

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA BIOLÓGICA**

**CONDIÇÕES OCEANOGRÁFICAS E AS
ASSEMBLÉIAS ICTIOPLANCTÔNICAS NO
ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS**

ANDRÉ SCHMIDT FILGUERAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Oceanografia Biológica da Universidade Federal do Rio Grande, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Orientador: José Henrique Muelbert

**RIO GRANDE
Março de 2009**

Agradecimentos

Gostaria de agradecer primeiramente aos meus pais, por terem sempre me auxiliado e apoiado nas decisões que eu tomei em minha vida, em especial na de cursar oceanologia e este mestrado. Agradeço também a Priscilla, que com sua companhia e atenção foi fundamental para a conclusão desta jornada.

Quero agradecer a todos os integrantes do LEI, pessoas amigas e afetuosas que tornam aquele laboratório certamente um dos mais agradáveis de se trabalhar naquela base oceanográfica. Por fim, gostaria de agradecer ao Zeca, sempre muito prestativo e participativo ao longo de todo o desenvolvimento do meu trabalho, dando assim segurança para que esta dissertação fosse elaborada da melhor forma possível.

... ah, e agradeço-lhe por ter em mãos este trabalho, e espero que este possa ser útil, seja qual for o fim para o qual o esteja lendo!!!

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS	IV
LISTA DE FIGURAS	V
RESUMO	VII
ABSTRACT	VIII
INTRODUÇÃO.....	9
OS ESTUÁRIOS E SEUS ASPECTOS FÍSICOS E BIOLÓGICOS	9
O ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS	13
OBJETIVO	16
CAPÍTULO 1 - CLASSIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES OCEANOGRÁFICAS PREDOMINANTES DO ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS	17
1.1 INTRODUÇÃO.....	17
1.2 MATERIAL E MÉTODOS	20
1.2.1 Princípio do Método.....	20
1.2.2 Aplicação do Método	22
1.3 RESULTADOS	25
1.4 DISCUSSÃO	29
CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO DAS ASSEMBLÉIAS ICTIOPLANCTÔNICAS DO ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS	35
2.1 INTRODUÇÃO.....	35
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	39
2.2.1 Processamento das amostras.....	39
2.2.2 Processamento e análise dos dados.....	40
2.3 RESULTADOS	43
2.3.1 Ictioplâncton	43
2.3.2 Caracterização das Assembléias Ictioplanctônicas	44
2.4 DISCUSSÃO	55
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação baseada nos intervalos de salinidade do “Venice System” e na relação vertical entre intervalos.	21
Tabela 2: Graus de estratificação e suas respectivas variações de salinidade.	22
Tabela 3: Cobertura temporal e quantitativa das amostragens realizadas pelos projetos.	23
Tabela 4: Profundidade média dos pontos amostrais.	24
Tabela 5: Valores percentuais do número de amostragens ocorridas em cada classe de salinidade no estuário da Lagoa dos Patos.	27
Tabela 6: Percentual numérico (PN%) e frequência de ocorrência (FO%) de larvas dos <i>taxa</i> mais abundantes e freqüentes no estuário da Lagoa dos Patos.	43
Tabela 7: Percentual numérico (PN%) e frequência de ocorrência (FO%) de ovos dos <i>taxa</i> mais abundantes e freqüentes no estuário da Lagoa dos Patos.	44
Tabela 8: Densidade média ($n^{\circ}/100m^3$) de larvas e ovos para cada classe de salinidade conforme estabelecido no capítulo 1. Valores em negrito são os mais elevados para cada <i>taxa</i>	45
Tabela 9: Análise de similaridade (ANOSIM) realizada nos grupos formados a uma similaridade de 55%.	48
Tabela 10: Valores de densidade média de larvas e ovos de cada táxon para cada região do estuário da Lagoa dos Patos. Valores em negrito são os mais elevados para cada <i>taxa</i>	51
Tabela 11: Valores de densidade média de larvas e ovos de cada táxon para cada estação do ano. Valores em negrito são os mais elevados para cada <i>taxa</i>	52
Tabela 12: Variação sazonal e regional do percentual da densidade média dos grupos I e II ao longo das classes de salinidade.	53
Tabela 13: Variação sazonal e regional do percentual da densidade média dos grupos IIIA, IIIB e IIIC ao longo das classes de salinidade.	54

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da região estuarina da Lagoa dos Patos.	15
Figura 2: Diagrama formado a partir da salinidade encontrada na superfície (Ss) e no fundo (Sf) da coluna d'água, onde se verifica a delimitação das classes de salinidade e os graus de estratificação (ΔS) encontradas no Estuário da Lagoa dos Patos.	22
Figura 3: Distribuição espacial dos pontos de amostragem na região superior (amarelo) média (verde) e inferior (azul) do Estuário da Lagoa dos Patos. ● e ★: localização dos pontos do Projeto Lagoa Estratificada e do Projeto Pós-larva utilizados nas análises, respectivamente.	24
Figura 4: Gráfico com as amostragens dispersas ao longo das classes de salinidade (esquerda) eum diagrama representando em cores o percentual de amostras em cada classe (direita).	24
Figura 5: Distribuição Sazonal e espacial das condições de salinidade do estuário ao longo das classes de salinidade.	28
Figura 6: Representação do estuário da Lagoa dos Patos mostrando os diferentes corpos d'água encontrados na região. Retirado de Hartmann <i>et al.</i> (1986).	32
Figura 7: a = distribuição da salinidade média na superfície (Ss) e no fundo (Sf) ao longo do perfil longitudinal da lagoa. b = salinidade média da coluna d'água ao longo da lagoa (pontos) e o decréscimo exponencial da salinidade calculado através de análise de regressão representado pela linha pontilhada ($r^2 = 0,94$). Linha contínua representa o coeficiente de variação da dispersão longitudinal (Kx). Retirado de Möller & Castaing (1999).	32
Figura 8: A curva de Remane (Remane, 1934; modificado) com o eixo de salinidade baseado no "Venice System" (1959). Hachura diagonal representa espécies de água doce, hachura vertical as espécies verdadeiramente de água salobra e área em branco representa as espécies marinhas. Retirado de Paavola <i>et al.</i> (2005).	36
Figura 9: Esquema ilustrando as etapas da análise de agrupamentos para os tipos de estuário descritos no capítulo 1.	42
Figura 10: Dendrograma representando os cinco grupos de larvas formados a partir dos dados de densidade média dos taxa para cada classe de salinidade.	47
Figura 11: Escalonamento multidimensional (MDS) mostrando a distribuição dos taxa ao longo dos grupos formados a partir da análise de agrupamentos. Linha em azul: similaridade de 45%; linha em vermelho: similaridade de 55%.	47
Figura 12: Triângulos ilustrando a distribuição das larvas dos grupos I, II e IIIA ao longo das classes de salinidade.	49

Figura 13: Triângulos ilustrando a distribuição das larvas dos grupos IIIB e IIIC ao longo das classes de salinidade.	50
Figura 14: Estratégia reprodutiva das espécies visitantes marinhas e estuarino migrantes, retirada de Whitfield (1999) e de Elliott et al. (2007).	57
Figura 15: Estratégia reprodutiva das espécies visitantes marinhas, estuarino residentes e estuarino migrantes, retirada de Whitfield (1999).....	60
Figura 16: Estratégia reprodutiva das espécies estuarino dependentes, retirada de Whitfield (1999).	61

RESUMO

Estuários são ambientes de intensa hidrodinâmica comandada pela influência tanto da água doce continental quanto da salgada oceânica. Essas influências geram uma grande variabilidade temporal e espacial da abundância e da composição do ictioplâncton, tanto horizontal quanto verticalmente. Este trabalho tem como objetivo a caracterização dos padrões de assembleias ictioplanctônicas determinadas pelas condições oceanográficas predominantes no estuário da Lagoa dos Patos. Para tanto foram utilizadas amostras de projetos realizados entre 1982-83 e 1994-95, abrangendo as porções superior, média e inferior do estuário e todas as estações do ano. Para uma melhor compreensão dos processos oceanográficos do estuário, foi desenvolvido um método de classificação de águas, baseado no “Venice System”, que classifica as águas também de acordo com a estratificação. Com base nesta classificação, foram identificados padrões sazonais e espaciais da salinidade na região, e este método foi empregado posteriormente sobre a densidade de ovos e larvas das espécies mais frequentes no estuário da Lagoa dos Patos. A análise de agrupamentos realizada sobre cada *taxa* ao longo das classes de salinidade formou assembleias distintas que englobavam espécies que, além de apresentarem o mesmo padrão de distribuição ao longo das salinidade e estratificações, ocorreram de forma similar ao longo das regiões do estuário e estações do ano. Os *taxa* pertencentes a cada assembleia não apresentam as mesmas estratégias de ciclo de vida, mas algumas espécies apresentaram uma distribuição diferente da esperada (ex. Blenniidae, *T. lepturus*, *L. grossidens* e *B. pectinata*), de forma que classificações alternativas foram propostas para estas espécies. O método de classificação proposto neste trabalho mostrou-se eficiente para a compreensão dos processos oceanográficos e seus efeitos sobre a distribuição do ictioplâncton do Estuário da Lagoa dos Patos.

