior, intermediária e inferior) e em diferentes períodos do ano (início da estação seca, final da estação seca, início da estação chuvosa e final da estação chuvosa). 29

**Figura 10.** Histogramas de frequência de comprimento para a espécie *Aspistor luniscutis* nas diferentes áreas do Estuário de Paranaguá (superior, intermediária e inferior) e em diferentes períodos do ano (início da estação seca, final da estação seca, início da estação chuvosa e final da estação chuvosa). 31

**Figura 11.** Histogramas de frequência de comprimento para a espécie *Genidens genidens* nas diferentes áreas do Estuário de Paranaguá (superior, intermediária e inferior) e em diferentes períodos do ano (início da estação seca, final da estação seca, início da estação chuvosa e final da estação chuvosa). 33

**Figura 12.** Histogramas de frequência de comprimento para a espécie *Genidens barbatus* nas diferentes áreas do Estuário de Paranaguá (superior, intermediária e inferior) e em diferentes períodos do ano (início da estação seca, final da estação seca, início da estação chuvosa e final da estação chuvosa). 35

## RESUMO

Estudos realizados em estuários de regiões tropicais e subtropicais têm mostrado a importância desses ecossistemas para os peixes pertencentes à Família Ariidae. No Estuário de Paranaguá, esta família é uma das mais abundantes, tanto em número de indivíduos quanto em peso. O presente estudo teve como objetivo principal estudar a variação espacial e temporal da densidade e biomassa dos peixes pertencentes à Família Ariidae no Estuário de Paranaguá. As amostragens foram realizadas mensalmente, entre junho/2000 e julho/2001, em três regiões do estuário (superior, intermediária e inferior). Os arrastos foram realizados com rede de arrasto com portas. Em cada área amostral foram realizadas seis réplicas. A análise de agrupamento dos dados abióticos (temperatura e salinidade) definiu dois grupos principais. O primeiro grupo compreendeu as amostras coletadas no estuário superior, e o segundo grupo foi formado pelas amostras dos estuários intermediário e inferior. As espécies da Família Ariidae contribuíram com uma densidade total de 766 ind.ha<sup>-1</sup> (51%) e uma biomassa total de 26 kg.ha<sup>-1</sup> (76%). Essa família foi representada pelas espécies *Cathorops spixii*, *Genidens genidens*, *Aspistor luniscutis*, *G. barbatus* e *Arius parkeri*. *C. spixii* foi a espécie mais frequente nesse ecossistema, com 49% de frequência de ocorrência dentre todas as espécies encontradas, contribuindo com uma densidade total de 686 ind.ha<sup>-1</sup> (45%) e uma biomassa total de 20 kg.ha<sup>-1</sup> (60%). A biomassa de *C. spixii* variou significativamente, tanto entre regiões do estuário ( $p < 0,01$ ) quanto entre estações do ano ( $p < 0,05$ ), com os maiores valores no estuário médio, no início da estação chuvosa. A densidade de *C. spixii* apresentou diferenças significativas entre regiões do estuário ( $p < 0,05$ ), com maiores valores no estuário médio. A densidade de *G. genidens* ( $p < 0,05$ ) e a biomassa de *A. luniscutis* ( $p < 0,01$ ) também apresentaram diferenças significativas em relação às regiões do estuário, com maiores valores no estuário superior. A área do estuário foi o fator mais importante para a distribuição das espécies *C. spixii*, *G. genidens* e *A. luniscutis* no Estuário de Paranaguá. A grande abundância dos peixes da Família Ariidae vem demonstrar a importância desse ecossistema no ciclo de vida desses peixes, utilizando-o como área de reprodução, desova, desenvolvimento e recrutamento.

## ABSTRACT

Studies developed in tropical and subtropical estuaries have showed the importance of these ecosystems for the fishes of the Ariidae Family. In Paranaguá Estuary this family is one of the most abundant both in number of individuals and weight. The present work had as the main objective to study the spatial and temporal variation of density and biomass of the fish species of the Ariidae Family in Paranaguá Estuary. The samples were taken monthly, between June/2000 and July/2001, into three regions of the estuary (upper, middle and lower). Samples were taken with an otter trawl net. In each sampling area six replicates were taken. The cluster analysis of abiotic data (salinity and water temperature) defined two main groups. The first group comprised the samples collected in the upper estuary, and the second group was formed by the samples of the middle and lower estuary. The Ariidae Family species contributed with a total density of 766 ind.ha<sup>-1</sup> (51%) and a total biomass of 26 kg.ha<sup>-1</sup> (76%). This family was represented by the species *Cathorops spixii*, *Genidens genidens*, *Aspistor luniscutis*, *Genidens barbatus* and *Arius parkeri*. *C. spixii* was the more frequent species in this ecosystem, with 49% of frequency of occurrence amongst all the species captured, and contributed with a total density of 686 ind.ha<sup>-1</sup> (45%) and a total biomass of 20 kg.ha<sup>-1</sup> (60%). The biomass of *C. spixii* differed significantly among areas ( $p < 0.01$ ) and seasons ( $p < 0.05$ ), with highest values in the middle estuary, in the early rainy season. The density of *C. spixii* showed significant differences among areas ( $p < 0.05$ ), with high values in the middle estuary. The density of *G. genidens* ( $p < 0.05$ ) and the biomass of *A. luniscutis* ( $p < 0.01$ ) also showed significant differences in relation to the areas of the estuary, with high values in the upper estuary. Area was the most important factor to the distribution of the species *C. spixii*, *G. genidens* e *A. luniscutis* in Paranaguá Estuary. The high abundance of the fishes of the Ariidae Family showed the importance of this ecosystem for the life cycle of these fishes, using him as reproduction, spawning, development and recruitment area.

## 1. Introdução

“O estuário é um corpo de água costeiro, semifechado, que apresenta livre conexão com o mar aberto, onde a água do mar é gradualmente diluída pela água doce derivada da drenagem terrestre” (Cameron & Pritchard 1963). É um ambiente dinâmico, sujeito a constantes e amplas variações nos parâmetros abióticos, tais como salinidade, transparência, temperatura da água e oxigênio dissolvido (Kjerfve 1990; Wolanski et al. 1992; Dittmar 1999). Devido a essa característica fundamental, poucas espécies de peixes evoluíram para permanecer nos estuários durante as suas vidas inteiras, o que tem sido enfatizado pelo reduzido número de espécies e famílias encontradas exclusivamente em estuários durante todo o seu ciclo de vida (Longhurst & Pauly 1987; Day et al. 1989; Greenwood & Hill 2003). Entretanto, é de conhecimento geral que os estuários são áreas onde diversas espécies de peixes passam parte de seus ciclos de vida, encontrando proteção e alimento (Lenanton & Hodgkin 1985; Lenanton & Potter 1987; Yáñez-Arancibia et al. 1988; Barletta et al. 2000; Blaber 2000; Barletta-Bergan et al. 2002a,b; Barletta et al. 2003, 2005).

As espécies de peixes que vivem em ecossistemas estuarinos devem dispor de uma série de modificações morfológicas, fisiológicas e comportamentais que as possibilitem utilizar esses ambientes (McHugh 1967; Schaeffer-Novelli 1995; Barletta et al. 2000; Barletta et al. 2005). Além dos mecanismos de osmorregulação, que mantêm as condições osmóticas internas quase constantes em um ambiente osmoticamente muito variável, os movimentos ativos para dentro ou para fora do estuário também são utilizados com a finalidade de evitar as variações diárias e/ou sazonais nas características físicas e químicas da água (Day et al. 1989; Moyle & Cech Jr 1996; Blaber 1997; Barletta et al. 2000).

Estudos realizados em ecossistemas costeiros têm associado as variações nos parâmetros abióticos (principalmente salinidade e temperatura da água) (Marshall & Elliott

1998; Vega-Cendejas & Santillana 2004), além das dinâmicas de reprodução e recrutamento (Vendel et al. 2002), às flutuações sazonais e espaciais na distribuição, abundância e biomassa da assembléia de peixes nesses ambientes. Tais flutuações vêm sendo descritas para assembléias de peixes de estuários da Inglaterra (Marshall & Elliott 1998), Escócia (Greenwood & Hill 2003), Espanha (Iglesias 1981), Bélgica (Maes et al. 1998), Austrália (Claridge et al. 1986), África (Simier et al. 2004), Canadá (Methven et al. 2001), Estados Unidos (Horn & Allen 1985; Jung & Houde 2003), México (Yáñez-Arancibia et al. 1982) e Brasil (Araújo et al. 1998; Pessanha et al. 2000; Corrêa 2001; Pessanha & Araújo 2003; Barletta et al. 2003, 2005), entre outros.

Em ambientes costeiros, Ariidae é uma das famílias de peixes mais importantes devido à sua diversidade, ampla distribuição e abundância (Lowe-MacConnell 1987; Nelson 1994). Esses peixes pertencentes à ordem Siluriformes possuem hábitos tipicamente estuarinos, podendo também ser encontrados em ambientes marinhos e de água doce sem influência da água do mar, e ocorrem em águas pouco profundas de fundo lodoso ou arenoso (Menezes & Figueiredo 1985; Burgess 1989; Nelson 1994; Acero 2002; Marceniuk & Ferraris 2003). A grande capacidade euritermohalina apresentada pelos peixes dessa família tem sido considerada um importante fator de sucesso em ambientes estuarinos (Cervigón 1985; Marceniuk 1997).

Outra importante característica diz respeito ao comportamento reprodutivo da maioria das espécies de Ariidae, onde os machos cuidam dos ovos e das larvas vitelínicas, carregando-os dentro da cavidade bucal, o que constitui um hábito reprodutivo bastante especializado (Burgess 1989; Nelson 1994; Moyle & Cech Jr 1996; Marceniuk 1997). Assim como os demais Siluriformes, esses peixes possuem ainda um conjunto de ossos que conectam a bexiga natatória ao ouvido interno, denominado Aparelho de Weber, que lhes confere uma melhor percepção dos sons (Burgess 1989).

Cervigón (1985) e Yáñez-Arancibia et al. (1985), realizando estudos no Rio Orinoco (Venezuela) e na Laguna de Términos (México), respectivamente, encontraram uma grande representatividade da Família Ariidae em número de espécies, densidade e biomassa. No Brasil, o mesmo resultado foi obtido em ecossistemas costeiros das regiões Norte (Barletta et al. 2003; Barletta et al. 2005), Nordeste (Batista & Rêgo 1996; Castro 2001; Guedes 2001; Vasconcelos Filho 2001), Sudeste (Paes 1996; Pessanha et al. 2000; Azevedo 2002) e Sul (Chao et al. 1985; Chaves & Bouchereau 1999; Corrêa 2001). Vieira & Musick (1994), comparando a fauna de peixes de ecossistemas estuarinos desde o Rio da Prata (Argentina) até a baía de Chesapeake (Estados Unidos), concluíram que essa família ocorreu em todas as regiões zoogeográficas analisadas, com exceção da costa Atlântica Norte dos Estados Unidos.

Algumas espécies da Família Ariidae possuem alto valor econômico (Acero 2002; Froese & Pauly 2003; Marceniuk & Ferraris 2003). No Brasil, esses peixes também possuem certo valor comercial, principalmente na região Sul do país (Menezes & Figueiredo 1985). No Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá (PR), das 173 espécies de peixes registradas, 66 possuem importância comercial, e entre estas estão os bagres *Genidens barbatus*, *Cathorops spixii* e *Aspistor luniscutis* (Corrêa 1987; Andriguetto-Filho 1999; Corrêa 2001). Os peixes da Família Ariidae representam uma importante fonte de recursos para os pescadores da região juntamente com espécies das Famílias Clupeidae, Sciaenidae e Mugilidae. Entretanto, devido ao seu valor comercial ser relativamente baixo, sua maior importância é como alimento para os moradores das regiões ribeirinhas (Corrêa 2001).

Estudos sobre as espécies da Família Ariidae, em especial *Genidens genidens*, foram desenvolvidos na Baía de Guaratuba (PR), abordando seus comportamentos reprodutivo (Chaves 1994) e alimentar (Chaves & Vendel 1996; Souza & Chaves 2000). Os padrões de variação espacial e temporal da distribuição e abundância (em número e peso) das espécies de peixes dessa família foram estudados na Lagoa dos Patos, no Rio Grande do Sul (Araújo

1988), no Rio Peruíbe, em São Paulo (Craig 1980) e na Baía de Sepetiba, no Rio de Janeiro (Azevedo et al. 1998; Azevedo et al. 1999).

Apesar de estudos anteriores terem sido desenvolvidos no Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá (Fernandes-Pinto 1997; Godefroid 1997; Abilhôa 1998; Côrrea 2001) ainda não foram realizados estudos específicos que descrevam os padrões de variação sazonal e espacial dos peixes pertencentes à Família Ariidae em relação à densidade e biomassa nesse ecossistema.

A principal questão proposta neste estudo é: “A densidade e biomassa das espécies de peixes pertencentes à Família Ariidae variam em relação às flutuações sazonais da salinidade nas regiões do canal principal do eixo Leste-Oeste do Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá?”

A hipótese testada é de que a densidade e a biomassa das espécies de peixes pertencentes à Família Ariidae são semelhantes durante variações sazonais da salinidade, nas diferentes regiões do canal principal do eixo Leste-Oeste do Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá.

Levando em consideração a pergunta científica e a hipótese formulada, o presente estudo teve por objetivo estudar a variação sazonal da densidade e biomassa das espécies de peixes pertencentes à Família Ariidae em relação a um gradiente de salinidade no eixo Leste-Oeste do Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá.

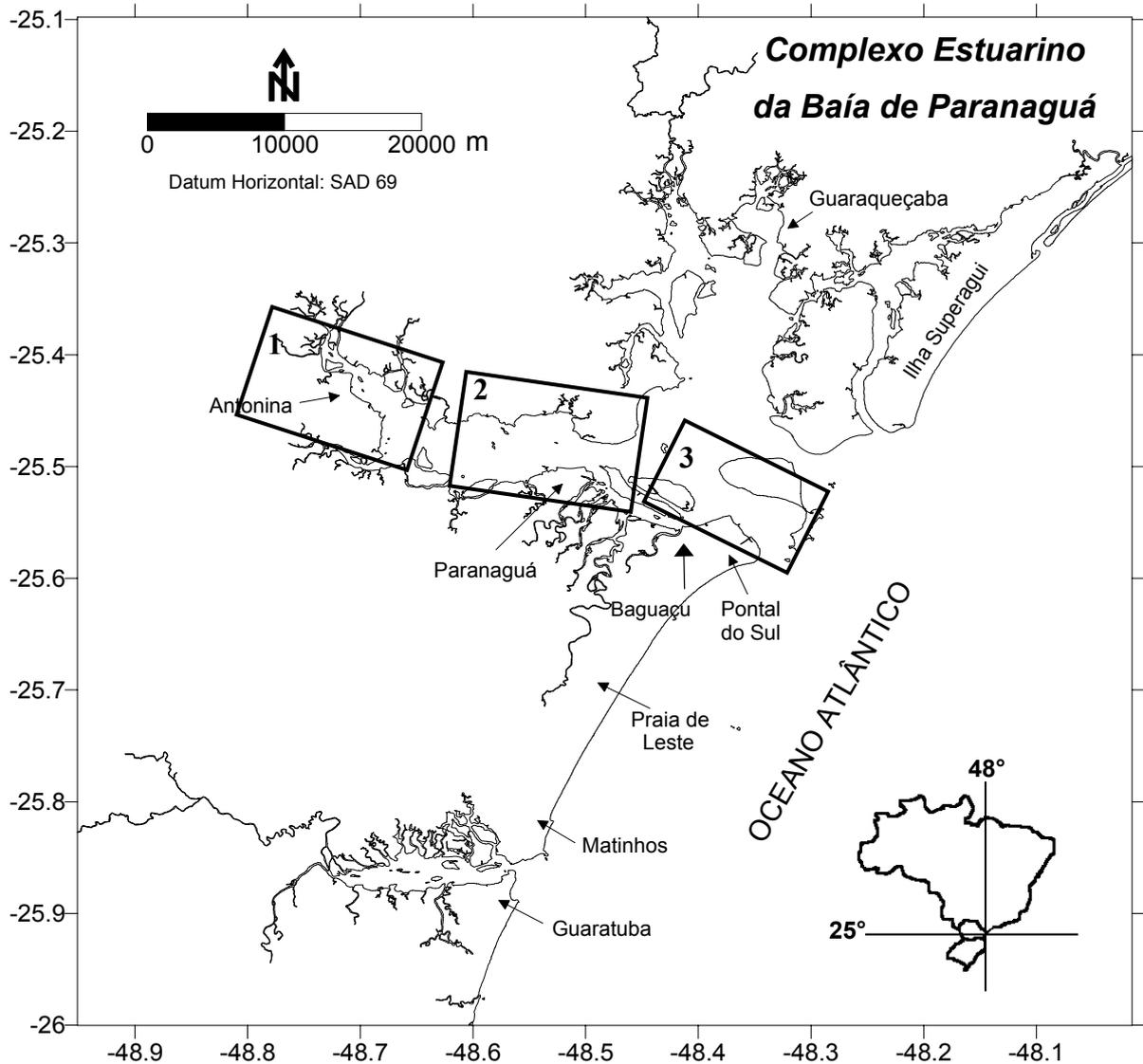
## 2. Material e Métodos

### 2.1. Área de Estudo

O Estado do Paraná possui uma costa com 98 km de extensão e uma plataforma continental com 175 a 190 km de largura (Bigarella 1978). A hidrografia da zona costeira é caracterizada por amplas variações sazonais, ocasionadas por mudanças nas correntes do Brasil e das Malvinas (Brandini 1990).

O Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá ( $25^{\circ}15'-25^{\circ}35'S$  e  $48^{\circ}20'-48^{\circ}45'W$ ) possui 601 km<sup>2</sup> de extensão (Bigarella 1978) (Figura 1). Esse estuário possui dois eixos principais de orientação (Figura 1). O eixo Leste-Oeste possui cerca de 50 km de extensão e largura máxima de 7 km, e corresponde à Baía de Paranaguá propriamente dita. O eixo Norte-Sul corresponde à Baía de Guaraqueçaba, com cerca de 30 km de extensão e largura máxima de 13 km (Knoppers et al. 1987).

O Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá tem sido classificado como estuário parcialmente misturado com heterogeneidade lateral (Knoppers et al. 1987). Em todo o complexo estuarino a profundidade média é 5,4 m, o volume de água total é 1.419 m<sup>3</sup> e o tempo de residência da água é 3,5 dias (FUNPAR 1997). Os padrões de estratificação e circulação, assim como a temperatura média e a salinidade média, variam sazonalmente. Existe ao longo dos eixos Leste-Oeste e Norte-Sul um gradiente energético de salinidade que varia da água doce à marinha. Os dois eixos podem ser divididos em uma região inferior (euhalina), uma região intermediária (polihalina) e uma região superior (oligo - mesohalina) (FUNPAR 1997).



**Figura 1.** Mapa de localização do Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá. As regiões do estuário onde foram realizadas as coletas no eixo Leste-Oeste estão delimitados por retângulos (1: região superior, 2: região intermediária, 3: região inferior). (Fonte: Laboratório de Física Marinha do Centro de Estudos do Mar/UFPR).

A hidrodinâmica é dirigida pela força da maré e pela saída de água doce (Knoppers et al. 1987). O regime de maré no Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá é semidiurno com desigualdades diurnas; as amplitudes na região superior da baía são mais que duas vezes as amplitudes na boca do estuário. A variação média da maré é 2,2 m com uma intrusão de 12,6 km (Lana et al. 2000). A velocidade da corrente de maré pode alcançar máximos de 0,8 a 0,85 m.s<sup>-1</sup> na baixa-mar e 1 a 1,4 m.s<sup>-1</sup> na preamar, aumentando rio acima (FUNPAR 1997).

O clima da região é classificado como pluvial temperado, do tipo Cfa (C: clima pluvial temperado; f: sempre úmido com chuvas todos os meses do ano; a: temperatura média do mês mais quente acima de 22°C) (Bigarella 1978). A média anual da umidade relativa do ar é de 85%. Janeiro é o mês mais quente, com temperatura média de 25°C, e julho o mês mais frio, com temperatura média de 17°C. O período mais chuvoso corresponde aos meses de verão (janeiro e fevereiro) e o período mais seco aos de inverno (julho e agosto). A pluviosidade média anual é de 1.988 mm e os ventos sopram, predominantemente, de leste e sudeste, com velocidade média de 4 m.s<sup>-1</sup> (Bigarella 1978).

A concentração anual do oxigênio dissolvido normalmente varia de 4 a 7,5 mg.L<sup>-1</sup>, enquanto que a salinidade apresenta valores típicos de águas costeiras e estuarinas (1 a 34 psu) (Lana et al. 2000). Poucos rios deságuam diretamente na baía, porém vários canais de maré (gamboas) estão presentes, auxiliando na drenagem. As margens desses rios, gamboas e das ilhas estão recobertas por extensas formações de manguezais, ocorrendo ainda áreas de marismas, bancos intermareais, praias arenosas e costões rochosos (Bigarella 1978).

O eixo Leste-Oeste do Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá, denominado no presente estudo de Estuário de Paranaguá, possui uma área de 256 km<sup>2</sup> e profundidades médias e máximas de 5,4 e 33 m, respectivamente (Knoppers et al. 1987). Para a realização deste estudo, o canal principal do Estuário de Paranaguá foi dividido em 3 partes (superior,

intermediária e inferior) de acordo com a salinidade e a geomorfologia do estuário (Bigarella 1978; Lana 1986; Knoppers et al. 1987; Brandini et al. 1988) (Figura 1).

O estuário superior localiza-se entre a boca dos rios Nunes e Nhundiaquara e a Ilha do Teixeira (Baía de Antonina) (Área 1; Figura 1). Corresponde à região meso e oligohalina do estuário. Na estação seca não possui estratificação vertical e, na estação chuvosa, apresenta uma estratificação parcial ou total. Essa região é caracterizada pela presença de canais rasos (profundidade média de 5 m). A largura do canal principal varia de 0,5 a 5 km (Lana et al. 2000).

O estuário intermediário corresponde à região entre a Ilha do Teixeira e a Ilha das Cobras (Área 2; Figura 1). Na estação chuvosa, é bastante influenciado pelas águas meso e oligohalinas, na estação seca, pelas águas costeiras. Nessa área, a largura do canal principal varia entre 0,5 e 7 km, e a profundidade local varia entre 4 e 15 m (Lana et al. 2000).

O estuário inferior está localizado entre a Ilha das Cobras e a Ilha da Galheta (Canal da Galheta) (Área 3; Figura 1). Essa região do estuário é influenciada principalmente pelas águas neríticas costeiras durante todo o ano (Knoppers et al. 1987). A profundidade do canal nesse trecho é de mais que 10 m, com um máximo de 33 m (Lana et al. 2000).

## **2.2. Método Amostral**

### **2.2.1. Parâmetros Abióticos**

Antes de cada arrasto foram coletadas amostras de água de superfície e de fundo com o auxílio de garrafa de Van Dorn, para a obtenção da concentração de oxigênio ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) (WTW OXI 325 - Weilheim), temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ ) e salinidade (psu) (WTW LF 197 - Weilheim). Os dados de pluviosidade para o período foram cedidos pela Estação Meteorológica de Antonina (Instituto Tecnológico SIMEPAR).

### **2.2.2. Amostragem da Ictiofauna**

As amostragens foram realizadas mensalmente entre junho/2000 e julho/2001, em três regiões do estuário (superior, intermediária e inferior) (Figura 1). A estratégia e o método amostral utilizados neste estudo seguiram Barletta et al. (2005).

As coletas foram realizadas com uma rede de arrasto de porta, com 8,72 m de comprimento, abertura de malha de 35 mm entre-nós no corpo e 22 mm entre-nós no ensacador. A tralha inferior da rede possuía 8,5 m de comprimento e a tralha superior 7,1 m. Duas portas de abertura (70 cm de comprimento e 45 cm de altura) foram conectadas à rede, a qual foi arrastada por um barco de 12 m de comprimento e motor de popa de 45 HP. A duração de cada arrasto foi de aproximadamente 10 minutos. Em cada área amostral foram realizadas seis amostras (réplicas).

A posição do barco antes e depois de cada amostragem foi registrada com o auxílio de um sistema de posicionamento global (Ensign GPS Trimble Navigation) e utilizada para calcular a área arrastada. Durante cada amostragem a profundidade e a velocidade do barco foram registradas por uma ecossonda (Eagle Supra Pro: D).

Para cada amostragem a área percorrida pela rede (**A**) foi estimada a partir da equação:

$$\mathbf{A} = \mathbf{D} * \mathbf{h} * \mathbf{X}_2$$

onde **D** é a distância percorrida pelo barco, **h** é o comprimento da tralha superior, e **X<sub>2</sub>** é a fração da tralha superior (**h \* X<sub>2</sub>**) que corresponde à largura da área percorrida pela abertura da rede (Sparre & Venema 1997). Nesse estudo, o valor de **X<sub>2</sub>** utilizado foi de 0,5 (Barletta et al. 2005).

A captura por unidade de área (CPUA) foi usada para estimar a densidade e a biomassa (Sparre & Venema 1997). Ela foi estimada dividindo a captura em número e peso pela área percorrida pela rede durante cada arrasto:

$$\mathbf{Densidade} = \mathbf{n} / \mathbf{A} \text{ (ind.m}^{-2}\text{)}$$

$$\mathbf{Biomassa} = \mathbf{p} / \mathbf{A} \text{ (g.m}^{-2}\text{)}$$

onde **n** é a captura em número, **p** é a captura em peso de peixe e **A** é a área percorrida pela rede durante cada arrasto.

### 2.2.3. Processamento das Amostras e Identificação dos Peixes

Depois de cada arrasto, os peixes capturados foram acondicionados em gelo. No laboratório, os peixes foram triados, identificados, contados, medidos (comprimento padrão, cm) e pesados (g). Quando foram capturados machos incubando ovos e larvas, estes últimos também foram medidos e pesados. Alguns exemplares foram fixados em formol 10%, preservados em álcool 70% e se encontram depositados no Laboratório de Ictiologia do Centro de Estudos do Mar (CEM/UFPR).

Os comprimentos de primeira maturação utilizados para classificar os indivíduos capturados em juvenis e adultos foram os registrados por Corrêa (2001) para as espécies da Família Ariidae na Baía de Guaraqueçaba (eixo Norte-Sul da Baía de Paranaguá).

A identificação foi realizada de acordo com os critérios taxonômicos adotados por Taylor & Menezes (1978), Menezes & Figueiredo (1985), Marceniuk (1997), Eschmeyer (1998), Marceniuk & Ferraris (2003) e Froese & Pauly (2004).

## **2.2.4. Análises Estatísticas dos Dados**

### **2.2.4.1. Análise de Variância (ANOVA)**

A análise de variância (ANOVA) foi realizada para determinar se existem diferenças significantes na densidade e biomassa das espécies de peixes da Família Ariidae (parâmetros da comunidade) no eixo Leste-Oeste do Estuário de Paranaguá em relação à área (inferior, intermediária e superior) e à estação do ano (início da estação seca, final da estação seca, início da estação chuvosa e final da estação chuvosa).

A fim de aumentar a normalidade, todos os dados utilizados para a ANOVA foram log-transformados  $[\log(x+1)]$ . A homocedasticidade dos dados foi testada pelo teste de Cochran (Underwood 1997). Nos casos onde a ANOVA apresentou diferenças significativas foi realizado *a posteriori* o teste de Tukey, para determinar quais médias foram significativamente diferentes ao nível de 0,05 de probabilidade (Underwood 1997). Um teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis foi utilizado sempre que a premissa da homocedasticidade não foi atendida (Zar 1996).

#### **2.2.4.2. Análise Multidimensional**

A análise de agrupamento foi utilizada para descrever a estrutura do Estuário de Paranaguá e quantificar o grau de associação entre descritores e objetos, visando definir as áreas e períodos de mesmas características ecológicas. Uma matriz de similaridade entre as amostras (objetos) foi elaborada para a análise em modo  $Q$  (Romesburg 1984) utilizando o programa PRIMER (Clarke & Warwick 1994). O coeficiente de similaridade utilizado foi a Distância Euclidiana. Os parâmetros abióticos (salinidade e temperatura da água) foram considerados como atributos (Clarke & Warwick 1994). A partir da matriz de similaridade foram feitos dendrogramas de agrupamento usando a média do agrupamento hierárquico com ligação média para verificar o grau de associação entre os parâmetros abióticos e as estações de amostragem, usando como medida de similaridade a Distância Euclidiana.

A análise fatorial dos dados de biomassa das espécies pertencentes à Família Ariidae foi realizada para investigar a estrutura dessa comunidade de peixes e a sua variação temporal e espacial no estuário. Todos os dados foram log-transformados [ $\log(x+1)$ ] (Legendre & Legendre 1998). Os parâmetros ambientais (salinidade, temperatura da água e pluviosidade) e a medida de tamanho do habitat (distância da entrada do estuário) foram inseridos na matriz principal como descritores (Legendre & Legendre 1998).

### **3. Resultados**

#### **3.1. Parâmetros Abióticos**

No presente estudo, as estações seca e chuvosa foram subdivididas em início da estação seca (julho, agosto e setembro/2000), final da estação seca (outubro, novembro e dezembro/2000), início da estação chuvosa (janeiro/2001, fevereiro e março) e final da estação chuvosa (abril, maio e junho/2001) (Figura 2).

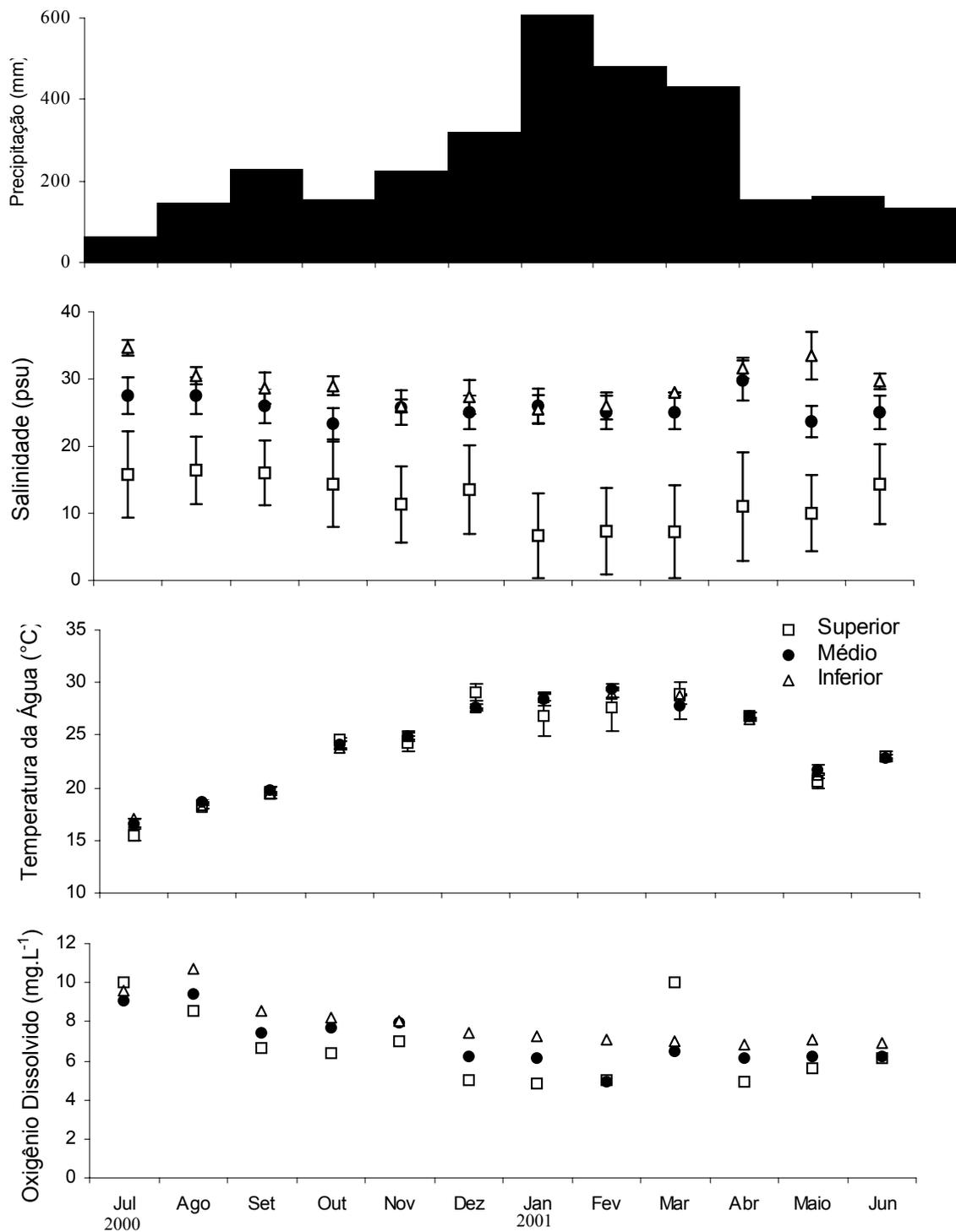
Devido ao hábito demersal característico das espécies da Família Ariidae, no presente estudo foram utilizados para a análise somente os dados de salinidade e de temperatura da água coletados no fundo do canal principal do Estuário de Paranaguá.

A salinidade não apresentou uma sazonalidade evidente. Entretanto, na porção superior do estuário foi observada uma diminuição dos valores médios para esse parâmetro durante a estação chuvosa. Nessa porção do estuário, os menores valores médios da salinidade foram registrados entre os meses de janeiro/2001 e março/2001 (início da estação chuvosa), e o maior valor médio foi registrado entre julho e setembro/2000 (início da estação seca) (Figura 2). Na porção inferior do estuário, os menores valores médios da salinidade foram registrados em novembro/2000, enquanto que os maiores foram registrados em maio/2001. Na porção intermediária do estuário, a salinidade foi praticamente constante durante todo o período, com somente um aumento no mês de abril/2001 e uma redução nos meses de outubro/2000 e maio/2001 (Figura 2). Independente do período do ano, a porção superior do estuário apresentou os menores valores médios de salinidade, enquanto que a porção inferior apresentou os maiores (Figura 2).