ABSTRACT

Estuaries are areas of intense hydrodynamic, controlled both by the influence of continental freshwater as well as the salty oceanic waters. These influences generate large temporal and spatial variability of the abundance and composition of ichthyoplankton, both horizontally as vertically. This study aims to characterize patterns of ichthyoplankton assemblages determined by the oceanographic conditions prevailing in the Patos Lagoon estuary. Samples collected during 1982-83 and 1994-95 that the upper, middle and lower portions of the estuary and all seasons were used in the analysis. For a better understanding of oceanographic processes of the estuary, a method of classification based on the "Venice System" that include water stratification was developed. Based on this classification, seasonal and spatial patterns of salinity in the region were identified, and used to classify the ichthyoplankton based on the density of eggs and larvae of the most frequent *taxa* in the estuary of the Patos Lagoon. Cluster analysis formed assemblages that show the same pattern of distribution along salinity and stratification patterns, and were similar over the different regions of the estuary and seasons. Assemblages revealed grouping of *taxa* with different life-cycle strategies, and species distribution diverse from the expected (eg Blenniidae, *T. lepturus*, *L. grossidens* and *B. pectinata*). An alternative classification has been proposed for these species. The results from this study showed that a classification method based on vertical and horizontal salinity gradients was efficient for the understanding of oceanographic processes and their effect on the distribution of ichthyoplankton in the Patos Lagoon estuary.

INTRODUÇÃO

Os Estuários e seus Aspectos Físicos e Biológicos

Estuários são corpos de água costeiros semi-fechados que apresentam ligação livre com o oceano aberto, no interior dos quais a água do mar é mensuravelmente diluída pela água doce proveniente da drenagem continental (Cameron & Pritchard, 1963). Os estuários, assim como as lagoas costeiras, são sistemas dinâmicos abertos influenciados e dominados por energias físicas. Nestes ambientes, é comum a ocorrência de gradientes horizontais e verticais de salinidade, geralmente se tornando mais doce com a distância da costa oceânica (Day & Yañez-Arancibia, 1985).

A localização do ambiente de mistura entre águas oriundas de rios e de origem marinha dentro de um estuário, bem como o grau de mistura dessas águas, é influenciada por vários fatores. Entre estes, a declividade do rio, a largura do ambiente estuarino e a presença ou não de contração em direção ao mar (Kjerfve, 1988). Estes fatores, somados à intensidade da descarga do rio, podem aumentar o fluxo da pluma de água doce em direção ao oceano e restringir o ambiente estuarino somente à boca do estuário, ou então diminuir a

influência continental e permitir a entrada de água salgada até regiões mais internas. Estas duas situações podem ocorrer em um mesmo estuário, em regiões marcadas por variações sazonais da descarga dos rios (Kjerfve, 1988). Além desses fatores, o estresse provocado pelo vento e marés, inclusive meteorológicas, pode ser um importante fator da circulação e a mistura em ambientes estuarinos (Geyer, 1997).

A variabilidade física de lagoas costeiras e estuários pode ser considerada uma forma de estresse sobre os organismos estuarinos, originada principalmente pelas flutuações de temperatura e salinidade (Day & Yañez-Arancibia, 1985). Os efeitos da salinidade nos organismos estuarinos são variados e o impacto da salinidade é freqüentemente relacionado a outros fatores. Por exemplo, a temperatura pode interagir com a salinidade, e a resposta de um animal à mudança de salinidade pode mudar de acordo com a temperatura. Os efeitos em um animal também podem ser diferentes de acordo com os estágios do ciclo de vida. Em geral os animais são mais sensíveis no estágio de ovo e quando recém eclodido, ou quando adulto em condições de desova do que em estágios intermediários de crescimento (McLusky, 1989).

A quantidade de espécies encontradas no interior do ambiente estuarino é menor do que a quantidade encontrada em ambientes marinhos e de água doce, uma vez que o número de espécies de água doce e marinhas capazes de tolerar variações de salinidade típicas de estuários diminuem drasticamente à medida que se penetra no ambiente estuarino, sendo que poucas espécies podem ser consideradas “verdadeiramente estuarinas”. Isto se deve ao estresse fisiológico sofrido pelos organismos nesse ambiente e por

se tratar de regiões do planeta muito recentes, o que não possibilitou a adaptação fisiológica de um número maior de espécies até o presente (McLusky, 1989).

Alguns dos estuários mais intensamente estudados no planeta estão localizados em latitudes temperadas. A estrutura das comunidades aquáticas nestes ecossistemas tipicamente varia em um ciclo anual, visto que a atividade das populações constituintes é programada sazonalmente de acordo com fatores ambientais, como temperatura e foto período. Os organismos se adaptam à periodicidade natural no ambiente físico e “programam” seus ciclos de vida para responder aos ritmos sazonais. Desta forma, quando as condições ambientais são favoráveis, pulsos nas atividades reprodutivas e comportamentais resultam no máximo de benefícios (Kennish 1986).

Estuários temperados são altamente produtivos, devido aos seus múltiplos subsistemas de produtores primários. Comandam estes subsistemas a vegetação de marismas (ex. *Spartina spp.*), grama marinha (ex. *Zostera marina*), e fitoplâncton (ex. diatomáceas, microflagelados e dinoflagelados). Estes subsistemas provêm uma fonte considerável de energia que suporta uma grande quantidade de organismos de nível trófico elevado (Kennish 1986), de forma que a produtividade de estuários está entre as mais altas medidas para os ecossistemas naturais. A entrada de água doce nesses sistemas transporta materiais dissolvidos e suspensos, o que é um importante subsídio para estes ambientes. A maioria das fontes alóctones de nutrientes e sedimentos geralmente vêm dos rios (Day & Yañez-Arancibia, 1985).

Ambientes estuarinos e as águas costeiras desempenham um papel importante nos ciclos de vida de vários teleósteos marinhos, pois fornecem uma abundância de alimento e de proteção dos predadores para larvas e juvenis de peixes, que usam estas áreas como criadouros (Harris *et al.*, 2001). As comunidades de peixes que habitam os estuários são a combinação de espécies de água doce e marinhas, incluindo suas larvas e seus ovos. Muitas espécies marinhas habitam regiões próximas de estuários e seus ovos e larvas são transportados para estas áreas onde se desenvolvem e crescem (Muelbert & Weiss, 1991), sendo muitas destas espécies de importância comercial (Henderson, 2007). A captura de peixes por unidade de área em lagoas costeiras é comumente igual ou maior que as mais produtivas pescarias na plataforma continental (Yañez-Arancibia *et al.*, 1985).

Devido à flutuabilidade ambiental dos estuários e à sazonalidade encontrada nesses ambientes, principalmente em climas temperados, as assembléias de larvas de peixes estuarinos são variáveis, tanto em termos da composição das espécies e padrões de distribuição (Harris *et al.*, 1999), mudando continuamente no tempo e no espaço (Muelbert & Weiss, 1991). Desta forma, é importante que se tenha conhecimento de como se comportam as assembléias ictioplanctônicas de acordo com as condições oceanográficas predominantes dos estuários, de forma a conhecer melhor as estratégias desenvolvidas por estes organismos para conseguirem se desenvolver e prosperar nestes sistemas produtivos e instáveis.

O Estuário da Lagoa dos Patos

A Lagoa dos Patos (32°S 49°W), considerada a maior lagoa do tipo “estrangulada” do mundo (Kjerfve, 1986), é uma lagoa de clima temperado, com aproximadamente 250 km de comprimento e 60 km de largura, cobrindo uma área de 10360 km² ao longo da planície costeira do Rio Grande do Sul. Sua região estuarina está restrita à região mais ao sul da lagoa, representando aproximadamente 10% da sua área total. É conectada ao oceano através de um canal, limitado lateralmente por molhes de aproximadamente 4 km de comprimento, construídos para estabilizar a desembocadura do estuário e permitir a navegação pela entrada do canal (Figura 1). Exceto por seu canal de navegação, em torno de 80% da área da lagoa possui profundidade inferior a 2 m (Vieira *et al.*, 2008).

O vento e os padrões sazonais de fluxo de água doce são as principais forçantes dos padrões de circulação da água e da salinidade, tanto longitudinal quanto verticalmente, uma vez que a região é de micromaré, com amplitude média de 0,47 m (Seeliger, 2001). Ventos de NE são predominantes ao longo do ano, sendo que durante o outono e o inverno, períodos de forte intensidade de ventos, aqueles do quadrante sul ganham importância devido à maior penetração de sistemas frontais na região. Resultados obtidos por Malaval (1922) e Motta (1969) mostram que ventos de NE podem contribuir para o fluxo da lagoa em direção ao oceano, enquanto que aqueles oriundos do quadrante sul levariam o fluxo ao sentido contrário (Möller *et al.*, 1996).

A bacia de drenagem da lagoa é uma das maiores da América Latina, correspondendo a aproximadamente 140000 km², e a descarga de água doce

varia sazonalmente, com alta vazão no final do inverno e início da primavera, seguidas por descargas moderadas ao longo do verão e outono (Garcia *et al.*, 2003a). Médias mensais baseadas em quatorze anos de dados de vazão dos rios Jacui-Taquari e Camaquã, principais tributários da Lagoa dos Patos, variam de 500 m³/s no mês de março até 3000 m³/s entre agosto e outubro, podendo o valor máximo chegar a 12000 m³/s em períodos de El Niño (Möller *et al.*, 1996).

A lagoa e zona costeira adjacente suportam uma das mais importantes pescarias do Atlântico Sul Ocidental, e o estuário é um importante viveiro para várias das espécies mais importantes nestas pescarias (Chao *et al.*, 1985). As espécies mais abundantes que constituem o ictioplâncton no Estuário da Lagoa dos Patos são aquelas que dependem do estuário para seu desenvolvimento, chegando a representar 88% dos ovos e 66% das larvas presentes no estuário. São espécies costeiras, como *Brevoortia pectinata*, *Lycengraulis grossidens* e *Micropogonias furnieri*. Além destas, são também encontradas na região espécies que utilizam o estuário oportunisticamente como berçário durante seus estágios larvais. Neste grupo estão presentes muitas espécies, incluindo espécies de importância comercial, como *Macrodon ancylodon*, *Menticirrhus* sp. e *Trichiurus lepturus*. Outro grupo encontrado no interior do estuário é o formado por espécies estuarino residentes, representado por ovos e larvas do linguado *Catathyridium garmani*, de Atherinopsidae, *Syngnathus folletti*, Blenniidae e Gobiidae. Estas espécies e grupos não são muito abundantes (0,4 - 3,3%) e são geralmente encontradas em regiões interiores rasas. O Siluriforme *Parapimelodus nigribarbis*, espécie de água doce, ocorre no

estuário em épocas de intenso deságüe continental, enquanto que a espécie *Pepilus paru* só ocorre no estuário na presença de cunha salina (Sinque & Muelbert, 1998).

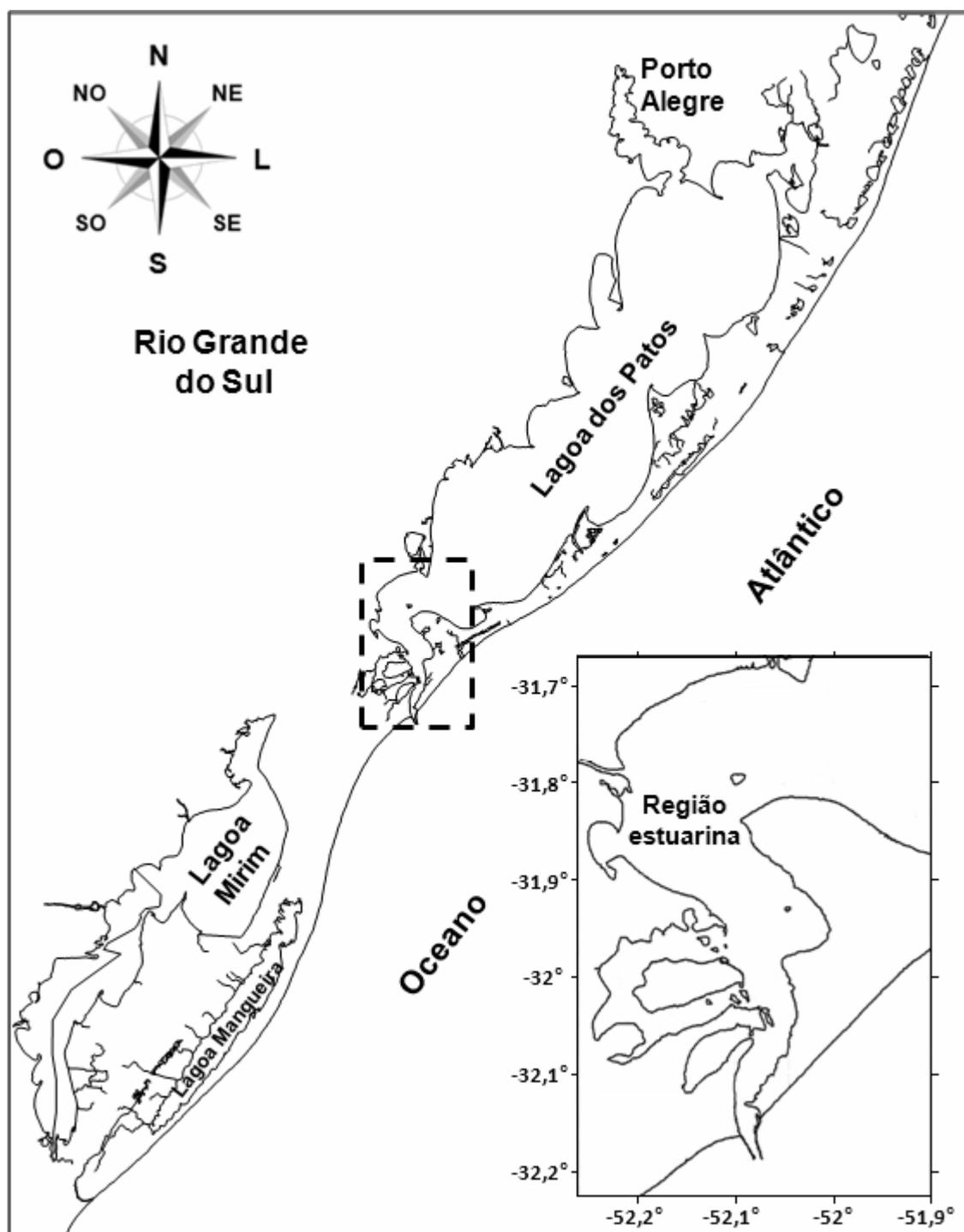


Figura 1: Localização da região estuarina da Lagoa dos Patos.

Objetivo

Tendo em vista a grande variabilidade hidrodinâmica da região e sua influência na composição das assembleias de peixes no estuário, este trabalho tem como objetivo caracterizar os padrões de assembleias ictioplanctônicas no estuário da Lagoa dos Patos de acordo com as condições oceanográficas predominantes da região.

Objetivos específicos:

1. Identificar os padrões oceanográficos predominantes no Estuário da Lagoa dos Patos;
2. Caracterizar as assembleias de larvas de peixes associadas às diferentes condições oceanográficas;
3. Determinar a variabilidade sazonal e espacial da interação entre condições oceanográficas e assembleias ictioplanctônicas.

CAPÍTULO 1

CLASSIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES OCEANOGRÁFICAS

PREDOMINANTES DO ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS

1.1 Introdução

O processo de classificação ambiental é definido como uma sistematização de unidades em classes ou grupos que são semelhantes, proporcionando uma abordagem lógica para organizar e agrupar informações sobre sistemas ecológicos. Classificações ambientais caracterizam e mapeiam variações de fatores abióticos, a fim de auxiliar na compreensão dos processos e padrões resultantes em grande escala (Hume *et al.*, 2007). Cientistas e gestores ambientais utilizam classificações para compreender, proteger e gerenciar os recursos naturais. Esforços para classificação ecológica têm sido desenvolvidos para os ecossistemas aquáticos e terrestres (Kurtz *et al.*, 2006). Embora as zonas costeiras sejam diversas e complexas, elas podem apresentar padrões físicos, geomorfológicos e hidrodinâmicos semelhantes que podem ser úteis para a classificação.

Os critérios para a classificação de ambientes estuarinos foram desenvolvidos com a finalidade de comparar diferentes estuários, organizando-os adequadamente com uma base de dados e estabelecendo uma estrutura de princípios gerais de funcionamento. Esses critérios tornam possível a previsão das principais características de circulação e processos de mistura (Miranda *et al.*, 2002). Pritchard (1952) classificou os estuários de acordo com sua geomorfologia, identificando quatro tipos: estuários formados por vale de rio “afogado”, estuários formados por barras (ou lagoas costeiras), fiordes e estuários formados tectonicamente. Fairbridge (1980) elaborou uma classificação fisiográfica, onde os estuários foram organizados em sete categorias, baseadas no relevo e no grau de bloqueio da foz do estuário. Os sete tipos são: estuário construído por barra, de planície costeira, laguna costeira, fiorde, ria, delta e estuário de origem tectônica. Ambas as classificações descritas anteriormente são importantes para a compreensão dos processos geológicos e morfodinâmicos formadores das regiões estuarinas. No entanto, não abordam os aspectos hidrográficos, como circulação e estratificação.