A temperatura da água foi o parâmetro abiótico que apresentou uma nítida tendência sazonal, com diminuição durante a estação seca e aumento durante a estação chuvosa, seguido de nova redução ao fim deste período (Figura 2). Não foi observada variação da temperatura

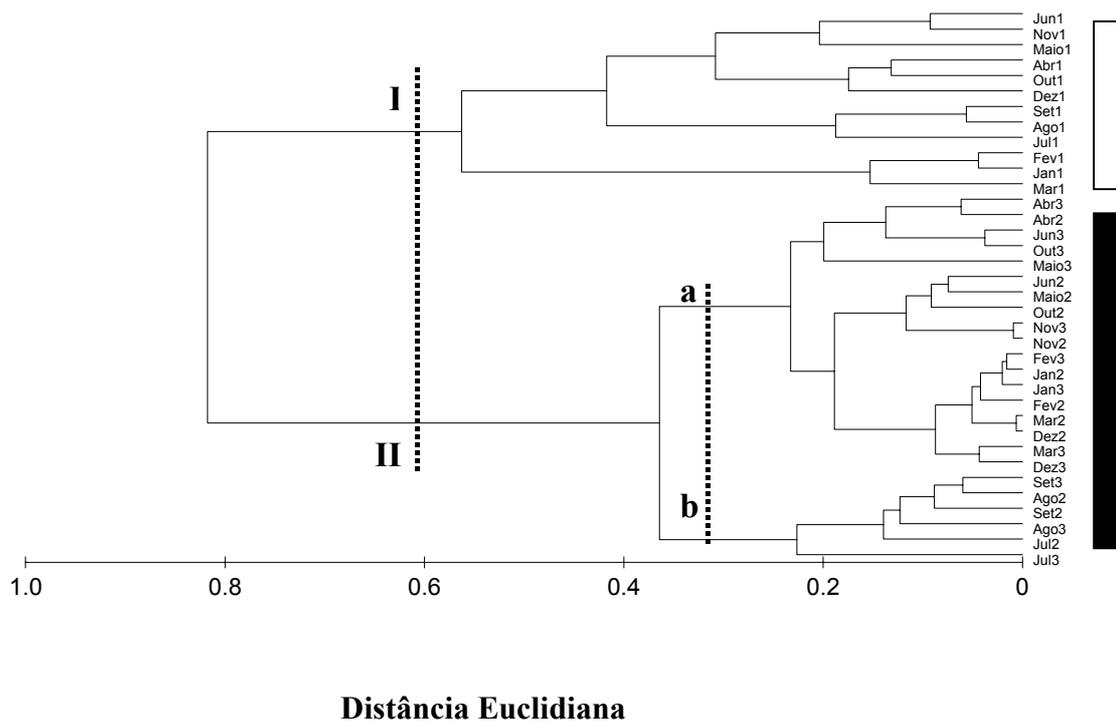
da água em relação às regiões do estuário. A menor temperatura média registrada foi de 15,5°C na porção superior do estuário durante o início da estação seca (julho/2000), e a maior foi de 29,5°C na porção intermediária do estuário durante o início da estação chuvosa (fevereiro/2001) (Figura 2).

Durante a estação seca, houve uma tendência de aumento dos valores de oxigênio dissolvido nas três regiões do estuário, seguido de uma diminuição durante a estação chuvosa (Figura 2). A porção superior do estuário apresentou a maior amplitude de variação desse parâmetro, com valores entre 4,5 e 10 mg.L<sup>-1</sup> (janeiro/2001 e março/2001, respectivamente). Na porção intermediária do estuário, a concentração de oxigênio dissolvido esteve mais constante. Na porção inferior, o oxigênio dissolvido esteve, em média, mais alto que nas demais regiões com o maior valor registrado em agosto/2000 (11 mg.L<sup>-1</sup>) e o menor em abril/2001 (7 mg.L<sup>-1</sup>) (Figura 2).



**Figura 2.** Precipitação total (mm) e valores médios (+sd) da salinidade (psu), temperatura da água (°C) e oxigênio dissolvido (mg.L<sup>-1</sup>) no Estuário de Paranaguá (estuário superior, intermediário e inferior) durante o período de junho/2000 a julho/2001.

A análise de agrupamento dos parâmetros abióticos (salinidade e temperatura da água) mostrou a formação de dois grupos principais (Figura 3). O primeiro grupo compreendeu as amostras coletadas na região superior do estuário abrangendo todo o período de estudo (estações seca e chuvosa) (Figura 3). O segundo grupo reuniu as amostras coletadas nas regiões intermediária e inferior, com a sua separação em dois subgrupos. O primeiro subgrupo englobou as amostras coletadas no final da estação seca, início da estação chuvosa e final da estação chuvosa, enquanto que o segundo reuniu todas as amostras do início da estação seca (Figura 3).



**Figura 3.** Dendrograma da análise de agrupamento dos parâmetros abióticos (salinidade e temperatura da água) das amostras coletadas no Estuário de Paranaguá (1: estuário superior, 2: estuário intermediário, 3: estuário inferior) durante o período de julho/2000 a junho/2001.

### 3.2. As Espécies da Família Ariidae no Estuário de Paranaguá

Durante o período de estudo foram realizadas 234 amostragens no Estuário de Paranaguá, representando uma área total arrastada de 541.375 m<sup>2</sup> (54 ha) (Tabela 1). Foi registrada uma densidade média total de peixes de 1.513 ind.ha<sup>-1</sup> e uma biomassa média total de peixes de 34 kg.ha<sup>-1</sup>. As espécies da Família Ariidae representaram uma densidade média total de 766 ind.ha<sup>-1</sup> e uma biomassa média total de 26 kg.ha<sup>-1</sup>, correspondendo, respectivamente, a 51 e 76% da captura total no estuário (Tabela 1).

*Cathorops spixii* (Spix & Agassiz, 1829), *Genidens genidens* (Cuvier, 1829), *Aspistor luniscutis* (Valenciennes, 1840), *Genidens barbatus* (Lacepède, 1803) e *Arius parkeri* (Trail, 1832) foram as espécies da Família Ariidae que ocorreram no Estuário de Paranaguá (Figura 4; Tabela 1). *C. spixii* foi a espécie que mais contribuiu para os valores de densidade e biomassa dessa família no estuário (686 ind.ha<sup>-1</sup> e 20 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente), representando 45% da densidade total e 60% da biomassa total (Tabela 1). Somente na porção intermediária do estuário essa espécie representou cerca de 73% da densidade total e 83% da biomassa total. Além disso, *C. spixii* foi a espécie mais freqüente no estuário, com 49% de freqüência de ocorrência (Tabela 1).

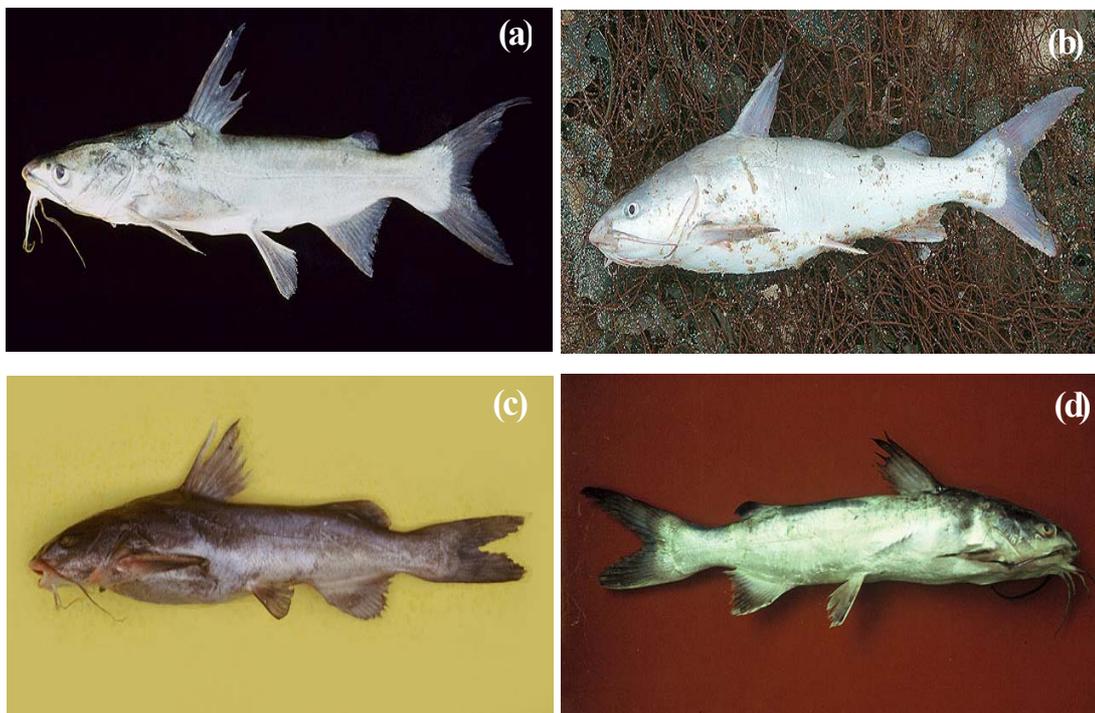
*G. genidens* foi a segunda espécie de Ariidae em densidade e biomassa, representando 3% da densidade média total e 13% da biomassa média total (45 ind.ha<sup>-1</sup> e 4 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente). Essa espécie apresentou maior abundância nas porções superior e inferior do estuário. Sua maior densidade foi registrada no estuário superior (5% da densidade média total) e sua maior biomassa no estuário inferior (24% da biomassa média total) (Tabela 1).

*A. luniscutis* foi a segunda espécie da Família Ariidae mais freqüente no estuário, com 42% de freqüência de ocorrência. Essa espécie apresentou uma densidade média total de cerca de 34 ind.ha<sup>-1</sup> e uma biomassa média total de cerca de 1,4 kg.ha<sup>-1</sup> (respectivamente, 2 e 4% do

total de peixes capturados). As maiores densidades e biomassas de *A. luniscutis* foram registradas no estuário superior (Tabela 1).

As espécies *G. barbuis* e *A. parkeri* apresentaram os menores valores médios de densidade e biomassa entre os peixes da Família Ariidae no Estuário de Paranaguá (Tabela 1).

*C. spixii* e *G. genidens* foram, dentre as espécies da Família Ariidae, as que apresentaram comprimentos médios menores que 10 cm, enquanto que *G. barbuis* foi a espécie com maior comprimento médio (13,5 cm). *C. spixii* apresentou o menor comprimento padrão (0,5 cm) e *A. luniscutis* apresentou o maior (40 cm) (Tabela 1).



**Figura 4.** Principais espécies da Família Ariidae capturadas no Estuário de Paranaguá durante o período de estudo: (a) *Cathorops spixii*, (b) *Genidens genidens*, (c) *Aspistor luniscutis* e (d) *Genidens barbuis* (Fonte: FishBase).

**Tabela 1.** Valores de densidade e biomassa média, comprimento médio e intervalo de comprimento das espécies de peixes pertencentes à Família Ariidae no Estuário de Paranaguá (estuário superior, intermediário e inferior).

Espécie	Densidade		Biomassa		Densidade Total (%)			Biomassa Total (%)			Frequência de ocorrência (%)	Comprimento Médio (cm)	Intervalo de comprimento (cm)
	ind. ha <sup>-1</sup>	%	g ha <sup>-1</sup>	%	Superior	Intermediário	Inferior	Superior	Intermediário	Inferior			
<i>Cathorops spixii</i>	686	45	20146	60	30	73	1	61	83	1	49	9,74	0,5-24
<i>Genidens genidens</i>	45	3	4219	12	5	1	3	9	1	24	28	9,46	4-31
<i>Aspistor luniscutis</i>	34	2	1405	4	4	0,4	1	10	2	0,3	42	10,82	2-40
<i>Genidens barbatus</i>	1	<0,1	43	0,1	<0,1	0,1		<0,1	0,13		8	13,52	5-25
<i>Arius parkeri</i>	0,03	<0,1	1	<0,1	<0,1			<0,1			1	12,0	12
<b>Total da Família Ariidae</b>	766	51	25814	76	839	1467	21	26528	42593	3431			
<b>Total Geral</b>	1513		33837		2147	1981	451	32774	49504	14007			
<b>Nº de espécies (Total)</b>	81				63	66	60						
<b>Nº de amostras (Total)</b>	234				78	78	78						
<b>Área amostrada (m<sup>2</sup>)</b>	541375				179614	174214	187547						

### 3.3. Variação Sazonal e Espacial da Densidade e Biomassa das Espécies no Estuário

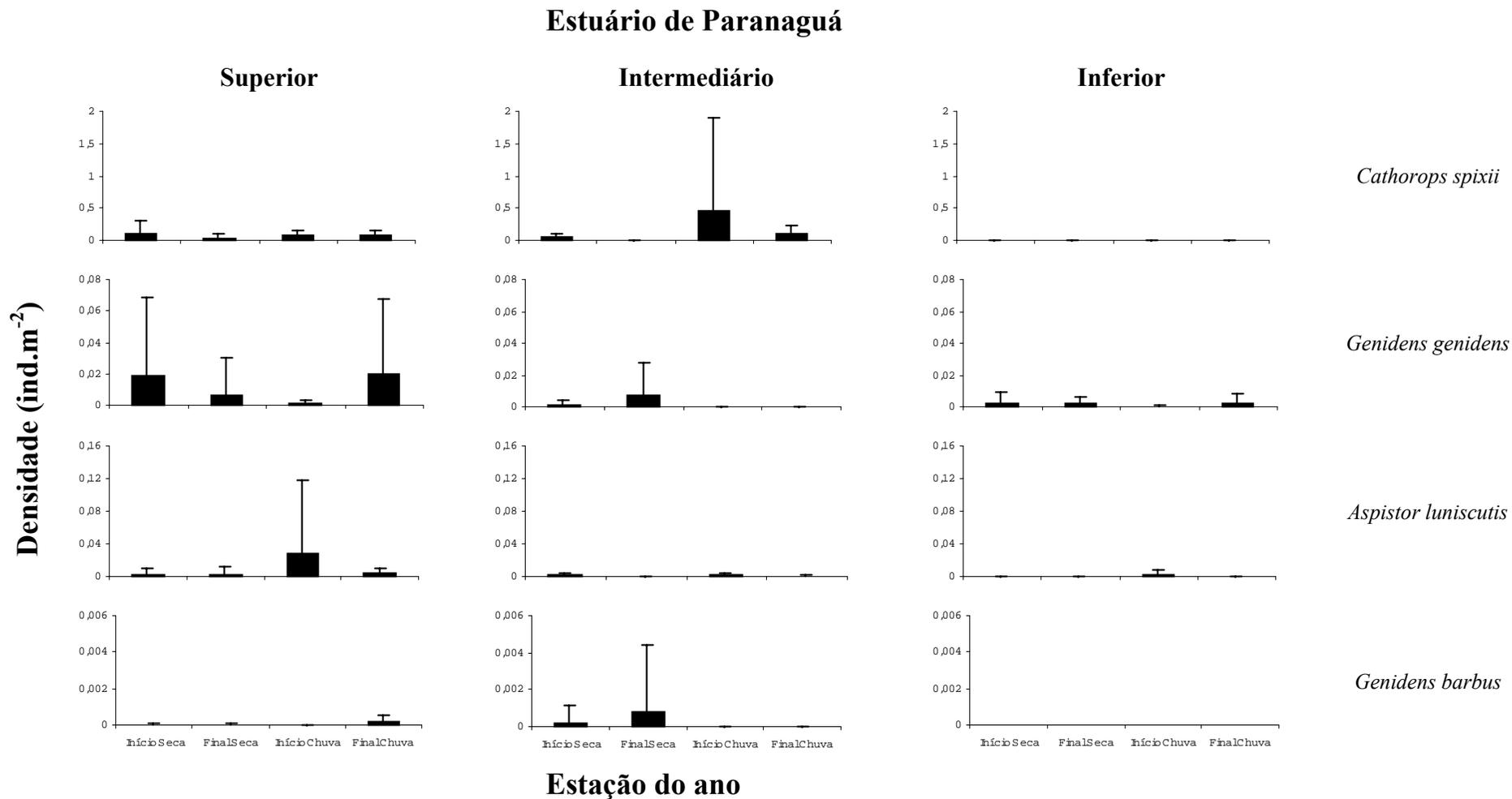
A área do estuário foi o fator mais significante para as densidades e biomassas médias das espécies da Família Ariidae no Estuário de Paranaguá (Tabela 2; Figuras 5 e 6). Os resultados da ANOVA mostraram que as densidades médias das espécies *C. spixii* e *G. genidens* apresentaram diferenças significativas em relação às regiões do estuário ( $p < 0,05$ ) (Tabela 2; Figura 5). Em adição, as biomassas médias de *C. spixii* e de *A. luniscutis* variaram significativamente entre as regiões do estuário ( $p < 0,01$ ) (Tabela 2; Figura 6). Somente a biomassa de *C. spixii* diferiu significativamente entre as estações do ano ( $p < 0,05$ ) (Tabela 2; Figura 6). Para todas as variáveis as interações entre estação do ano e área não foram significantes (Tabela 2).