Pritchard (1955) e Cameron & Pritchard (1963), a partir da classificação baseada na distribuição da salinidade de Stommel (1953), classificaram os estuários de acordo com a circulação, dividindo-os em altamente estratificados ou cunha salina, parcialmente misturados com estratificação moderada e em verticalmente homogêneos, com e sem gradiente longitudinal de salinidade. Em 1966, Hansen & Rattray formularam um método quantitativo de classificação e comparação de estuários, utilizando dois parâmetros

adimensionais: o parâmetro estratificação, que considera a diferença de salinidade entre superfície e fundo, e o parâmetro circulação, que é a razão entre a taxa de descarga do rio pela descarga da secção do estuário. Apesar de permitirem a divisão dos estuários de acordo com o grau de estratificação da coluna d'água, estas classificações não se baseiam unicamente na variação vertical de salinidade, de forma que um mesmo tipo de estuário pode ter diferentes variações de salinidade de acordo com a intensidade da circulação.

No entanto, existe uma classificação baseada na zonificação da salinidade, que considera os diferentes graus de mistura entre água doce e salgada, conhecida como "Venice System" (1959). Esta classificação permite a divisão do estuário em regiões, desde a dominada exclusivamente pela água doce continental (zona limnética, com salinidade abaixo de 0,5), passando pela região oligohalina (0,5 a 5), mesohalina (5 a 18) polihalina (18 a 30) e euhalina (acima de 30), podendo existir também a região hiperhalina (acima de 40). Apesar de ser uma ferramenta para zonar ambientes dentro do estuário, o "Venice System" não considera em conjunto a variação vertical, podendo ocorrer um ambiente limnético nas camadas superficiais da coluna d'água e euhalino nas regiões mais profundas, por exemplo. Essa variação vertical da salinidade é um fator importante para a concentração de diversos organismos, de forma que a combinação vertical de duas faixas de salinidade pode vir a representar um terceiro ambiente distinto.

No estuário da Lagoa dos Patos, a variação vertical de salinidade e a salinidade média da coluna d'água podem ser informações importantes para a tipificação do estuário em diferentes regiões e épocas do ano, e

conseqüentemente podem auxiliar no zoneamento das espécies de acordo com seus limites individuais de tolerância às variações de salinidade e estratégias de ocupação do estuário.

Dessa forma, este capítulo tem como objetivo formular uma classificação das águas do Estuário da Lagoa dos Patos a partir das faixas de salinidade encontradas e da relação vertical entre elas.

1.2 Material e Métodos

1.2.1 Princípio do Método

A classificação das águas do Estuário da Lagoa dos Patos proposta neste trabalho se baseia nas faixas de salinidade delimitadas pelo “Venice System” (1959). A partir deste sistema de classificação, foi adicionado o fator profundidade, dividindo-se a coluna d’água do estuário em superfície e fundo. Desta forma, foram originadas subclassificações, baseadas na combinação da faixa de salinidade encontrada na camada superficial com aquela encontrada nas águas mais profundas (Tabela 1). Os intervalos de salinidade do “Venice System”, quando combinados entre si verticalmente, geram intervalos de estratificação, que podem variar tanto em termos de predomínio de água doce ou salgada na coluna d’água quanto em intensidade (grau de estratificação).

Com o objetivo de simplificar o método, o intervalo limnético foi unido ao oligohalino. Para que esta classificação possa ser verificada graficamente, foi elaborado um diagrama, onde na abscissa se encontra a salinidade na superfície da coluna d’água (S_s) e na ordenada verifica-se a salinidade

encontrada no fundo (Sf). De forma a melhorar a comparação entre classes de salinidade diferentes, foram delimitados seis graus de estratificação de forma que o número correspondente a cada grau represente um aumento de variação de salinidade entre superfície e fundo (ΔS) de até seis unidades (Tabela 2). Estes graus de estratificação são importantes, uma vez que os “intervalos de estratificação” delimitados a partir do Venice System não necessariamente delimitam “graus de estratificação”, de forma que diferentes classes podem compartilhar graus de estratificação entre si, parcial ou totalmente. Dessa forma, cada classe de estratificação obtida apresenta subdivisões, como pode ser observado na Figura 2.

Tabela 1: Classificação baseada nos intervalos de salinidade do “Venice System” e na relação vertical entre intervalos.

Condição	Salinidade	
	Superfície	Fundo
Baseadas no Venice System:		
Oligohalina (O)	≤ 6	≤ 6
Mesohalina (M)	$6 < S \leq 18$	$6 < S \leq 18$
Polihalina (P)	$18 < S \leq 30$	$18 < S \leq 30$
Euhalina (E)	> 30	> 30
Combinações do Venice System:		
Oligo-mesohalina (OM)	≤ 6	$6 < S \leq 18$
Oligo-polihalina (OP)	≤ 6	$18 < S \leq 30$
Oligo-euhalina (OE)	≤ 6	> 30
Meso-polihalina (MP)	$6 < S \leq 18$	$18 < S \leq 30$
Meso-euhalina (ME)	$6 < S \leq 18$	> 30
Poli-euhalina (PE)	$18 < S \leq 30$	> 30

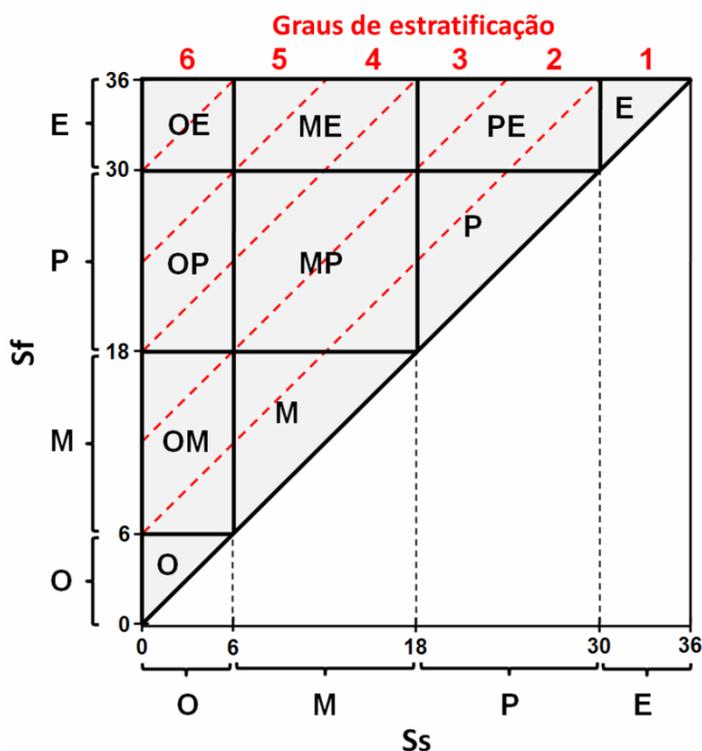


Tabela 2: Grau de estratificação e seus respectivos intervalos de variação da salinidade (ΔS).

Grau de estratificação	ΔS
1	$0 < \Delta S \leq 6$
2	$6 < \Delta S \leq 12$
3	$12 < \Delta S \leq 18$
4	$18 < \Delta S \leq 24$
5	$24 < \Delta S \leq 30$
6	$30 < \Delta S \leq 36$

Figura 2: Diagrama formado a partir da salinidade encontrada na superfície (Ss) e no fundo (Sf) da coluna d'água, onde se verifica a delimitação das classes de salinidade e os graus de estratificação (ΔS) encontradas no Estuário da Lagoa dos Patos.

1.2.2 Aplicação do Método

Para que este método pudesse ser aplicado no Estuário da Lagoa dos Patos, foram utilizados dados de salinidade de dois projetos: o Projeto Lagoa Estratificada (1981-83), descrito por Muelbert (1986); e, o Programa Pós-larva (1994-95), descrito por Ibagy (1997). A área de cobertura do projeto Lagoa Estratificada correspondeu a cinco estações de amostragem ao longo do canal do ELP (Figura 3), nos quais foram realizadas amostragens de superfície e fundo. As amostras do Projeto Pós-larva foram coletadas utilizando-se a mesma metodologia descrita anteriormente, com a área de amostragem limitando-se a cinco pontos entre a ponta do Retiro (ao norte) e a ponta dos

Molhes da barra (ao sul). O intervalo entre amostragem de ambos os projetos variou entre 15 e 30 dias (Tabela 3).

As análises foram realizadas dividindo-se o estuário em três regiões: estuário superior, estuário médio e estuário inferior, baseado em Bruno (2003). Estas regiões apresentam diferentes faixas de profundidade da porção superior até a inferior do estuário (tabela 4). Para que a variabilidade sazonal seja avaliada, as estações do ano foram analisadas separadamente.

Para uma melhor visualização dos resultados no diagrama, o número de amostras ocorridas em cada classe de salinidade foram padronizadas de forma que cada ambiente foi preenchido com uma cor proporcional à porcentagem das amostras totais presentes em cada categoria de salinidade. Esta transformação, além de facilitar a comparação de regiões ou estações com quantidades diferentes de amostras, facilita a visualização nos casos de amostras com sobreposição de pontos, o que subestimaria o número de amostras presentes em uma classe de salinidade (Figura 4).

Tabela 3: Cobertura temporal e quantitativa das amostragens realizadas pelos projetos.

Projeto	Período	Periodicidade	n° de amostras	Tipo de amostragem
Lagoa Estratificada	04/81 a 02/83	Quinzenal a mensal	146	Superfície e fundo
Pós-Larva	07/94 a 07/95	Quinzenal a mensal	160	Superfície e fundo

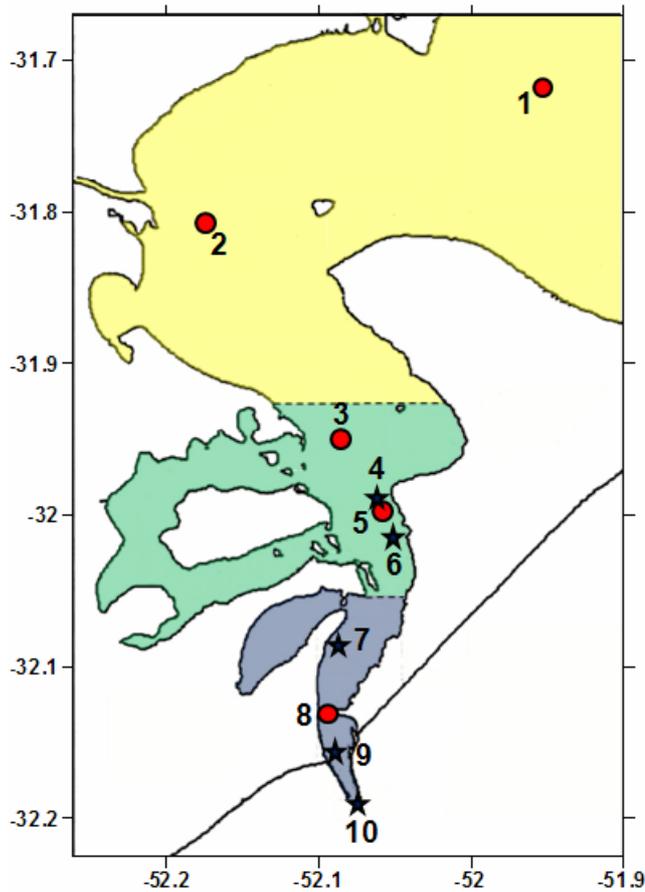


Tabela 4: Profundidade média dos pontos amostrais.

Região	Ponto	Prof. média (m)
Superior	1	5,2
	2	5,6
	3	9,2
Média	4	11,2
	5	9,9
	6	11,3
	7	12,5
Inferior	8	15,3
	9	16,5
	10	12,4

Figura 3: Distribuição espacial dos pontos de amostragem na região superior (amarelo) média (verde) e inferior (azul) do Estuário da Lagoa dos Patos. ● e ★: localização dos pontos do Projeto Lagoa Estratificada e do Projeto Pós-larva utilizados nas análises, respectivamente.

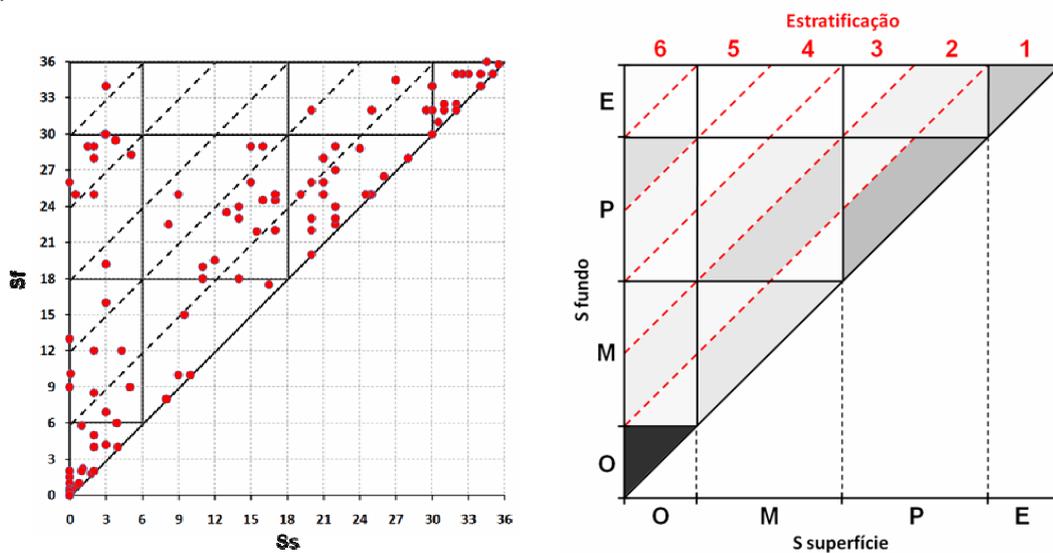


Figura 4: Gráfico com as amostragens dispersas ao longo das classes de salinidade (esquerda) e um diagrama representando em cores o percentual de amostras em cada classe (direita).

1.3 Resultados

As classes de salinidade predominantes no estuário variaram ao longo das estações do ano. Durante o inverno e primavera o estuário se manteve predominantemente na classe *O*, enquanto que no verão houve variação de acordo com a região do estuário entre o ambiente *O* e *E*. No outono, houve o predomínio das classes *P*, *E* e *MP* ao longo dos estuários superior, médio e inferior. Não foram encontradas amostras da classe *ME* em nenhuma região ou estação do ano, e alguns graus de certas classes também estiveram ausentes, como no caso de *OE5*, *MP4* e *PE3* (Tabela 5). Quanto aos graus de estratificação (ΔS), a tendência geral foi a do aumento do número de graus distintos do estuário superior em direção ao inferior, padrão este não observado somente durante o outono.

Primavera:

A primavera foi caracterizada pela ausência de águas do grupo *E* e de suas variantes (*PE*, *ME* e *OE*). Águas *P* foram observadas no estuário médio e inferior, com suas variantes *OP* e *MP* ocorrendo somente no estuário inferior, onde também ocorreram águas *OM* e *O*, sendo este último ambiente o predominante. O ambiente *O* foi o predominante no estuário médio, onde também ocorreram salinidades *P* e *OM*. No estuário superior, todas as amostras delimitaram-se à classe *O* (Figura 5).

Verão:

Águas *E* foram verificadas durante o verão na porção média e inferior do estuário, sendo que nesta última foi a predominante. Somente no verão e na

região inferior do estuário ocorreram águas *OE*, sendo que, dentre as classes encontradas no estuário, somente estiveram ausentes as classes *P* e *OM*. No estuário médio as águas ocorreram principalmente como *O*, *E* e *OM*, seguidas de *PE*, *M* e *MP*. A porção superior do estuário manteve o predomínio do ambiente *O*, sendo que amostras *M* e *P* também ocorreram.

Outono:

Águas *O* tiveram sua ocorrência reduzida nesta estação, inclusive não ocorrendo no estuário superior. Os ambiente *PE* e *MP* foram os dominantes na porção superior do estuário, seguidos pela classe *P*. O ambiente *E* foi o dominante no estuário médio, onde também ocorreram ambientes *O*, *M*, *MP*, *P* e *PE*. O estuário inferior apresentou o predomínio de águas *P*, sendo que as classes *O*, *MP* e *E* também estiveram presentes, sendo a última em maior quantidade que as demais.

Inverno:

Da mesma forma que na primavera, o inverno não apresentou salinidades acima de 30. Somente a região do estuário inferior apresentou águas *P* e *OM*, com a salinidade ocorrendo principalmente na região *O*, *P* e *OM*, além da ocorrência nos ambientes *MP*, *M* e *OM*. O estuário médio apresentou predominantemente águas *O*, seguidas de *OM* e *MP*, enquanto que o estuário superior limitou-se ao ambiente *O* e *M* (Figura 5).