A espécie *C. spixii* apresentou as suas maiores densidade e biomassa no estuário intermediário, principalmente durante a estação chuvosa (Figuras 5 e 6). Nas regiões superior e intermediária do estuário a densidade e a biomassa apresentaram-se proporcionais, com exceção do início da estação chuvosa no estuário intermediário, onde os valores de biomassa foram muito maiores do que os de densidade (Figuras 5 e 6).

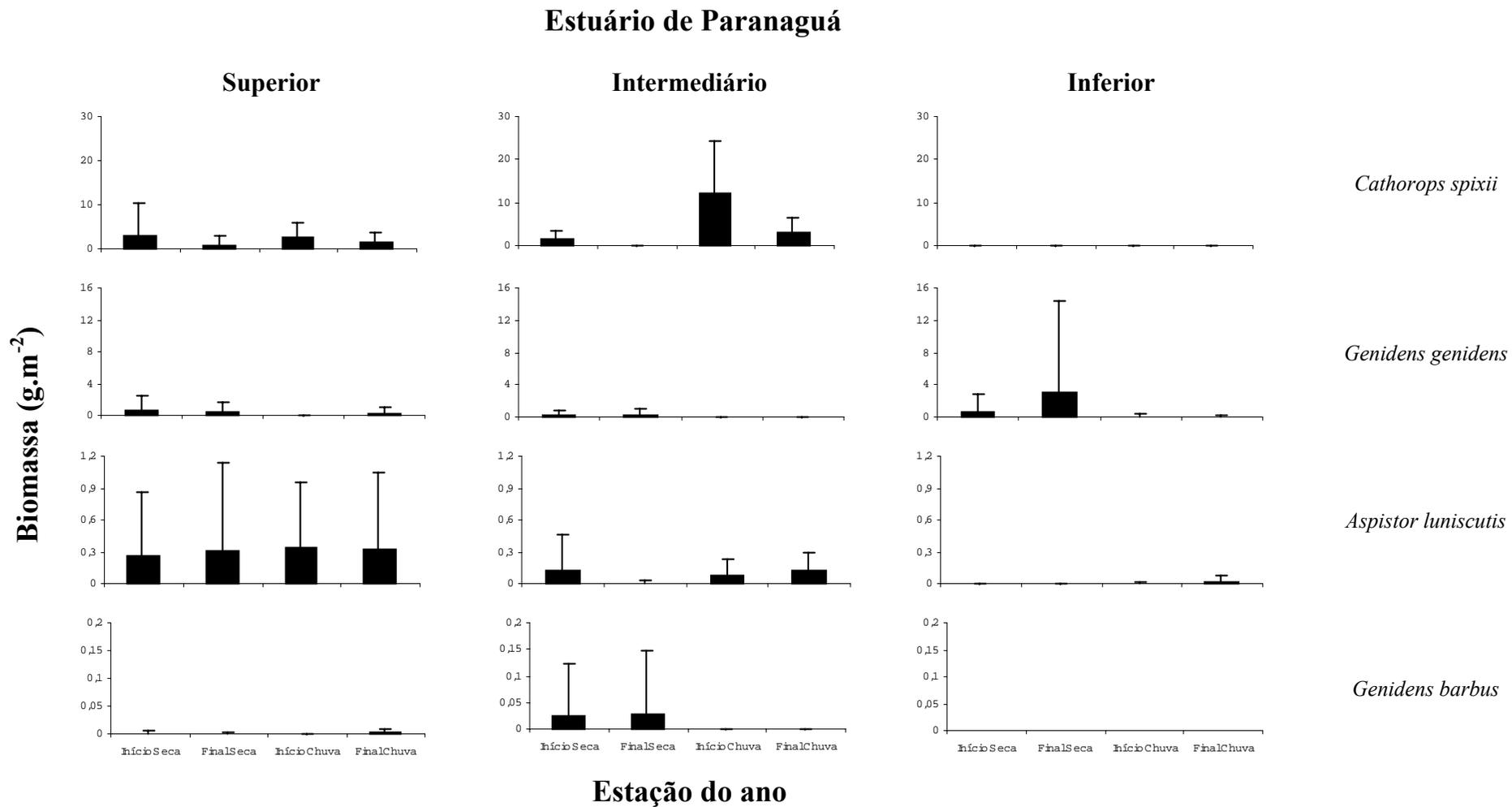
*G. genidens* teve sua maior densidade no estuário superior durante o início da estação seca e o final da estação chuvosa (Figura 5), enquanto que sua maior biomassa foi registrada no estuário inferior durante o final da estação seca (Figura 6). *A. luniscutis* teve as suas maiores densidades e biomassas registradas no estuário superior. No estuário superior, altos valores de biomassa dessa espécie foram registrados durante todo o período de estudo, enquanto que a sua maior densidade ocorreu somente durante o início da estação chuvosa (Figuras 5 e 6). A espécie *G. barbuis* ocorreu somente nos estuários superior e intermediário, principalmente durante a estação seca (Figuras 5 e 6).

**Tabela 2.** Sumário dos resultados da ANOVA (a) e teste de Kruskal-Wallis (b) para densidade e biomassa das espécies pertencentes à Família Ariidae. Análise realizada sobre dados transformados em  $\log(x+1)$ . Diferenças entre áreas e estações do ano foram determinadas pelo teste de Tukey. Significância: \* =  $p < 0,05$ ; \*\* =  $p < 0,01$ ; NS = não significativa. Estação do ano: IS = início da estação seca; FS = final da estação seca; IC = início da estação chuvosa; FC = final da estação chuvosa. Área do estuário: ES = estuário superior; EM = estuário médio; EI = estuário inferior.

Parâmetros	Fontes de Variação			Interações
	Estação do Ano (1)	Área do Estuário (2)		
<b>Densidade (ind.m<sup>-2</sup>)</b>				
<i>Cathorops spixii</i> <sup>(a)</sup>	NS	NS	* EM ES EI	NS
<i>Genidens genidens</i> <sup>(a)</sup>	NS	NS	* ES EM EI	NS
<i>Aspistor luniscutis</i> <sup>(a)</sup>	NS	NS	NS	NS
<i>Genidens barbuis</i> <sup>(b)</sup>	NS	NS	NS	NS
<b>Biomassa (g.m<sup>-2</sup>)</b>				
<i>Cathorops spixii</i> <sup>(a)</sup>	* IC FC IS FS	NS	** ES EM EI	NS
<i>Genidens genidens</i> <sup>(a)</sup>	NS	NS	NS	NS
<i>Aspistor luniscutis</i> <sup>(a)</sup>	NS	NS	** ES EM EI	NS
<i>Genidens barbuis</i> <sup>(b)</sup>	NS	NS	NS	NS



**Figura 5.** Variação média (+sd) da densidade das espécies pertencentes à Família Ariidae no Estuário de Paranaguá (estuário superior, intermediário e inferior) durante as estações do ano (início da estação seca, final da estação seca, início da estação chuvosa e final da estação chuvosa).



**Figura 6.** Variação média (+sd) da biomassa das espécies pertencentes à Família Ariidae no Estuário de Paranaguá (estuário superior, intermediário e inferior) durante as estações do ano (início da estação seca, final da estação seca, início da estação chuvosa e final da estação chuvosa).

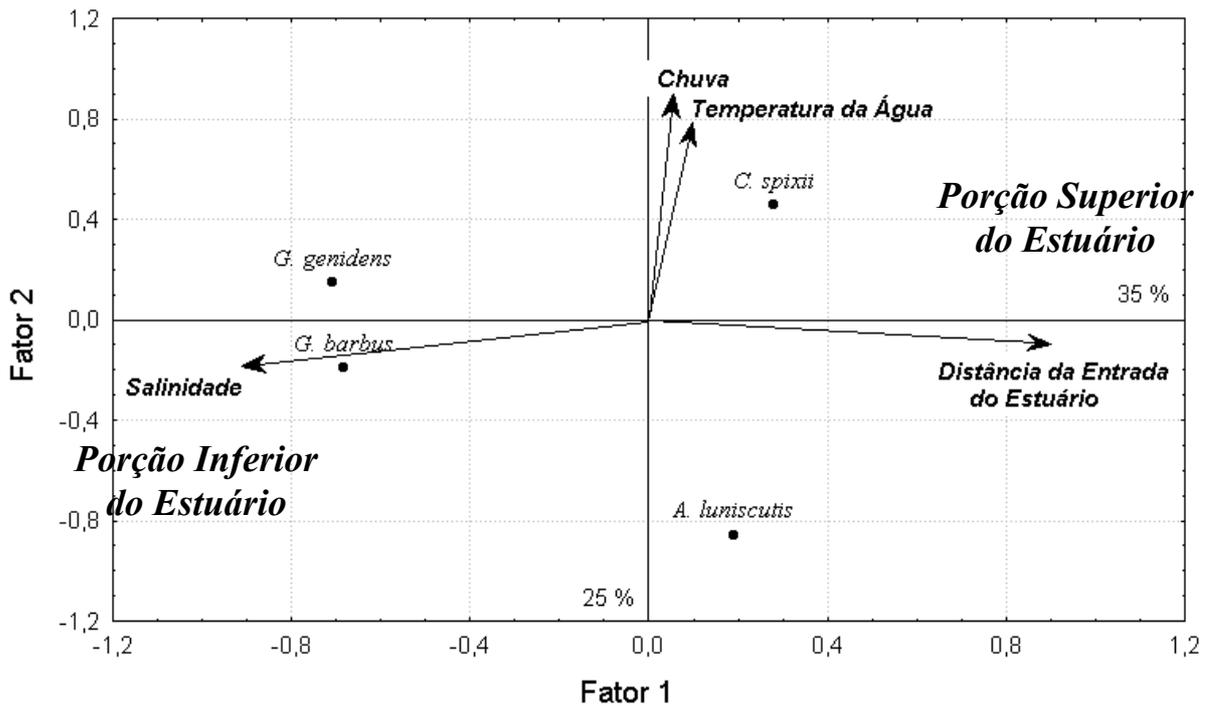
### **3.4. Associações entre as Espécies Pertencentes à Família Ariidae e os Parâmetros Ambientais**

Os resultados da análise fatorial mostraram a formação de dois eixos principais. O primeiro eixo (Fator 1) foi formado pela salinidade e pela distância da entrada do estuário, representando o gradiente de salinidade existente no Estuário de Paranaguá (Figura 7; Tabela 3). Esse eixo explicou 35% da distribuição. As variáveis salinidade e distância da entrada do estuário foram altamente significantes ( $p < 0,01$ ).

O segundo eixo (Fator 2) foi formado pela temperatura da água e pela pluviosidade, explicando 25% da distribuição (Figura 7; Tabela 3). Esse eixo representou as estações do ano (sazonalidade) e mostrou que as variáveis ambientais (chuva e temperatura da água) foram altamente significantes e altamente correlacionadas durante o período de estudo ( $p < 0,01$ ).

As espécies *C. spixii* e *A. luniscutis* estiveram significativamente correlacionadas ao segundo eixo (Figura 7; Tabela 3). Elas preferiram as regiões mais superiores do estuário, com a primeira ocorrendo em maiores biomassas durante a estação chuvosa e a segunda durante a estação seca (Figura 7; Tabela 3).

As biomassas de *G. genidens* e *G. barbuis* apresentaram correlação significativa com o primeiro eixo, ocorrendo principalmente nas regiões inferiores do estuário (Figura 7; Tabela 3).



**Figura 7.** Análise fatorial de ordenação bidimensional mostrando as centróides das espécies pertencentes à Família Ariidae em relação às variáveis ambientais. A projeção ortogonal da centróide de uma espécie sobre um vetor ambiental representa o centro de aproximação da distribuição da espécie ao longo do gradiente ambiental.

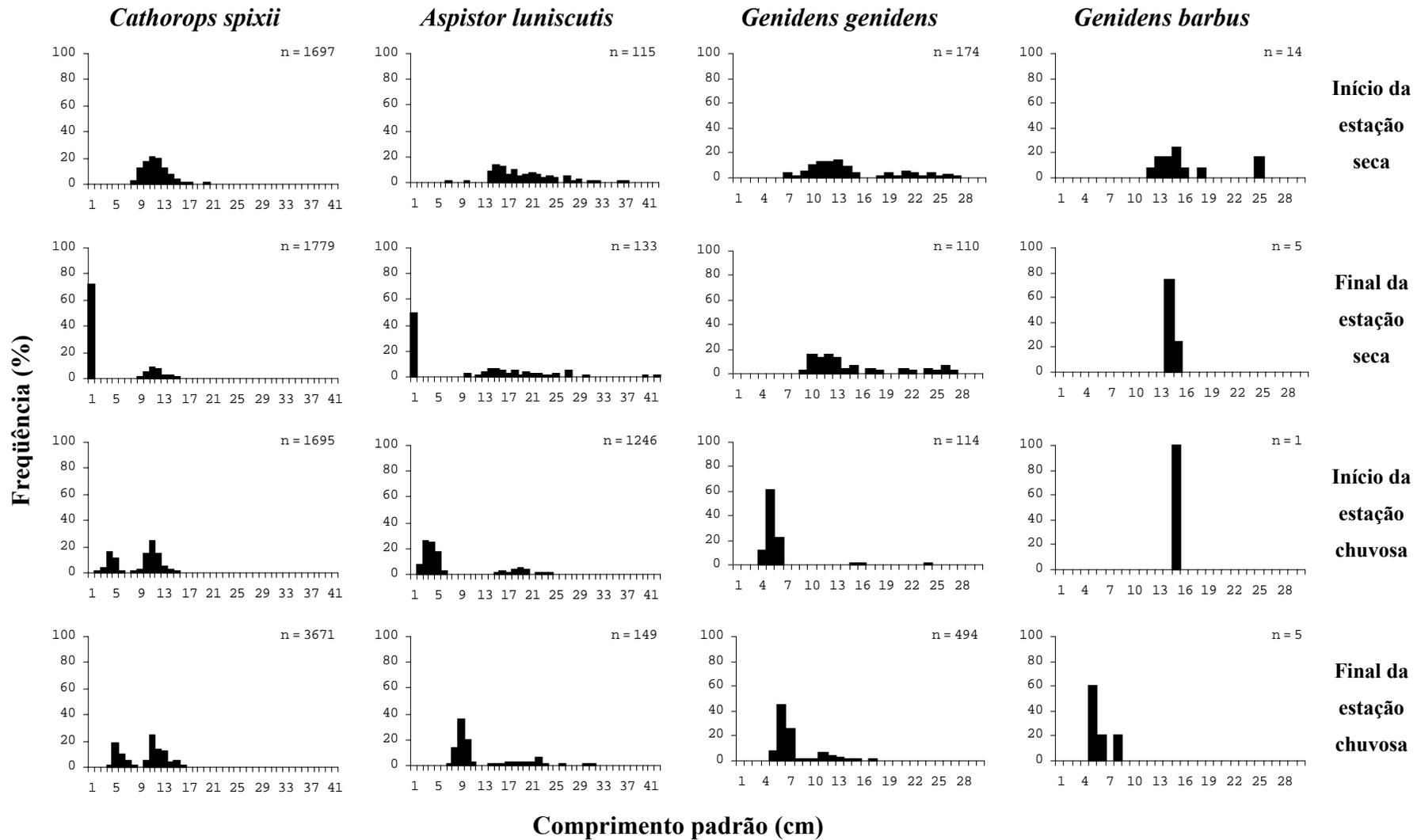
**Tabela 3.** Resultados da análise fatorial para as espécies de peixes pertencentes à Família Ariidae no Estuário de Paranaguá. A correlação das variáveis (espécies e covariáveis ambientais) com os eixos são mostradas (\*:  $p < 0,05$ ; \*\*:  $p < 0,01$ ).