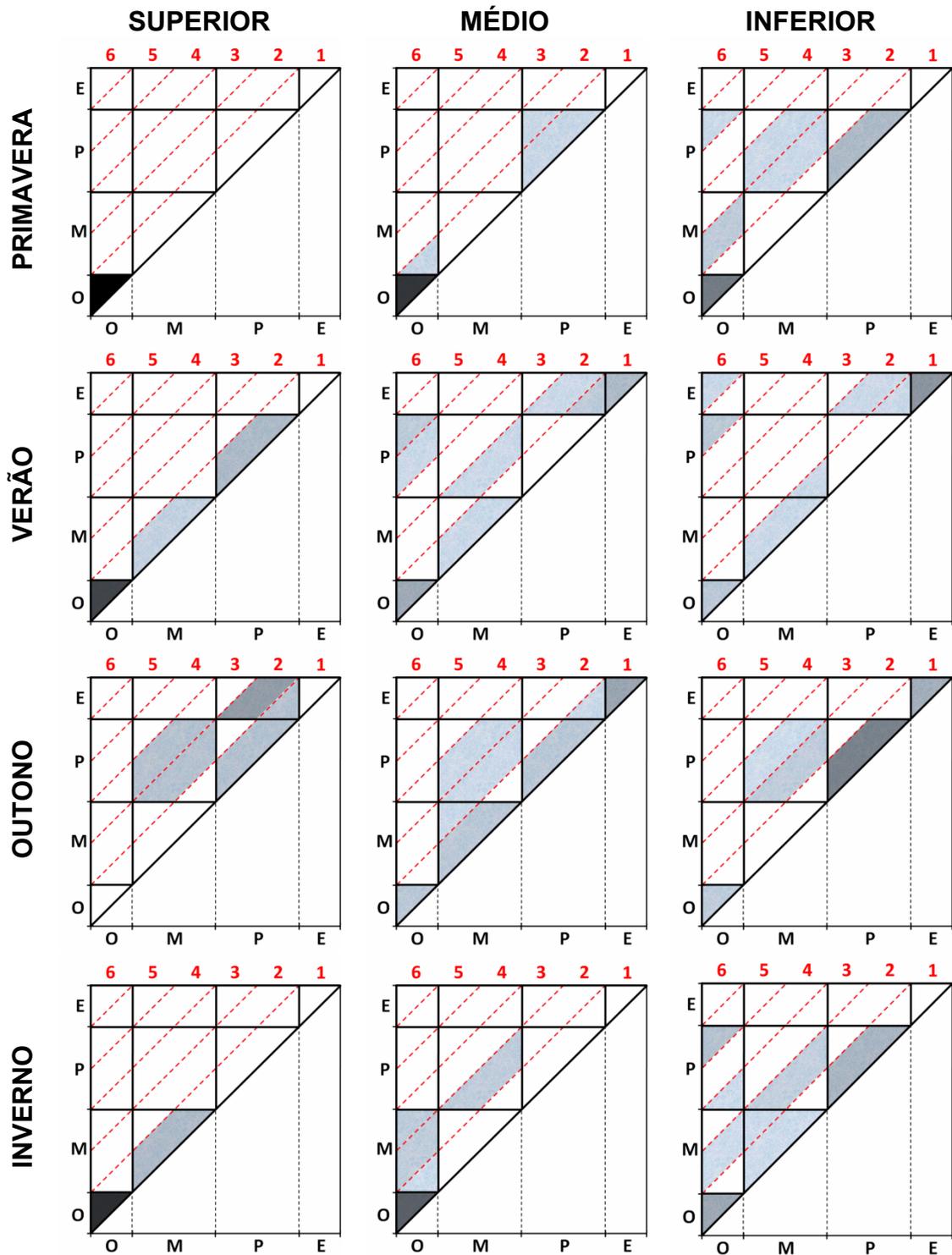


Figura 5: Distribuição Sazonal e espacial das condições de salinidade do estuário ao longo das classes de salinidade.

1.4 Discussão

Os resultados obtidos através desse método permitem observar a variação sazonal e espacial na distribuição de salinidade na região estuarina do estuário da Lagoa dos Patos, com o predomínio de águas *O* na região superior, média e inferior do estuário durante o inverno e primavera; uma variabilidade de classes de salinidade de acordo com as regiões do estuário durante o verão; e, o predomínio de águas *E* e *P* durante o outono. Graus de estratificação acima de 1 foram encontradas principalmente na porção média e inferior do estuário, sendo que na porção superior estiveram presentes somente no outono (*MP* e *PE*).

O aspecto sazonal da salinidade no estuário pode ser explicado pela variação da pluviosidade entre as estações do ano. O efeito das chuvas sobre a bacia de drenagem da Lagoa dos Patos, cujos principais tributários são os rios Guaíba e Camaquã, promove uma alta descarga durante o final do inverno e início da primavera e redução a baixa e moderada durante o verão e outono (Burrage *et al.*, 2008). Médias sazonais de descarga variam de 700 m³/s durante o verão a 3000 m³/s durante a primavera (Möller *et al.*, 2001), para uma média anual de 2400 m³/s (Vaz *et al.*, 2006). Descargas superiores a 3000 m³/s geram pronunciada estratificação na região do canal de acesso e valores extremos estendem a zona estuarina para a zona costeira (Möller *et al.*, 1991), tornando a região totalmente sob a classe *O*.

Além da descarga fluvial, os ventos possuem importante influência sobre os padrões sazonais de salinidade da região. Durante períodos de baixa descarga fluvial (verão e outono), ventos de SE e SW forçam água salgada

pela desembocadura em direção à região inferior do estuário, enquanto que ventos de NE, combinados com elevada descarga fluvial, reduz a salinidade no estuário significativamente (Fernandes *et al.*, 2005). Situações semelhantes foram verificadas por Geyer (1997) nos estuários dos rios Childs e Quashnet, em Waquoit Bay e no estuário de Providence River (Officer, 1992), ambos nos EUA. Esta maior penetração de água salgada durante o verão e outono possibilita a maior ocorrência de ambientes *P* e *E*, além de suas variantes (*OM*, *MP*, *PE*, *ME* e *OE*). Posteriormente às águas *O*, a condição *MP* foi a que apresentou a maior ocorrência entre regiões e estações do ano, estando presente na porção superior (outono), ausente na primavera no estuário médio e presente em todas as estações do ano no estuário inferior.

A classe *PE* apresentou grande ocorrência na porção superior do estuário no outono, sendo esta estação a única em que não se verificou o predomínio de alguma das classes do “Venice System” (*O*, *M*, *P* e *E*) no estuário superior. Durante esta mesma estação do ano verificou-se também uma reduzida incidência da classe *O*, estando esta inclusive ausente na porção superior do estuário. O outono é a estação na qual ocorre a mais importante intrusão de água salgada no interior do estuário, como resultado do predomínio de ventos de SW nesta época do ano (Möller & Castaing, 1999). Este fator, somado à baixa vazão presente no outono, poderiam contribuir para uma maior penetração de águas *P* e *E* em direção ao estuário superior, o que, segundo Garcia (1998), poderia levar à entrada de águas salgadas até 150 km dentro da lagoa.

A ocorrência de condições O nas porções média e inferior do estuário e sua ausência na porção superior durante o outono pode ser explicada pela contribuição do canal São Gonçalo, que drena águas oriundas da Lagoa Mirim para o interior do estuário da Lagoa dos Patos. Esta contribuição faz com que a região estuarina fique composta por dois corpos d'água principais: um proveniente da Lagoa dos Patos e outro proveniente da Lagoa Mirim através do canal São Gonçalo. As águas oriundas da Lagoa Mirim tendem a se deslocar em direção ao mar pela margem oeste do estuário, limitadas pelo canal de navegação, até a proximidade da entrada norte do Porto Novo de Rio Grande (Hartmann *et al.*, 1986), de forma que essas águas não alcançariam os pontos amostrais correspondentes ao estuário superior e teriam influência na redução de salinidade nas porções média e inferior do estuário (Figura 6).

A variação de condições de salinidade predominantes entre as regiões superior, médio e inferior do estuário ocorre pela distância do ambiente oceânico, de forma que o estuário inferior, com maior contato com o oceano, está mais suscetível à intrusão de águas salinas do que o estuário superior, mais distante e por consequência sob maior influência do ambiente limnético. Variações de salinidade são sempre menores nas regiões interiores de qualquer sistema lagunar (Knoppers & Kjerfve, 1999). Möller & Castaing (1999) observaram no estuário da Lagoa dos Patos uma redução exponencial da salinidade e diminuição da estratificação em direção ao interior do estuário (figura 7).