Variável	Eixo 1	Eixo 2
<b>Espécies</b>		
<i>C. spixii</i>	0,281	0,458 *
<i>A. luniscutis</i>	0,190	- 0,857 **
<i>G. genidens</i>	- 0,707 **	0,146
<i>G. barbuis</i>	- 0,682 **	- 0,193
<b>Covariáveis Ambientais</b>		
Precipitação (Chuva)	0,027	- 0,913 **
Temperatura da Água	0,034	- 0,914 **
Salinidade	- 0,925 **	0,165
Distância da Entrada do Estuário	0,937 **	0,096

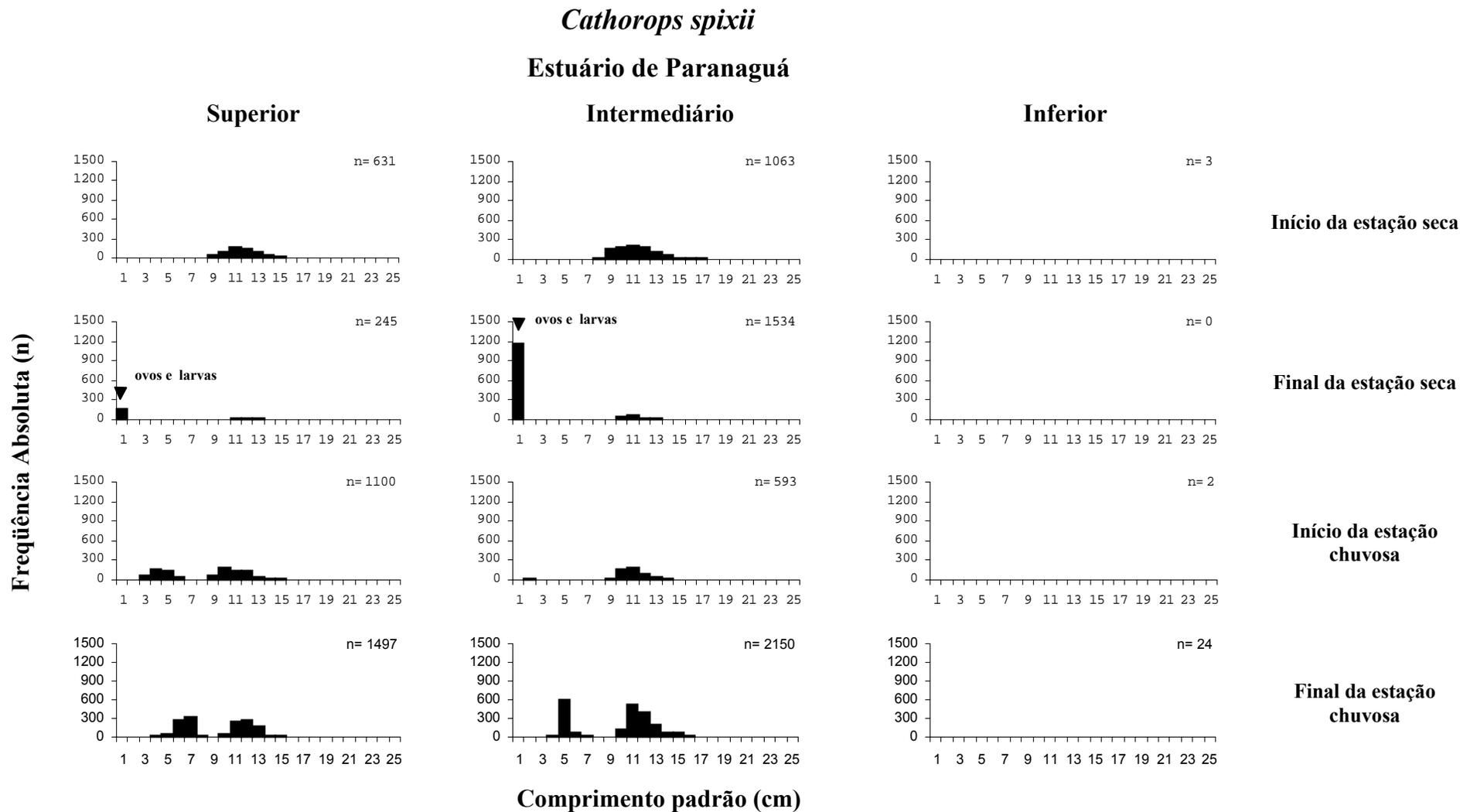
### **3.5. Variação Sazonal e Espacial do Comprimento Individual das Espécies no Estuário**

#### **3.5.1. *Cathorops spixii***

Indivíduos com tamanhos entre 9 e 15 cm estiveram presentes durante todo o ano, com maiores abundâncias no início das estações seca e chuvosa (Figura 8). Durante o início da estação seca as distribuições de tamanho foram unimodais, com moda a 11 cm, nas regiões superior e intermediária do estuário (Figuras 8 e 9). No final da estação seca, as distribuições de frequência de comprimento apresentaram-se bimodais, agrupadas ao redor dos comprimentos menores que 1 e entre 10 e 12 cm (Figura 8). Nesse período foi observada a presença de machos incubando ovos e larvas vitelínicas nas porções superior e intermediária do estuário, com maior abundância de ovos e larvas nessa última região (Figura 9). As distribuições também foram bimodais no início (4 a 5 cm e 10 a 12 cm) e no final da estação chuvosa (5 e 11 cm) (Figura 8). No início da estação chuvosa, foi observada a presença de juvenis principalmente na porção superior do estuário, sendo registrada durante este período a migração dos juvenis da região intermediária para a região superior do estuário (Figura 9). No final da estação chuvosa, os juvenis permaneceram no estuário superior, mas a migração destes para a porção intermediária do estuário também começou a ser observada (Figura 9).



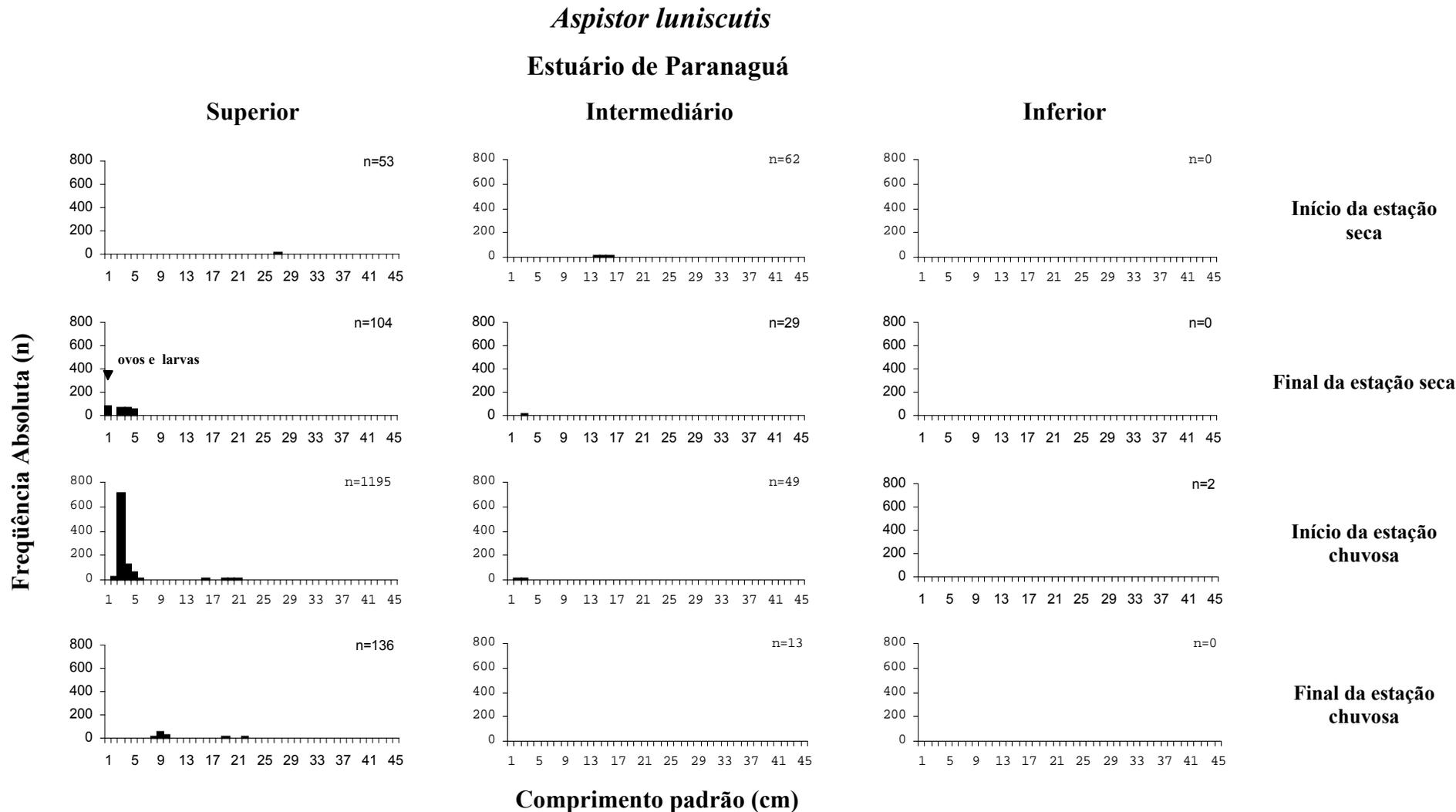
**Fig 8.** Histogramas de frequência de comprimento por estação do ano para as espécies *Cathorops spixii*, *Aspistor luniscutis*, *Genidens genidens* e *Genidens barbuis*.



**Figura 9.** Histogramas de frequência de comprimento para a espécie *Cathorops spixii* nas diferentes áreas do Estuário de Paranaguá (superior, intermediária e inferior) e em diferentes períodos do ano (início da estação seca, final da estação seca, início da estação chuvosa e final da estação chuvosa).

### **3.5.2. *Aspistor luniscutis***

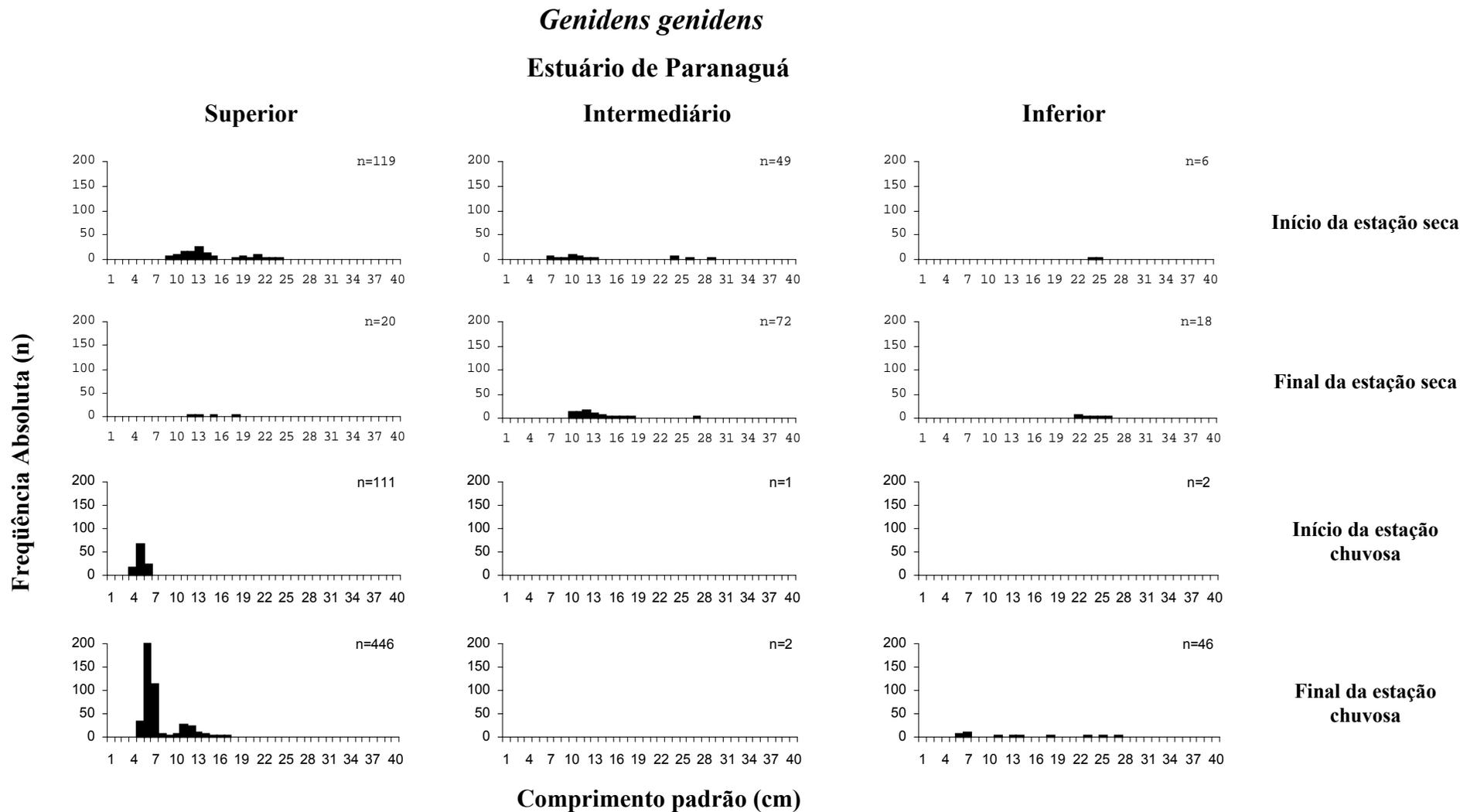
Indivíduos com comprimentos entre 15 e 23 cm estiveram presentes durante todo o período de estudo (Figura 8). No início da estação seca, foram registrados indivíduos com comprimentos entre 7 e 37 cm nas regiões superior e intermediária do estuário (Figuras 8 e 10). Durante o final da estação seca ocorreram indivíduos machos incubando ovos e larvas vitelínicas na região superior do estuário, com grande abundância de indivíduos com comprimentos menores que 1 cm (ovos e larvas) (Figura 10). Nesse período foi registrado, na região superior do estuário, o maior comprimento para essa espécie (42 cm) (Figura 10). No início da estação chuvosa foi registrada uma grande abundância de juvenis com comprimentos entre 2 e 5 cm, principalmente na porção superior do estuário (Figuras 8 e 10). No final da estação chuvosa as maiores abundâncias estiveram concentradas ao redor dos comprimentos entre 8 e 10 cm (Figura 8). Durante esse período foi observada uma grande redução do número de juvenis, quando comparado ao período anterior, com o registro de indivíduos principalmente nas classes de comprimento de 7 a 12 cm, de 15 a 23 cm e de 26 a 31 cm, no estuário superior, e de 15 a 22 cm no estuário intermediário (Figura 10).



**Figura 10.** Histogramas de frequência de comprimento para a espécie *Aspistor luniscutis* nas diferentes áreas do Estuário de Paranaguá (superior, intermediária e inferior) e em diferentes períodos do ano (início da estação seca, final da estação seca, início da estação chuvosa e final da estação chuvosa).

### 3.5.3. *Genidens genidens*

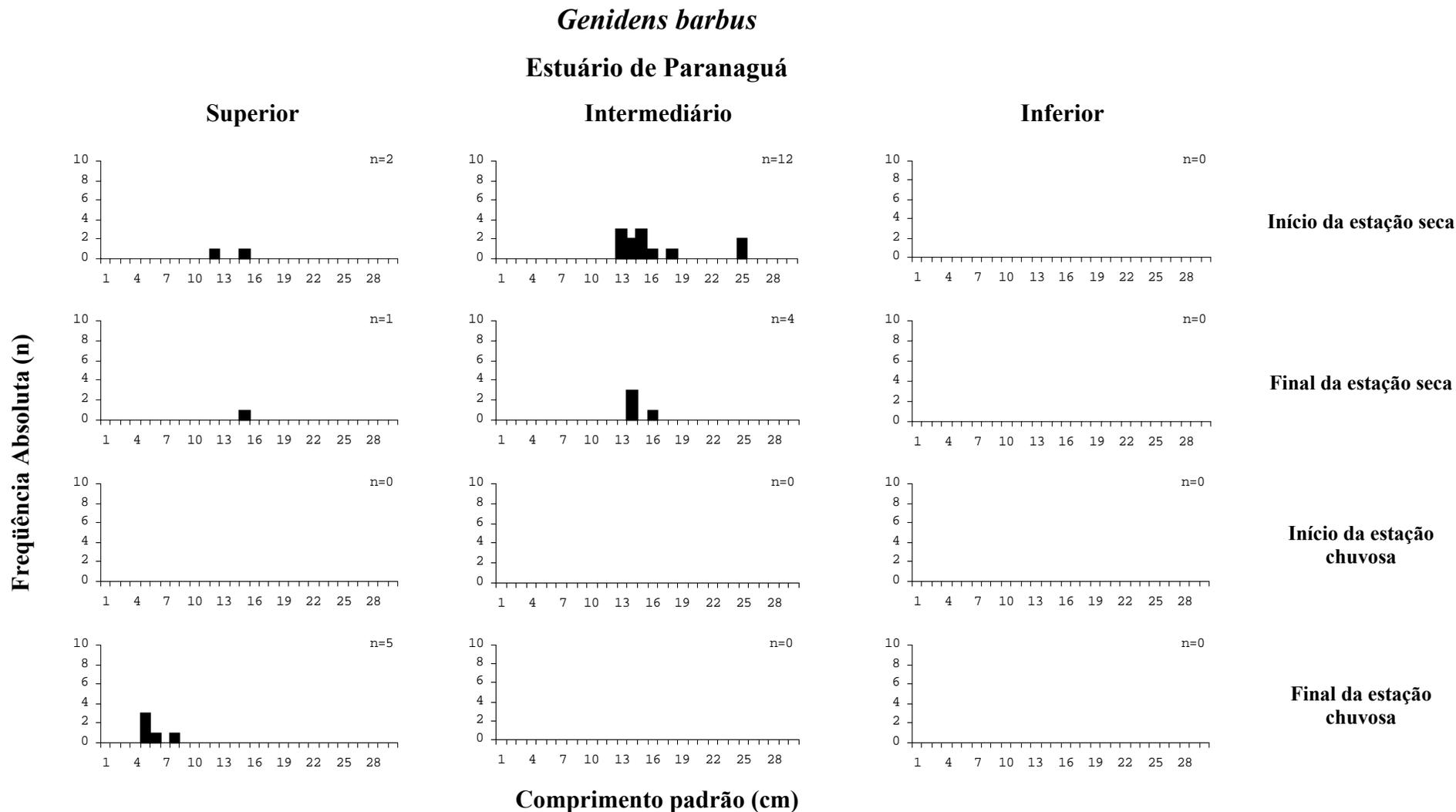
No início da estação seca, esta espécie esteve representada principalmente por indivíduos com comprimentos entre 9 e 25 cm no estuário superior, por indivíduos entre 7 e 14 cm e entre 22 e 30 cm no estuário intermediário, e por indivíduos com comprimentos entre 23 e 26 cm no estuário inferior (Figura 11). Durante o final da estação seca, foi observado que os indivíduos com comprimentos entre 10 e 14 cm migraram do estuário superior para o estuário intermediário. Nesse mesmo período, também foi observada a migração de indivíduos com comprimentos entre 22 e 30 cm da porção intermediária do estuário para a porção inferior (Figura 11). Durante o início da estação chuvosa, no estuário superior foi registrada uma grande abundância de juvenis com comprimentos entre 4 e 6 cm e a migração dos indivíduos com comprimentos maiores que 10 cm para outras regiões do estuário (Figura 11). No final da estação chuvosa, no estuário superior foi registrado um aumento no número de juvenis, com comprimentos entre 5 e 7 cm, sendo observado também o retorno dos indivíduos com comprimentos maiores que 10 cm para essa região. Ainda nesse período, no estuário inferior foi observada a presença de indivíduos nas classes de comprimento entre 6 e 31 cm (Figura 11).



**Figura 11.** Histogramas de freqüência de comprimento para a espécie *Genidens genidens* nas diferentes áreas do Estuário de Paranaguá (superior, intermediária e inferior) e em diferentes períodos do ano (início da estação seca, final da estação seca, início da estação chuvosa e final da estação chuvosa).

#### **3.5.4. *Genidens barbuis***

As distribuições de comprimento foram unimodais durante o final da estação seca e início da estação chuvosa, e bimodais no início da estação seca e final da estação chuvosa (Figura 8). No início da estação seca, no estuário intermediário foram registrados indivíduos com comprimentos de 13 a 15 cm e 25 cm (Figura 12). Nesse mesmo período, foram registrados indivíduos com 12 e 15 cm de comprimento no estuário superior (Figura 12). No final da estação seca, no estuário superior, esta espécie esteve representada por indivíduos com 14 e 16 cm de comprimento (Figura 12). No início da estação chuvosa, a moda foi registrada a 15 cm no estuário superior (Figura 12). No final da estação chuvosa, foram registrados indivíduos com comprimentos entre 5 e 8 cm no estuário superior (Figura 12).



**Figura 12.** Histogramas de freqüência de comprimento para a espécie *Genidens barbuis* nas diferentes áreas do Estuário de Paranaguá (superior, intermediária e inferior) e em diferentes períodos do ano (início da estação seca, final da estação seca, início da estação chuvosa e final da estação chuvosa).

## **4. Discussão**

### **4.1. O Estuário de Paranaguá**

#### **4.1.1. Parâmetros Abióticos**

No Estuário de Paranaguá, os períodos de alta pluviosidade estiveram associados aos maiores valores médios de temperatura da água e aos menores valores médios de salinidade. Na Baía de Guaraqueçaba, que corresponde ao eixo Norte-Sul do Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá, Corrêa (2001) registrou uma relação inversa da salinidade com a temperatura da água, semelhante à registrada para o Estuário de Paranaguá. De maneira análoga, Knoppers et al. (1987), estudando as características físicas e químicas do Estuário de Paranaguá, observaram que durante a estação seca a temperatura da água apresentou valores em torno de 20°C e durante a estação chuvosa valores em torno de 30°C.

A salinidade apresentou um forte gradiente horizontal, diminuindo na direção da porção inferior para a porção superior do estuário. Durante praticamente todo o período de estudo a região intermediária apresentou salinidades mais próximas às registradas na região inferior. O padrão salino observado para a porção intermediária do estuário diferiu do encontrado para a mesma região (Knoppers et al. 1987) e para a Baía de Guaraqueçaba (Corrêa 2001), onde valores intermediários para esse parâmetro foram registrados.

Knoppers et al. (1987) encontraram uma nítida variação sazonal para a salinidade, com menores valores no verão devido ao maior influxo de água doce. No presente estudo a variação sazonal não foi tão nítida, o que pode ser explicado pelas variações intra-anuais ocasionadas por variabilidades sazonais na precipitação (Knoppers et al. 1987).

Assim como a temperatura da água, o oxigênio dissolvido apresentou um padrão sazonal. Durante os períodos de maior pluviosidade foram registrados os menores valores de oxigênio dissolvido. Houve também uma pequena variação em relação às regiões do estuário,

com os valores diminuindo da porção inferior para a porção superior. Esse padrão encontrado pode estar relacionado à região superior localizar-se próxima à cidade de Antonina, recebendo um maior aporte de matéria orgânica, ocasionando uma diminuição da concentração de oxigênio dissolvido em suas águas. A região inferior, todavia, encontra-se principalmente sob a influência das águas costeiras com maiores teores de oxigênio dissolvido.

#### **4.1.2. Composição, Distribuição Espacial e Temporal das Espécies da Família Ariidae no Estuário de Paranaguá**

No Estuário de Paranaguá a Família Ariidae foi a mais importante em número de indivíduos e peso para a assembléia de peixes, compreendendo 51% da captura total em número e 76% da captura total em peso. De acordo com Vieira & Musick (1994), Ariidae é uma das famílias responsáveis por 80% do total de peixes coletados em arrastos de fundo nos estuários do Atlântico Ocidental (entre 35°S e 37°N). Outros autores também enfatizam a importância das espécies dessa família para a Laguna de Términos, no México (Lara-Dominguez et al. 1981), para o canal principal e canais de maré que drenam os manguezais do Estuário do Rio Caeté, na Amazônia oriental (Barletta et al. 2003, 2005), para o Estuário do Rio Tibiri (Batista & Rêgo 1996) e o Estuário do Rio Paciência (Castro 2001), no Maranhão, para o Estuário do Rio Paraíba do Sul (Araújo 1996) e para a Baía de Sepetiba (Araújo et al. 1998; Azevedo 2002), no Rio de Janeiro, para as baías de Guaratuba (Chaves & Corrêa 1998) e Guaraqueçaba (Corrêa 2001), no Paraná.

Três das espécies encontradas em Paranaguá (*C. spixii*, *A. luniscutis* e *G. barbuis*) são citadas por Vieira & Musick (1994) como as dominantes em número de indivíduos na região entre os Estados de São Paulo (24°S) e do Rio Grande do Sul (32°S). Em Paranaguá, *C. spixii* foi a espécie mais importante em frequência de ocorrência, densidade e biomassa,

representando somente no estuário intermediário 73% da densidade total e 60% da biomassa total. Corrêa (2001) registrou essa espécie como a mais abundante em número e peso de captura para a Baía de Guaraqueçaba, que representa o eixo Norte-Sul do Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá. Esse resultado também foi encontrado no Rio Peruíbe, em São Paulo (Craig 1980) e no Estuário do Rio Caeté, na Amazônia oriental (Barletta et al. 2003, 2005). Marceniuk (1997) menciona que as espécies incluídas no gênero *Cathorops* somente são encontradas no continente americano, habitando principalmente as regiões estuarinas e lagoas costeiras, sendo encontradas também como espécies restritas à água doce. De acordo com Acero (2002), *C. spixii* se distribui por toda a linha da costa Atlântica das Américas Central e do Sul.

No estuário de Paranaguá, foram observadas diferenças significativas entre as regiões do estuário para as espécies *C. spixii* (densidade e biomassa), *G. genidens* (densidade) e *A. luniscutis* (biomassa), resultando em uma rejeição da hipótese nula. Somente a espécie *C. spixii* (biomassa) mostrou diferenças significantes em relação às estações do ano, resultando em uma rejeição da hipótese nula. Interações significantes entre as estações do ano e as regiões do estuário não foram detectadas para nenhuma das espécies, indicando que a distribuição das espécies (em densidade e biomassa) nas três regiões do estuário (superior, intermediária e inferior) não diferiram mutuamente e em relação às estações do ano.

A partir dos resultados das análises estatísticas e observando as tendências temporais e espaciais da densidade e biomassa das espécies pertencentes à Família Ariidae no Estuário de Paranaguá, observou-se que a área do estuário foi o fator que exerceu uma maior influência na distribuição dessas espécies no estuário. Nesse caso, representada principalmente pela flutuação espacial da salinidade.

Analisando a contribuição das espécies para as capturas em número e peso nas três regiões do estuário, em geral, os maiores valores foram registrados na porção intermediária do

estuário e os menores na porção inferior. As espécies *C. spixii* e *A. luniscutis* preferiram as porções superior e intermediária do estuário, enquanto que as espécies *G. genidens* e *G. barbuis* estiveram presentes principalmente nas regiões intermediária e inferior do estuário.

Observa-se que as regiões superior e intermediária do Estuário de Paranaguá sofrem alta pressão antrópica, devido à presença em suas margens das cidades de Paranaguá e Antonina, além dos dois portos que levam seus nomes. A preferência das espécies da Família Ariidae por essas áreas pode ser devido ao lançamento de efluentes domésticos nessas regiões, o qual ocasiona um aumento na disponibilidade de alimento.

Essa área representa também uma região de transição, onde nem as espécies de água doce, nem as espécies marinhas encontram condições ótimas de sobrevivência, mas onde as espécies estuarinas residentes, entre elas os bagres, podem dominar. As espécies da Família Ariidae são conhecidas por procurarem regiões de baixas salinidades, como a desembocadura dos rios, para reprodução e desova (Menezes & Figueiredo 1985; Acero 2002; Froese & Pauly 2004). Em Paranaguá, as espécies *C. spixii*, *G. genidens* e *A. luniscutis* utilizaram as regiões superior e intermediária como áreas de reprodução, desova e incubação de ovos durante a estação seca. A região superior foi a que apresentou os menores valores médios de salinidade, entretanto, durante a estação seca pode-se observar um certo aumento desse parâmetro no estuário, principalmente nas suas porções superior e inferior. Nesse momento, essas espécies podem subir até as regiões mais superiores do estuário para a realização de atividades reprodutivas.

Para a Baía de Guaraqueçaba, Corrêa (2001) registrou que a época reprodutiva de *C. spixii* ocorreu entre o início e o final da estação seca, nas porções superior e intermediária da baía. Ainda para essa espécie o autor registrou incubação oral durante o final da estação seca e o início da estação chuvosa, com o período de recrutamento no final da estação chuvosa, na porção intermediária da baía. Para *A. luniscutis*, Corrêa (2001) observou que a época

reprodutiva ocorreu no final da estação seca, na porção intermediária do estuário, assim como a presença de incubação oral. O período de recrutamento foi o mesmo registrado para a espécie *C. spixii*, ocorrendo na porção mais interna desta baía.

O padrão observado para Guaraqueçaba foi praticamente o mesmo encontrado para o Estuário de Paranaguá. Foram registrados machos de *C. spixii* incubando ovos e larvas nas porções superior e intermediária do estuário durante o final da estação seca. Machos de *A. luniscutis* incubando ovos e larvas foram capturados principalmente na porção superior do estuário durante o final da estação seca. O período de recrutamento para *C. spixii* ocorreu no início e final da estação chuvosa nas regiões superior e intermediária, enquanto que para *A. luniscutis* ocorreu durante o início da estação chuvosa na região superior do estuário.

*G. genidens* esteve representada principalmente por indivíduos adultos, de maneira mais acentuada no estuário inferior. Estudos realizados na praia de Balneário de Atami (Godefroid et al. 2004), na Ilha do Mel (Abilhôa 1998) e na Gamboa de Baguaçu (Vendel et al. 2002; Spach et al. 2004), localizadas na porção inferior do Estuário de Paranaguá, registraram *G. genidens* como uma das espécies dominantes nessa região. Foi observado ainda que essa espécie esteve presente principalmente como adulto, utilizando este local durante todo seu ciclo de vida. No presente estudo foi observado para essa espécie um padrão de diferenciação de comprimento em relação à região do estuário, evidenciado pela presença na região superior do estuário dos maiores valores de densidade não correspondendo às maiores biomassas, que foram registradas no estuário inferior. Este padrão também foi observado para a mesma espécie (Azevedo 2002) e para *A. luniscutis* (Azevedo et al. 1998) na Baía de Sepetiba, indicando haver uma separação espacial entre os juvenis e adultos dessa espécie no estuário.

As informações acima sugerem que as espécies da Família Ariidae usam as porções superior e intermediária do estuário principalmente como áreas de reprodução, desova,

desenvolvimento e recrutamento. A preferência dos adultos e juvenis dessas espécies por essas regiões mais superiores do estuário pode ser devido ao aumento da turbidez nessas regiões, promovendo, principalmente para os juvenis, proteção contra predação (Blaber 1997; Barletta-Bergan et al. 2002a,b; Barletta et al. 2005). A proteção gerada pela turbidez, somada ao pequeno número de predadores presentes em águas estuarinas calmas, protegidas e rasas, e à abundância de alimento, produz condições vantajosas para a sobrevivência e o crescimento dos estágios juvenis de peixes (Cyrus & Blaber 1987).

Padrões de distribuição espacial e temporal para as espécies da Família Ariidae também foram registrados para outros ecossistemas estuarinos. Na Baía de Guaraqueçaba, Corrêa (2001) observou *C. spixii* dominando numericamente, nos pontos mais internos da baía, principalmente nos momentos em que a salinidade apresentou uma redução devido ao aumento da pluviosidade. Barletta et al. (2005), no canal principal do estuário de Caeté, encontraram maior abundância de *C. spixii* durante o início da estação chuvosa na sua porção superior. Araújo et al. (1998) estudando a comunidade de peixes demersais da Baía de Sepetiba, encontraram que na zona interna da baía, onde as condições ambientais parecem ser mais estressantes, foi registrado o maior número de indivíduos e peso por amostra para as espécies *G. genidens* e *C. spixii*. Os autores mencionam ainda que as espécies *C. spixii*, *G. genidens* e *A. luniscutis* foram mais abundantes principalmente na região superior do estuário.

Observou-se também que as espécies *C. spixii*, *G. genidens* e *G. barbuis* tiveram seus picos de densidade no estuário intermediário em períodos diferentes, com *C. spixii* ocorrendo principalmente no início da estação chuvosa, e *G. genidens* e *G. barbuis* no final da estação seca. Diferenças quanto às espécies *A. luniscutis* e *C. spixii* também foram observadas, com a primeira apresentando sua maior densidade no estuário superior no início da estação chuvosa, e a última com maior densidade no estuário médio durante o mesmo período.

A partir dos resultados da variação de comprimento das espécies no presente estudo e dos comprimentos de primeira maturação registrados por Corrêa (2001) para as mesmas espécies na Baía de Guaraqueçaba, observou-se que as espécies de Ariidae estiveram representadas principalmente por juvenis. Isso vem ressaltar o papel do Estuário de Paranaguá, principalmente nas suas regiões superior e intermediária, como área de desenvolvimento dos juvenis das espécies dessa família.

Levando em consideração essas informações, fica clara a importância desse ecossistema para as espécies da Família Ariidae, fazendo-se necessária a preservação desse ecossistema. Deve haver ainda um adequado planejamento de manejo nessa região, observando de maneira especial o período reprodutivo dessas espécies, devido principalmente ao cuidado parental apresentado por estas.

#### **4.1.3. Movimentos das Espécies da Família Ariidae no Estuário de Paranaguá**

No Estuário de Paranaguá as espécies da Família Ariidae apresentaram uma tendência migratória. Durante a estação seca, as espécies *C. spixii*, *A. luniscutis* e *G. genidens* movimentaram-se principalmente em direção à porção superior do estuário para a realização de atividades reprodutivas. Durante a estação chuvosa, as espécies retornaram para a porção intermediária e inferior do estuário (APÊNDICE 1A, 1B e 1C)

Durante o início da estação seca, quando foram registrados os maiores valores de salinidade em todo o estuário, os indivíduos (juvenis e adultos) de *C. spixii* (< 11 cm e > 12 cm CP, respectivamente), *G. genidens* (< 14 cm e > 16 cm CP, respectivamente) e *A. luniscutis* (< 25 cm e > 26 cm CP, respectivamente) começaram a mover-se principalmente para regiões mais superiores do estuário, em busca de locais com menores salinidades. No

final dessa estação, as espécies continuaram a movimentar-se em direção à porção superior do estuário (APÊNDICE 1A, 1B e 1C). Durante esse período foram capturados machos adultos de *C. spixii* e *A. luniscutis* incubando ovos e larvas vitelínicas (< 1 cm de diâmetro e 1 – 2 cm CP, respectivamente) tanto na porção superior (*C. spixii* e *A. luniscutis*) como também, na região intermediária do estuário (*C. spixii*). A espécie *G. genidens* apresentou uma migração adicional de juvenis (10 - 14 cm CP) da região superior para a região intermediária do estuário, e de adultos (22 - 30 cm CP) migrando das regiões superior e intermediária para a região inferior. Para essa espécie, não foram capturados indivíduos machos incubando ovos e/ou larvas durante o período de estudo, indicando que essa espécie utiliza outros habitats do estuário para a realização dessa atividade. Na Baía de Guaratuba, no litoral do Paraná, Chaves (1994) e Chaves & Bouchereau (2000) observaram que fêmeas da espécie *G. genidens* apresenta maturação gonadal no manguezal dessa baía e desova regularmente nessa área. Os autores capturaram ainda, machos dessa espécie em canais de mangue incubando ovos e larvas, o que sugere que em Paranaguá essa espécie esteja apresentando o mesmo comportamento, explicando assim a não ocorrência desses exemplares nas coletas.