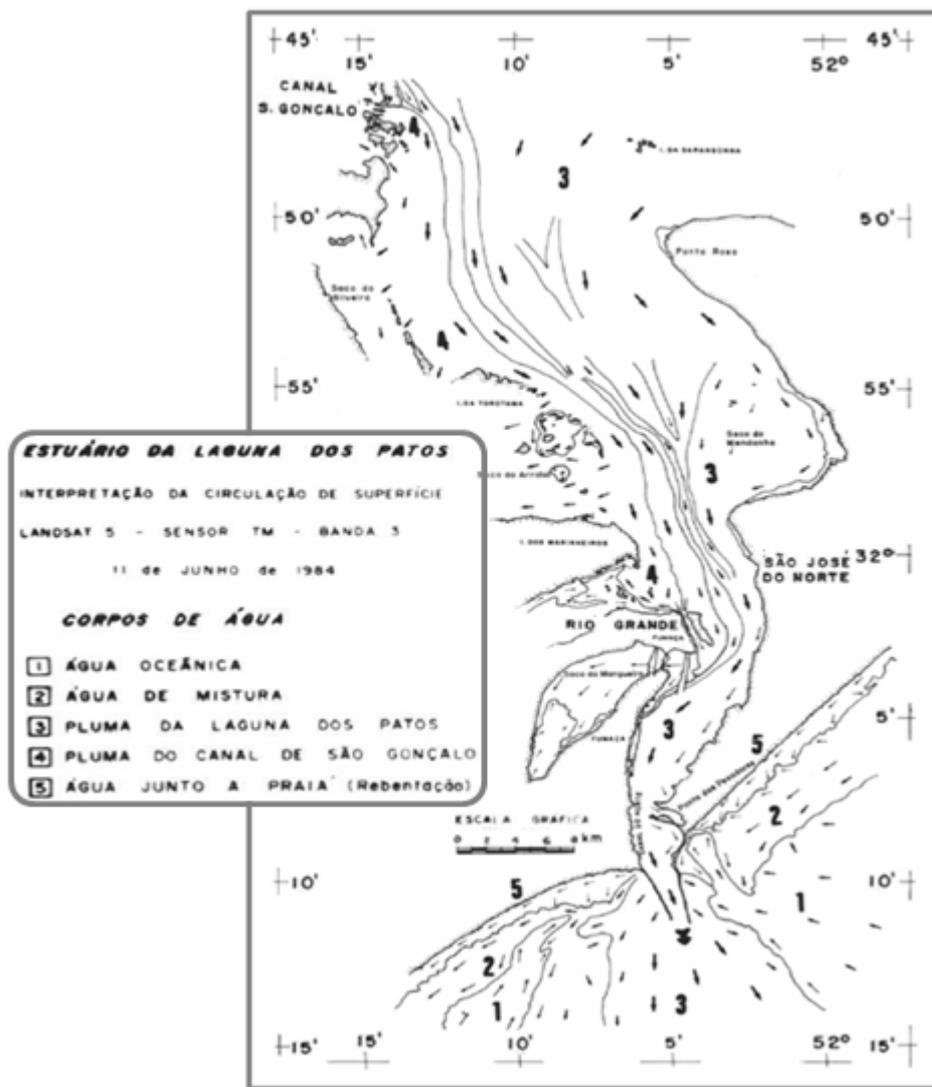


Figura 6: Representação do estuário da Lagoa dos Patos mostrando os diferentes corpos d'água encontrados na região. Retirado de Hartmann *et al.* (1986).

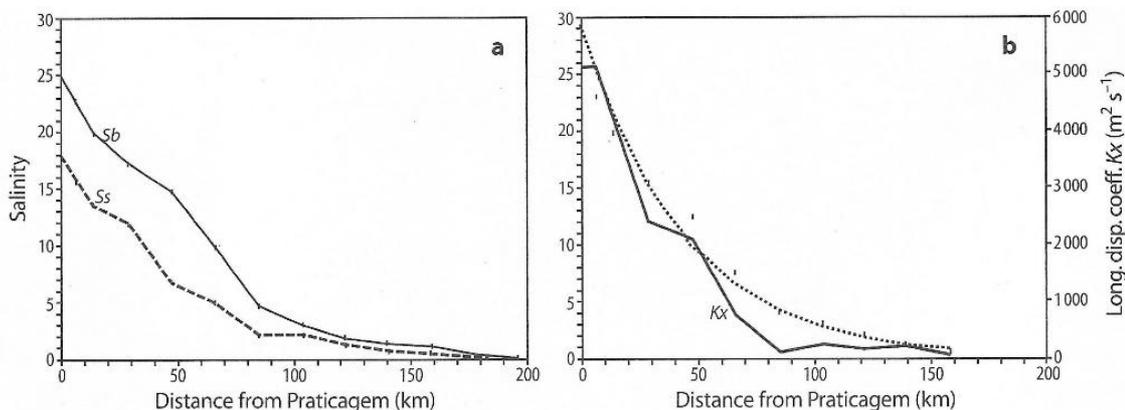


Figura 7: **a** = distribuição da salinidade média na superfície (Ss) e no fundo (Sf) ao longo do perfil longitudinal da lagoa. **b** = salinidade média da coluna d'água ao longo da lagoa (pontos) e o decréscimo exponencial da salinidade calculado através de análise de regressão

representado pela linha pontilhada ($r^2 = 0,94$). Linha contínua representa o coeficiente de variação da dispersão longitudinal (K_x). Retirado de Möller & Castaing (1999).

À medida que águas de maiores salinidades ou mais estratificadas penetram no ambiente estuarino, estas se tornam sujeitas a processos de mistura com águas O, o que leva a uma redução da salinidade média e da variação vertical de salinidade na coluna d'água. Isso pode ocorrer principalmente devido ao aumento da largura que ocorre no estuário em direção ao seu interior, uma vez que, numa situação de descarga de rio e amplitude de maré constante, o aumento da secção transversal do estuário provoca um efeito semelhante ao da redução da descarga do rio, o que leva à redução da estratificação e a uma condição de estuário bem misturado (Miranda *et al.*, 2002). Esta condição foi encontrada no estuário por Calliari (1980), sendo relacionada a condições de fortes ventos vindos do sul ou baixa descarga fluvial. Desta forma, torna-se compreensível a tendência de redução dos graus de estratificação em direção ao estuário e o fato de águas OE, representantes do maior grau de estratificação possível, ser encontradas somente na porção inferior do estuário. O afunilamento do estuário em direção à desembocadura intensifica o efeito da descarga fluvial, e a barra profunda (14 m) pode contribuir para a separação do fluxo em um perfil vertical com duas camadas, com a água salgada se propagando próximo ao fundo em direção ao interior do estuário. Condições bem misturadas são verificadas na porção inferior do estuário somente depois de fortes frentes meteorológicas ou descargas fluviais intensas (Möller & Castaing, 1999).

A ocorrência de estratificação não é muito comum em lagoas costeiras, uma vez que estas são geralmente consideradas como um tipo de estuário

bem misturado, principalmente devido à ação do vento sobre corpos d'água rasos combinado com a baixa descarga fluvial. No entanto, esta condição não se verifica no estuário da Lagoa dos Patos, onde a estratificação é a condição dominante (Möller & Castaing, 1999). No Brasil, outras lagoas costeiras também apresentam estratificação, como no caso da porção inferior do estuário de Cananéia-Iguapé (SP), onde se verifica condições parcialmente estratificadas, e a região central da Lagoa da Conceição (SC), onde ocorre elevada estratificação, inclusive com períodos anoxia das águas de fundo devido à estagnação. Condições similares à da Lagoa da Conceição são também verificadas na Lagoa de Guarapina (RJ) (Knoppers & Kjerfve, 1999).

A classificação proposta neste capítulo permite observar as faixas de salinidade predominantes no estuário da Lagoa dos Patos, além de, através da variação vertical de salinidade presente neste método, compreender os processos oceanográficos atuantes na região estuarina e o efeito desses na disposição da salinidade ao longo da coluna d'água, bem como as variações sazonais sobre esses processos. Além de permitir a diferenciação de classes de variação horizontal e vertical de salinidade ao longo do estuário e sazonalmente, esta classificação possibilitaria verificar a distribuição de organismos ao longo das condições de salinidade da região, permitindo assim identificar as condições ideais para organismos estuarinos e assembléias formadas a partir dos padrões oceanográficos de ocorrência das espécies. De forma a compreender melhor o comportamento do ictioplâncton do Estuário da Lagoa dos Patos, esta classificação será utilizada no próximo capítulo.

CAPÍTULO 2

CARACTERIZAÇÃO DAS ASSEMBLÉIAS ICTIOPLANCTÔNICAS DO ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS

2.1 Introdução

Uma das principais características de um estuário é a variabilidade da salinidade. Estuários são ambientes em que mudanças drásticas de salinidade podem ocorrer, podendo esta variar de 30 a 10 num período de uma hora. Além do mais, podem ocorrer variações sazonais, com a ocorrência de águas mais doces durante períodos chuvosos (inverno e primavera), e de águas mais salinas durante o verão (Vernberg, 1983).

Embora seja verdade que organismos estuarinos sejam caracteristicamente eurihalinos devido à variabilidade da salinidade nestes sistemas, um limite crítico de salinidade, entre 5 e 8, separa as faunas de água doce daquelas de origem marinha (Figura 8). Este princípio da salinidade crítica é baseado em diversos parâmetros fisiológicos, como sobrevivência, crescimento, locomoção e osmorregulação (Vernberg, 1983). Segundo

Remane (1934), a posição assimétrica da riqueza mínima dentro dessa faixa de salinidade ocorre porque espécies de água doce declinam em número após um ligeiro aumento da salinidade, enquanto que uma redução das espécies marinhas estuário adentro ocorre ao longo de um maior intervalo de salinidade (Paavola *et al.*, 2005).