No início da estação chuvosa, os adultos começaram a retornar para o estuário, entretanto, foi registrada também a liberação dos juvenis (< 7 cm CP) principalmente na porção superior do estuário. Nesse período todas as espécies estiveram representadas principalmente por juvenis. No final dessa estação, a salinidade aumentou novamente no estuário, havendo um incremento na quantidade de juvenis nas regiões superior (*C. spixii*, *G. genidens* e *A. luniscutis*) e intermediária (*C. spixii*) do estuário. Nesse período, juvenis (< 8 cm CP) e adultos (> 15 cm CP) de *G. genidens* dirigiram-se para a região inferior do estuário (APÊNDICE 1A, 1B e 1C). Segundo Abilhôa (1998), durante esse período, exemplares dessa espécie utilizam essa região do estuário para alimentação e recrutamento.

Estudos realizados na Baía de Guaraqueçaba e na Ilha do Mel - eixo Norte-Sul da Baía de Paranaguá (Abilhôa 1998; Corrêa 2001), corroboram com os resultados do presente estudo. Segundo esses autores, indivíduos das espécies *C. spixii*, *G. genidens* e *A. luniscutis*, durante a estação seca deslocaram-se para o interior da baía para a realização de atividades reprodutivas, tais como maturação, reprodução, desova e incubação oral dos ovos. Durante a estação chuvosa, eles permaneceram na região superior ou migraram em direção à região inferior do estuário, utilizando a baía como área de desenvolvimento e recrutamento dos juvenis dessas espécies (APÊNDICE 1A, 1B e 1C).

Dessa forma, conclui-se, que o padrão de migração e/ou movimento dos arídeos no Estuário de Paranaguá está relacionado principalmente com a variação sazonal da salinidade e às atividades reprodutivas, alimentares e de recrutamento. Esse padrão foi observado no Estuário do Rio Caeté, no Norte do Brasil (Barletta et al. 2003; Barletta et al. 2005) e na laguna de Términos, no México (Lara-Dominguez et al. 1981; Yáñez-Arancibia et al. 1985).

#### **4.1.4. Antes e Depois do Acidente com o Navio *Vicuña* – A Importância de uma Avaliação**

Assim como em outros ambientes costeiros do Brasil e do mundo, o Estuário de Paranaguá vem sofrendo uma grande pressão antrópica, ressaltada pelo alto grau de urbanização que ocorre em suas margens. Em adição, devido às suas características geomorfológicas e hidrográficas, essa região serve de maneira satisfatória à navegação, o que é evidenciado pela presença dos portos de Paranaguá e de Antonina, que estão entre os principais portos do país, além de um terminal petrolífero.

No ano de 2002, os pesquisadores do Centro de Estudos do Mar (UFPR) realizaram um estudo de risco ambiental das operações da Dutos e Terminais do Sul (DTSUL/GEPAR)

para o Estuário de Paranaguá (Marone et al. 2002). Este estudo indicou que o vazamento de derivados do petróleo resultaria em mortalidade, não só da ictiofauna, mas de todos os organismos vivos. Isso ocasionaria além de um grave problema ecológico, fortes efeitos sobre a economia pesqueira, tanto através do comprometimento da utilização e do consumo do pescado, quanto pela alteração das características populacionais das espécies alvo, reduzindo as capturas por unidade de esforço, não só da pesca artesanal, mas também da pesca industrial.

Uma das recomendações sugeridas por esse relatório para o monitoramento dos impactos de vazamentos sobre a fauna de peixes do Estuário de Paranaguá, diz respeito às espécies de peixes pertencentes à Família Ariidae. Essas espécies possuem algumas características que as tornam mais expostas aos impactos causados pela poluição, tais como o seu hábito bentônico, o cuidado parental e a ausência de escamas. Além disso, a maioria das espécies dessa família é estuarino residente, passando todo o seu ciclo de vida no Estuário de Paranaguá.

Dentre as espécies de Ariidae, *C. spixii* foi apontada pelo relatório como possível espécie bioindicadora para a região, devido a ser a mais abundante em número de indivíduos e biomassa, além de ser um dos recursos mais importantes para a subsistência dos pescadores da região (Corrêa 1987). Em adição, a maior concentração populacional dessa espécie está localizada principalmente na região intermediária do estuário, região em que se localiza o DTSUL/GEPAR. Essa região é ainda utilizada como área de desova, incubação de ovos, desenvolvimento e recrutamento de juvenis dessa espécie.

No dia 15 de novembro de 2004, ocorreu um grave acidente no Estuário de Paranaguá, envolvendo o navio chileno *Vicuña* que explodiu quando desembarcava uma carga de 14 milhões de litros de metanol no Porto de Paranaguá. O navio afundou, derramando parte de sua reserva de óleo diesel e óleo combustível no estuário. Até o momento não foi possível

precisar o volume exato da carga que vazou do navio, nem dimensionar o impacto ambiental nas regiões atingidas pelo vazamento do óleo e do metanol. Entretanto, além das consequências ambientais, existem as consequências sobre a comunidade local. As famílias ribeirinhas que dependem da pesca para sobreviver estão impedidas de trabalhar desde o acidente. A pesca e o uso da água nas baías de Paranaguá, Antonina e Guaraqueçaba estão proibidos a fim de evitar que a população tenha contato com alimentos ou água contaminada.

Diante dessas informações, é importante ressaltar a relevância do presente estudo como base para a avaliação dos impactos causados por esse acidente à fauna de peixes da Baía de Paranaguá, em especial para as espécies da Família Ariidae. Para isso, faz-se necessário o desenvolvimento de novas amostragens na região com a finalidade de caracterizar os possíveis efeitos gerados por esse grave acidente para a fauna de peixes do Estuário de Paranaguá.

## 5. Conclusões

- Durante o período de estudo a Família Ariidae foi a mais importante em densidade e biomassa para a assembléia de peixes do Estuário de Paranaguá.
- A densidade e a biomassa de *Cathorops spixii*, a densidade de *Genidens genidens* e a biomassa de *Aspistor luniscutis* apresentaram diferenças significantes entre as regiões do estuário, resultando em rejeição da hipótese nula. A biomassa de *Cathorops spixii* foi a única variável que apresentou diferenças significantes em relação às estações do ano, resultando também em rejeição da hipótese nula.
- A região do estuário foi o fator que exerceu maior influência nas capturas e na distribuição das espécies da Família Ariidae no Estuário de Paranaguá do que as estações do ano, com os maiores valores de densidade e biomassa sendo registrados principalmente na porção intermediária do estuário e os menores na porção inferior.
- *Cathorops spixii* foi a espécie mais abundante e freqüente no Estuário de Paranaguá durante o período de estudo.
- *Cathorops spixii* e *Aspistor luniscutis* utilizaram as porções superior e intermediária do estuário para atividades reprodutivas, desova, desenvolvimento e recrutamento.
- Entre as espécies analisadas, *G. genidens* foi a que apresentou maior representatividade no estuário inferior, estando representada principalmente por indivíduos adultos.

- As espécies da Família Ariidae capturadas no Estuário de Paranaguá foram claramente espécies estuarinas, completando seu ciclo de vida inteiro dentro do estuário.
- As espécies de Ariidae estiveram representadas principalmente por juvenis, o que vem ressaltar o papel do Estuário de Paranaguá, principalmente nas suas regiões superior e intermediária, como área de desenvolvimento dos juvenis das espécies dessa família.
- O padrão de migração e/ou movimento observado para as espécies da Família Ariidae no Estuário de Paranaguá está relacionado principalmente com a variação sazonal da salinidade e às atividades reprodutivas, alimentares e de recrutamento.
- O presente estudo servirá como base para a avaliação dos possíveis efeitos gerados por acidentes envolvendo cargas químicas (petróleo e/ou derivados) para a fauna de peixes do Estuário de Paranaguá, e em especial para as espécies pertencentes à Família Ariidae.

## 6. Referências Bibliográficas

ABILHÔA, V. 1998. **Composição e estrutura da ictiofauna em um banco arenoso-lodoso na Ilha do Mel, Paraná, Brasil**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

ACERO, A. 2002. Ariidae. *In*: CARPENTER, K. E. (Ed.) **The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 2: Bony fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae)**. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication N° 5. Rome, FAO.

ANDRIGUETTO-FILHO, J. M. 1999. **Sistemas técnicos de pesca e suas dinâmicas de transformação no litoral do Paraná, Brasil**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

ARAÚJO, F. G. 1988. Distribuição, abundância relativa e movimentos sazonais de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) no estuário da Lagoa dos Patos (RS), Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, **5** (4): 509-543.

ARAÚJO, F. G. 1996. Composição e estrutura da comunidade de peixes do médio e baixo rio Paraíba do Sul, RJ. **Revista Brasileira de Biologia**, **56** (1): 111-126.

ARAÚJO, F. G.; CRUZ-FILHO, A. G.; AZEVEDO, M. C. C.; SANTOS, A. C. A. 1998. Estrutura da comunidade de peixes demersais da Baía de Sepetiba, RJ. **Revista Brasileira de Biologia**, **58** (3): 417-430.

AZEVEDO, M. C. C. 2002. **Peixes demersais da Baía de Sepetiba, RJ: distintas assembléias ao longo de um gradiente ambiental**. Tese de Doutorado, Instituto de Biologia, UFRRJ, Rio de Janeiro.

AZEVEDO, M. C. C.; ARAÚJO, F. G.; CRUZ-FILHO, A. G.; SANTOS, A. C. A. 1998. Distribuição e abundância relativa de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Zoologia**, **15** (4): 853-865.

AZEVEDO, M. C. C.; ARAÚJO, F. G.; CRUZ-FILHO, A. G.; GOMES, I. D.; PESSANHA, A. L. M. 1999. Variação espacial e temporal de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Biologia**, **59** (3): 443-454.

BARLETTA, M.; SAINT-PAUL, U.; BARLETTA-BERGAN, A.; EKAU, W.; SCHORIES, D. 2000. Spatial and temporal distribution of *Myrophis punctatus* (Ophichthidae) and associated fauna, in a north Brazilian intertidal mangrove forest. **Hydrobiologia**, **426**: 65-74.

BARLETTA, M.; BARLETTA-BERGAN, A.; SAINT-PAUL, U.; HUBOLD, G. 2003. Seasonal changes in density, biomass and diversity of estuarine fishes in tidal mangrove creeks of the Caeté Estuary (north Brazilian coast – east Amazon). **Marine Ecology**, **256**: 217-228.

BARLETTA, M.; BARLETTA-BERGAN, A.; SAINT-PAUL, U.; HUBOLD, G. 2005. The role of salinity in structuring the fish assemblages in a tropical estuary. **Journal of Fish Biology**, **66**: 45-72.

BARLETTA-BERGAN, A.; BARLETTA, M.; SAINT-PAUL, U. 2002a. Community structure and temporal variability of ichthyoplankton in North Brazilian mangrove creeks. **Journal of Fish Biology**, **61**: 33-51.

BARLETTA-BERGAN, A.; BARLETTA, M.; SAINT-PAUL, U. 2002b. Structure and seasonal dynamics of larval fish in the Caeté River Estuary in North Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, **54**: 193-206.

BATISTA, V. S. & RÊGO, F. N. 1996. Análise de associações de peixes, em igarapés do estuário do rio Tibiri, Maranhão. **Revista Brasileira de Biologia**, **56**: 163-176.

BIGARELLA, J. J. 1978. **A serra do mar e a porção oriental do Estado do Paraná**. Curitiba. SEPLAN/ADEA.

BLABER, S. J. M. 1997. **Fish and Fisheries of Tropical Estuaries**. Chapman & Hall, London. Fish and Fisheries Series 22.

BLABER, S. J. M. 2000. **Tropical estuarine fishes: ecology, exploitation & conservation**. Blackwell, Oxford.

BRANDINI, F. P. 1990. Hydrography and characteristics of the phytoplankton in the shelf and oceanic waters off southeastern Brazil during winter (July/August 1982) and summer (February/March 1984). **Hydrobiologia**, **196**: 111-148.

BRANDINI, F. P.; THAMM, C. A. C.; VENTURA, I. 1988. Ecological studies in the Bay of Harangue. III. Seasonal and spatial variations of nutrients and chlorophyll-a. Curitiba. **Nerítica**, **3**(1): 1-30.

BURGESS, W. E. 1989. **An atlas of freshwater and marine catfishes. A preliminary survey of the Siluriformes**. TFH Publ Inc., Neptune.

CAMERON, W. M. & PRITCHARD, D. W. 1963. Estuaries. *In*: HILL, M.N. (Ed.). **The Sea**. 2: 306-324. Interscience Publishers, New York.

CASTRO, A. C. L. 2001. Diversidade da assembléia de peixes em igarapés do estuário do Rio Paciência (MA – Brasil). **Atlântica**, **23**: 39-46.

CERVIGÓN, F. 1985. La ictiofauna de las aguas costeras estuarinas del delta del Rio Orinoco en la costa Atlántica Occidental, Caribe. *In*: YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. (Ed.) **Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: Towards an ecosystem integration**. DR (R) UNAM Press, México.

CHAO, L. N.; PEREIRA, L. E.; VIEIRA, J. P. 1985. Estuarine fish community of the Dos Patos Lagoon, Brazil: a baseline study. *In*: YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. (Ed.) **Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: towards an ecosystem integration**. DR (R) UNAM Press, México.

- CHAVES, P. T. C. 1994. A incubação de ovos e larvas em *Genidens genidens* (Valenciennes) (Siluriformes, Ariidae) da Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, **11** (4): 641-648.
- CHAVES, P. T. C. & CORRÊA, M. F. M. 1998. Composição ictiofaunística da área de manguezal da Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, **15** (1): 195-202.
- CHAVES, P. T. & VENDEL, A. L. 1996. Aspectos da alimentação de *Genidens genidens* (Valenciennes) (Siluriformes, Ariidae) na Baía de Guaratuba, Paraná. **Revista Brasileira de Zoologia**, **13** (3): 669-675.
- CHAVES, P. & BOUCHEREAU, J. L. 1999. Biodiversité et dynamique des peuplements ichtyiques de la mangrove de Guaratuba, Brésil. **Oceanologica Acta**, **22** (3): 353-364.
- CLARIDGE, P. N.; POTTER, I. C.; HARDISTY, M. W. 1986. Seasonal changes in movements, abundance, size composition and diversity of the fauna of the Svern Estuary. **Journal of Marine Biology**, **66**: 229-258.
- CLARKE, K. R. & WARWICK, R. M. 1994. **Change in communities: an approach to statistical analysis and interpretation**. Natural Environment Research Council, UK. Plymouth.
- CORRÊA, M. F. M. 1987. **Ictiofauna da Baía de Paranaguá e adjacências. Levantamentos e Produtividade**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- CORRÊA, M. F. M. 2001. **Ictiofauna demersal da Baía de Guaraqueçaba (Paraná, Brasil). Composição, estrutura, distribuição espacial, variabilidade temporal e importância como recurso**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- CRAIG, I. D. H. 1980. Contribuição ao conhecimento da fauna íctica costeira da região de Peruíbe, SP. I: Família Ariidae. **Revista Brasileira de Biologia**, **40** (4): 755-758.
- CYRUS, D. P. & BLABER, S. J. M. 1987. The influence of turbidity on juvenile marine fish in the estuaries of Natal, South Africa. **Continental Shelf Research**, **7** (11/12): 1411-1416.
- DAY JR, J. W.; HALL, C. A. S.; KEMP, W. M.; YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. 1989. **Estuarine Ecology**. John Wiley & Sons, New York.
- DITTMAR, T. 1999. **Outwelling of organic matter and nutrients from a mangrove in North Brazil: evidence from organic tracers and flux measurements**. Tese Ph. D. Zentrum für Marine Tropenökologie, Universität Bremen, Bremen.
- ESCHMEYER, W. N. 1998. **Catalog of Fishes**. California Academy of Sciences, San Francisco.
- FERNANDES-PINTO, E. 1997. **Composição, estrutura e distribuição espaço-temporal da ictiofauna da Enseada do Benito, Guaraqueçaba (PR, BR)**. Monografia de Graduação, Curitiba, Universidade Federal do Paraná, Centro de Estudos do Mar.

FROESE, R. & PAULY, D. (Ed.) **Fish Base World Wide Web electronic publication.** [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version (10/2004).

FUNPAR – Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnologia da Universidade Federal do Paraná. 1997. **Estudo do impacto ambiental (EIA) de uma usina termelétrica na Baía de Paranaguá e do Porto de desembarque, subestação e linha de transmissão associados.** Companhia Paranaense de Eletricidade. Relatório técnico.

GODEFROID, R. S. 1997. **Estrutura da comunidade de peixes da zona de arrebentação da praia de Pontal do Sul, Paraná, Brasil.** Dissertação de Mestrado. Departamento de Zoologia, UFPR, Curitiba.

GODEFROID, R. S.; H. L. SPACH; C. SANTOS; G. MAC LAREN; R. SCHWARZ JR. 2004. Mudanças temporais na abundância e diversidade da fauna de peixes do infralitoral raso de uma praia, sul do Brasil. **Iheringia**, **94** (1): 95-104.

GREENWOOD, M. F. D. & HILL, A. S. 2003. Temporal, spatial and tidal influences on benthic and demersal fish abundance in the Forth estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, **57**: 817-828.

GUEDES, D. S. 2001. **Taxonomia e ecologia dos Bagres (Teleostei: Ariidae) do litoral de Pernambuco, Brasil.** Tese de Doutorado. Departamento de Oceanografia, UFPE, Recife.

HORN, M. H. & ALLEN, L. G. 1985. Fish community ecology in Southern California bays and estuaries. Chap. 8: 169-190. *In*: YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. (Ed.) **Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: Towards an ecosystem integration**, DR (R) UNAM Press, México.

IGLESIAS, J. 1981. Spatial and temporal changes in the demersal fish community of the Ria de Arosa (NW Spain). **Marine Biology**, **65**: 199-208.

JUNG, S. & HOUDE, E. D. 2003. Spatial and temporal variabilities of pelagic fish community structure and distribution in Chesapeake Bay, USA. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, **58**: 335-351.

KJERFVUE, B. 1990. **Manual for investigation of hydrological process in mangrove ecosystems.** UNESCO/UNDP. Research and its application to the management of the mangroves of Asia and the Pacific (RAS/86/120).

KNOPPERS, B. A.; BRANDINI, F. P.; THAMM, C. A. 1987. Ecological studies in the Bay of Harangue. II. Some physical and chemical characteristics. **Nerítica**, **2** (1): 1-36.

LANA, P. C. 1986. Macrofauna bêntica de fundos sublitorais não consolidados da Baía de Paranaguá (Paraná). **Nerítica**, **1** (3): 79-89.

LANA, P. C.; MARONE, E.; LOPES, R. M.; MACHADO, E. C. 2000. The subtropical estuarine complex of Paranaguá Bay, Brazil. **Ecological studies**, **144**: 131-145.

LARA-DOMINGUEZ, A. L.; YÁÑEZ-ARANCIBIA, A.; LINHARES, F. A. 1981. Biología y ecología del bagres *Arius melanopus* Gunther en Laguna de Términos, sur del Golfo de México (Pisces: Ariidae). **An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nat. Auton. México**, **8** (1): 267-304.

LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L. 1998. **Numerical Ecology**. 2<sup>nd</sup> edition, Elsevier, Amsterdam.

LENANTON, R. C. J. & HODGKIN, E. P. 1985. Life history strategies of fish in some temperate Australian estuaries. Chap. 13: 267-284. *In*: YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. (Ed.) **Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: Towards an ecosystem integration**, DR (R) UNAM Press, México.

LENANTON, R. C. & POTTER, I. C. 1987. Contribution of estuaries to commercial fisheries in temperate western Australia and concept of estuarine dependence. **Estuaries**, **10**: 367-382.

LONGHURST, A. R. & PAULY, D. 1987. **Ecology of tropical oceans**. Academic Press Inc. California.

LOWE-McCONNELL, R. H. 1987. **Ecological studies in tropical fish communities**. Cambridge University Press. Cambridge.

MAES, J.; TAILLIEU, A.; VAN DAMME, P. A.; COTTENIE, K.; OLLEVIER, F. 1998. Seasonal Patterns in the Fish and Crustacean Community of a Turbid Temperate Estuary (Zeeschelde Estuary, Belgium). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, **47**: 143-151.

MARCENIUK, A. P. 1997. **Revisão sistemática do gênero *Cathorops* (Osteichthyes: Siluriformes, Ariidae)**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MARCENIUK, A. P.; FERRARIS JR, C. J. 2003. Ariidae (Sea Catfishes). *In*: REIS, R. E.; KULANDER, S. O.; FERRARIS JR, C. J. (Ed.) **Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America**. EDIPUCRS, Porto Alegre.

MARONE, E.; LANA, P. C.; BRANDINI, F. P.; MACHADO, E. C.; CORRÊA, M. F. M.; SOARES, C. R.; LIMA, E.; BARLETTA, M.; NOERNBERG, M.; SILVA, A. S.; KRUL, R.; BRANDINI, N.; BASSFELD, J. C.; ARAÚJO, A. D.; REBULI, K. B.; KIM, M. K.; ANGELOTTI, R. 2002. **Estudo e análise de risco ambiental das operações do DTSUL/PETROBRAS**. Centro de Estudos do Mar - CEM/UFPR.

MARSHALL, S. & ELLIOTT, M. 1998. Environmental influences on the fish assemblage of the Humber Estuary, UK. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, **46**: 175-184.

MATSUURA, Y. 1987. Contribuição ao estudo da estrutura oceanográfica da região sudeste entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC). **Ciência e Cultura**, **38**: 1439-1450.

McHUGH, J. L. 1967. Estuarine Nekton. *In*: LAUFF, G.H. (Ed.) **Estuaries**. Am. Assoc. Adv. Sci. Publ., **83**: 581-620.

MENEZES, N. A. & FIGUEIREDO, J. L. 1985. **Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil**. II. Teleostei (1). São Paulo, Mus Zool USP, São Paulo.

- METHVEN, D. A.; HAEDRICH, R. L.; ROSE, G. A. 2001. The fish assemblage of a Newfoundland Estuary: diel, monthly and annual variation. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, **52**: 669-687.
- MOYLE, P. B. & CECH JR, J. J. 1996. **Fishes. An Introduction to Ichthyology**. 3<sup>rd</sup> ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- NELSON, J. 1994. **Fishes of the world**. 3<sup>rd</sup> ed. Wiley & Sons. New York.
- PAES, E. T. 1996. **As comunidades de peixes demersais do litoral norte do Estado de São Paulo (Ubatuba, Brasil), e seus principais agentes estruturadores locais, regionais e históricos**. Tese Ph.D., IO, USP, São Paulo.
- PESSANHA, A. L. M. & ARAÚJO, F. G. 2003. Spatial temporal and diel variations of fish assemblages at two sandy beaches in the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, **57**: 817-828.
- PESSANHA, A. L. M.; ARAÚJO, F. G.; AZEVEDO, M. C. C.; GOMES, I. D. 2000. Variações temporais e espaciais na composição e estrutura da comunidade de peixes jovens da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Zoologia**, **17** (1): 251-261.
- ROMESBURG, H. C. 1984. **Cluster analysis for researchers**. Lifetime Learning Pub, Belmont, California.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. (coord.) 1995. **Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar**. São Paulo, Caribbean Ecological Research.
- SIMIER, M.; BLANC, L.; ALIAUME, C.; DIOUF, P. S.; ALBARET, J. J. 2004. Spatial and temporal structure of fish assemblages in an “inverse estuary”, the Seine Saloum System (Senegal). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, **59**: 69-86.
- SOUZA, M. A. M. & CHAVES, P. T. 2000. Influência do tamanho individual sobre a dieta de *Genidens genidens* (Teleostei, Ariidae) na Baía de Guaratuba (Paraná, Brasil). **Acta Biologica Leopoldensia**, **22** (2): 249-260.
- SPACH, H. L.; SANTOS, C.; GODEFROID, R. S.; NARDI, M.; CUNHA, F. 2004. A study of the fish community structure in a tidal creek. **Brazilian Journal of Biology**, **64** (2): 337-351.
- SPARRE, P. & VENEMA, S. C. 1997. **Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais, Parte 1 – Manual**. FAO, Roma.
- TAYLOR, W. R. & MENEZES, N. A. 1978. Ariidae. In: FISCHER, W. (Ed.) **FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Central Atlantic (Fishing Area 31)**. FAO. Roma.
- UNDERWOOD, A. J. 1997. **Experiments in ecology. Their logical design and interpretation using analysis of variance**. Cambridge University Press, Cambridge.

VASCONCELOS FILHO, A. L. 2001. **Interações tróficas entre peixes do Canal de Santa Cruz – PE**. Tese de Doutorado, Departamento de Oceanografia, UFPE, Recife.

VEGA-CENDEJAS, M. E. & SANTILLANA, M. H. 2004. Fish community structure and dynamics in a coastal hypersaline lagoon: Rio Lagartos, Yucatan, Mexico. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, **60**: 285-299.

VENDEL, A. L.; SPACH, H. L.; LOPES, S. G.; SANTOS, C. 2002. Structure and Dynamics of Fish Assemblages in a Tidal Creek Environment. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, **45** (3): 365-373.

VIEIRA, J. P. & MUSICK, J. A. 1994. Fish faunal composition in warm-temperate and tropical estuaries of Western Atlantic. **Atlântica**, **16**: 31-53.

WOLANSKI, E; MAZDA, Y; RIDD, P. 1992. Mangrove hydrodynamics. *In*: ROBERTSON, A. I.; ALONGI, D. M. (Ed.) **Tropical mangrove ecosystems**. Coastal and estuarine studies – 41. American Geophysical Union, Washington, DC.

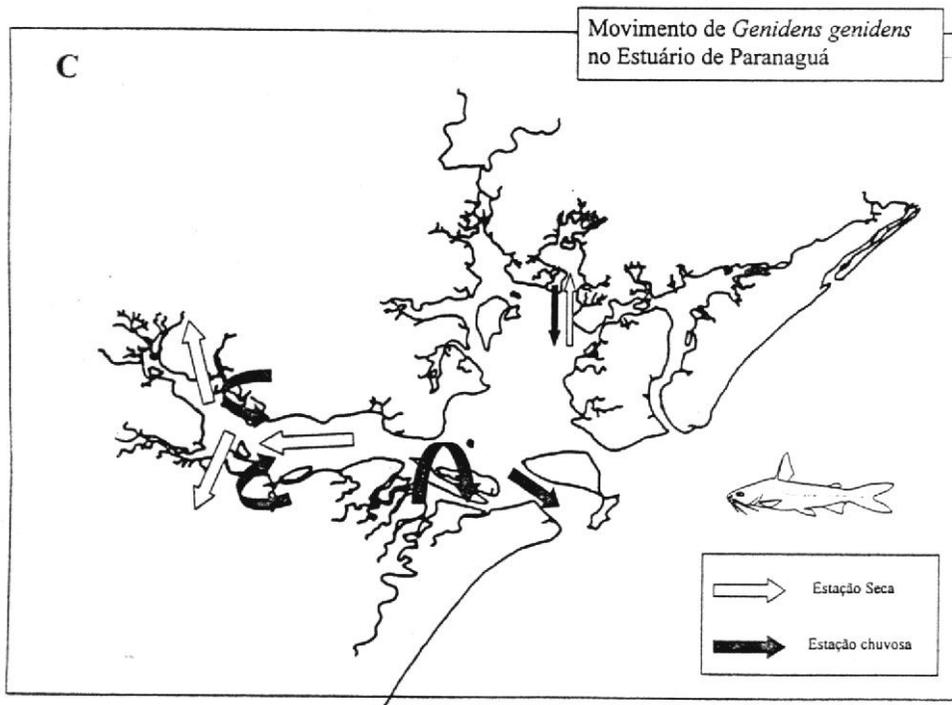
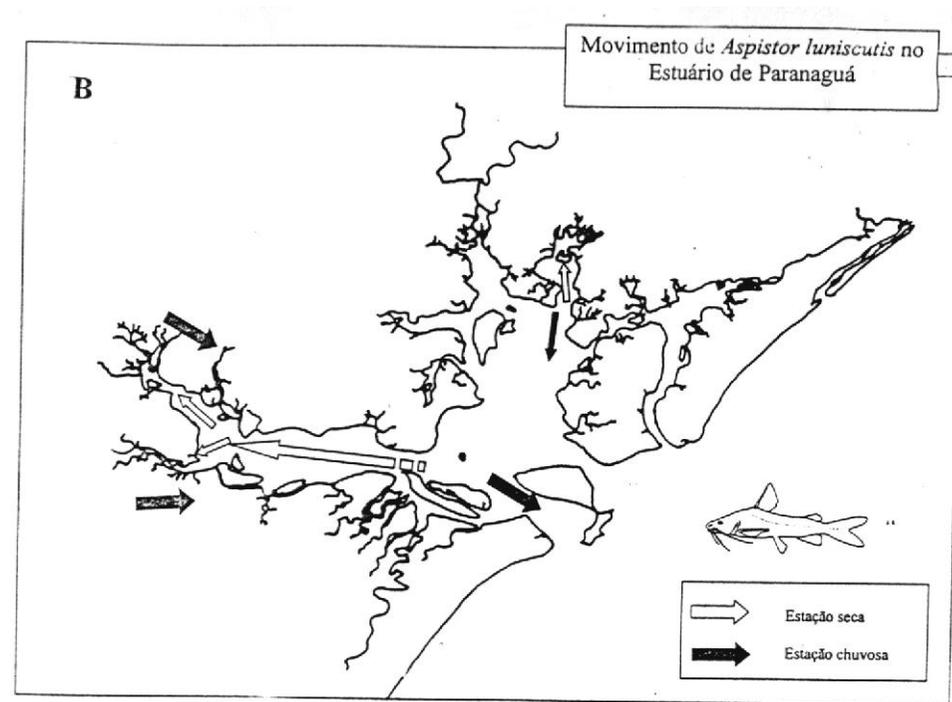
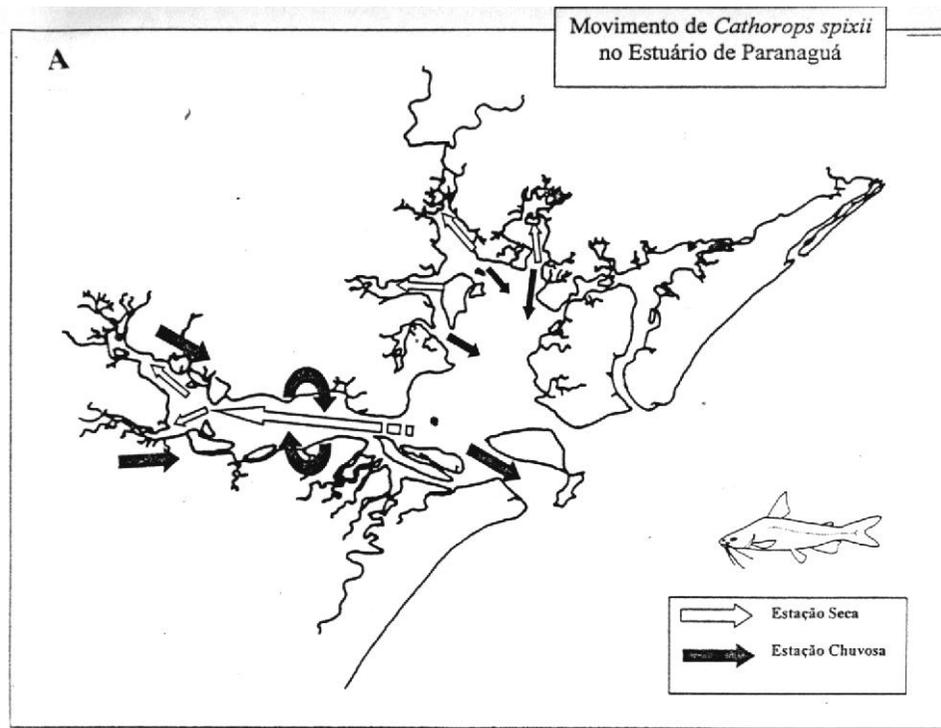
YÁÑEZ-ARANCIBIA, A.; LARA-DOMINGUEZ, A.L.; SANCHES-GIL, P.; VARGAS MALDONADO, I; CHAVANCE, P.; AMEZCUA LINARES, F.; AGUIRRE LEÓN, A.; DIAZ RUIZ, S. 1982. Ecosystem dynamics and nichthemeral and seasonal programming of fish community structure in a tropical estuarine inlet, México. **Oceanologica Acta**, 417-429.

YÁÑEZ-ARANCIBIA, A.; LARA-DOMINGUEZ, A. L.; AGUIRRE-LEON, A.; DIAZ-RUIZ, S.; LINARES, F. A.; HERNÁNDEZ, D. F.; CHAVANCE, P. 1985. Ecología de poblaciones de peces dominantes en estuarios tropicales: Factores ambientales que regulan las estrategias biológicas y la producción. Chap. 15: 331-366. *In*: YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. (Ed.) **Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: Towards an ecosystem integration**. DR (R) UNAM Press, México.

YÁÑEZ-ARANCIBIA, A.; LARA-DOMINGUEZ, J. L.; ROJAS-GALAVEZ, J. I.; SANCHES-GIL, P.; DAY, J. W.; MADDEN, C. J. 1988. Seasonal biomass and diversity of estuarine fishes coupled with tropical habitat heterogeneity (southern Gulf of Mexico). **Fish Biology**, **33** (Supplem A): 191-200.

ZAR, J. H. 1996. **Biostatistical analysis**. Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, New Jersey.

## **APÊNDICE**



**APÊNDICE 1** – Movimentos das espécies *Cathorops spixii* (A), *Aspistor luniscutis* (B) e *Genidens genidens* (C) no Estuário de Paranaguá. As setas brancas mostram os movimentos durante a estação seca para a região superior do estuário e as setas pretas, os movimentos durante a estação chuvosa para a região inferior do estuário (Fotos das espécies, ver página 18).