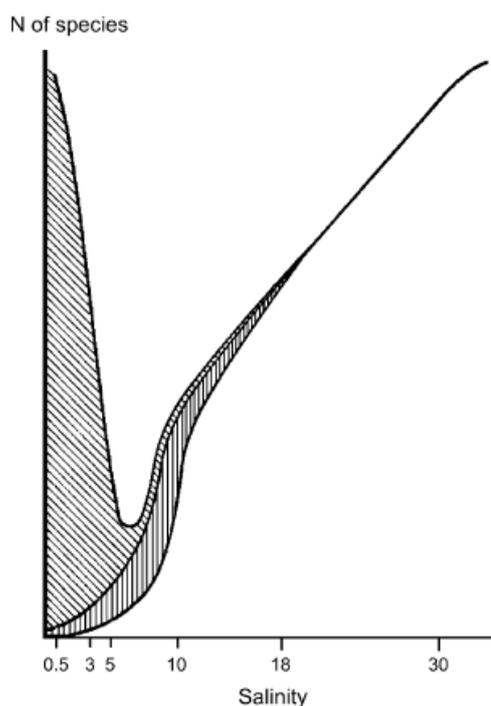


Figura 8: A curva de Remane (Remane, 1934; modificado) com o eixo de salinidade baseado no “Venice System” (1959). Hachura diagonal representa espécies de água doce, hachura vertical as espécies verdadeiramente de água salobra e área em branco representa as espécies marinhas. Retirado de Paavola *et al.* (2005).

Os *taxa* que estão mais bem adaptados para lidar com a grande flutuação de salinidade possuem acesso a ambientes estuarinos produtivos e se encontram em vantagem competitiva sobre as espécies menos eurihalinas. As condições ótimas de salinidade variam entre as espécies e dentro de um *taxa* específico dependendo do estágio de desenvolvimento (Whitfield *et al.*, 2006). Por exemplo, adultos do caranguejo *Uca pupillator* podem sobreviver por

períodos prolongados a uma salinidade de até 5, enquanto que seus estágios larvais não toleram salinidades abaixo de 20 (Vernberg, 1992).

Ambientes estuarinos e as águas costeiras desempenham um papel importante nos ciclos de vida de vários teleósteos marinhos, pois fornecem uma abundância de alimento e de proteção dos predadores para larvas e juvenis de peixes que usam estas áreas como berçários (Harris *et al.*, 2001). As comunidades de peixes que habitam os estuários são a combinação de espécies de água doce e marinhas, incluindo larvas e ovos. Uma diversidade relativamente baixa, mas abundância elevada de algumas espécies caracteriza estas comunidades (Whitfield, 1999). Muitas espécies estuarino residentes possuem a vantagem de desovar em diferentes salinidades, enquanto que as espécies migrantes marinhas tendem a desovar no mar para que ocorra a eclosão dos ovos fertilizados nas águas costeiras onde a salinidade é de aproximadamente 35 (Whitfield *et al.*, 2006). As baixas salinidades podem resultar em mudanças marcantes na composição de espécies de peixes em estuários. Alta precipitação associados com eventos de El Niño provoca diminuição da salinidade no estuário da Lagoa dos Patos, facilitando assim a invasão do sistema por espécies de água doce (Garcia *et al.*, 2003b).

A variabilidade estuarina interfere particularmente na dinâmica dos organismos planctônicos (Kennish, 1990). Uma vez que o transporte horizontal de organismos planctônicos é passivo, a sua distribuição torna-se dependente de deslocamentos de massas d'água. O principal mecanismo de transporte de larvas planctônicas de peixes das áreas de desova para os criadouros é a circulação dos estuários e zonas costeiras e, em alguns casos, este processo

tem demonstrado controlar a variabilidade do recrutamento (Chiappa-Carrara *et al.*, 2003). Desova estuarina de espécies que produzem ovos planctônicos não é comum, uma vez que os ovos podem ser transportados rapidamente para fora do estuário e serem dispersos em direção ao mar pelo transporte da camada superficial. Desta forma, a maioria das espécies que desovam em estuários produz ovos demersais (Marques *et al.*, 2006). Muitos estudos têm concluído que larvas de peixes conseguem se manter em estuários por um processo conhecido por “transporte seletivo de fluxo de maré”, no qual as larvas migram para a superfície em momentos de maré enchente e para o fundo quando a maré é de vazante, de forma a superar o fluxo líquido em direção ao mar (Rowe & Epifanio, 1994).

A estratégia reprodutiva das espécies que os utilizam o ambiente estuarino como berçário pode variar entre estuários, de acordo com as características de cada ambiente. Apesar da proximidade entre o estuário do Rio da Prata e do estuário da Lagoa dos Patos (aproximadamente 300 km), muitas das espécies que desovam no interior do estuário do Rio da Prata, como *Micropogonias furnieri*, *Brevoortia aurea*, *Anchoa marmorata*, *Macrodon ancylodon* e *Paralichthys brasiliensis*, desovam na costa adjacente e colonizam o estuário da Lagoa dos Patos nos estágios iniciais. Isto ocorre principalmente devido ao estreitamento da ligação do estuário da Lagoa dos Patos em direção ao oceano e pela maior dinâmica e instabilidade provocada pelos ventos e pelo aporte continental, dificultando assim a retenção dos ovos no interior do estuário (Berasategui *et al.*, 2004). Em condições de baixa precipitação e diminuição da descarga de água doce há o aumento da entrada

de juvenis de espécies marinhas para o interior do estuário, enquanto que em períodos de elevada precipitação e aumento da descarga de água doce ocorre uma diminuição significativa da abundância de espécies de origem marinha e aumento da de espécies de água doce nas áreas rasas do estuário da Lagoa dos Patos (Garcia *et al.*, 2001).

Tendo em vista as diferentes estratégias de ocupação das espécies ictioplanctônicas que freqüentam o estuário e a variabilidade ambiental típica desses ecossistemas, este capítulo tem como objetivo a caracterização das assembléias ictioplanctônicas no estuário da Lagoa dos Patos de acordo com as condições oceanográficas dominantes na região.

2.2 Material e Métodos

As amostras de ovos e larvas utilizados neste capítulo foram obtidas a partir dos mesmos projetos utilizados no capítulo anterior, incluindo-se também o zoneamento do estuário. Em ambos os projetos foi utilizada uma rede de plâncton de malha de 500 μm e diâmetro de boca de 0,6 m, dotada de fluxômetro para o posterior cálculo de volume de água filtrada. As amostras foram coletadas tanto na superfície quanto no fundo, em ambos os projetos.

2.2.1 Processamento das amostras

Após a coleta, as amostras de ambos os projetos foram fixadas e preservadas em solução de formalina 5%. Em laboratório, as amostras foram

triadas e contadas através de microscópio estereoscópico binocular e os ovos e larvas de peixes encontrados foram identificados até o menor nível *taxonômico* possível de acordo com os trabalhos de Lipson & Moran (1974), Johnson (1978), Sinque (1980), Weiss (1981), Fahay (1983), Moser *et al.*, (1984), Okiyama (1988) e Olivar & Fortuño (1991).

A densidade de ovos e larvas de peixes encontrada para cada amostra (superfície e fundo separadamente) foi padronizada para 100 m³, a partir do volume filtrado pela rede de plâncton, calculado de acordo com a fórmula abaixo:

$$V = n * c * 100, \text{ onde:}$$

V = volume filtrado em m³;

n = número de rotações realizadas pelo fluxômetro;

c = fator de calibração do fluxômetro para 1 m³.

$$c = a * k, \text{ onde:}$$

a = área da boca da rede em m²;

k = constante do fluxômetro em m por rotação

Após a triagem, os dados foram digitalizados para o formato de planilhas eletrônicas para a posterior análise dos dados.

2.2.2 Processamento e análise dos dados

A partir dos dados digitalizados, foi realizada a comparação das espécies encontradas durante o Projeto Lagoa Estratificada e Recrutamento, de forma que fossem utilizados somente os *taxa* presentes em ambos os

projetos. Dentre os *taxa* selecionados, aqueles classificados a nível de Família ou inferior e com frequência de ocorrência acima de 10% foram utilizados nas análises posteriores, seguindo o mesmo critério de Berasategui *et al.*, (2004).

Os *taxa* selecionados tiveram suas densidades médias distribuídas a partir das condições de salinidade da coluna d'água em que ocorreram, de acordo com a classificação descrita no capítulo 1. Com base neste critério, foi realizada uma análise de agrupamentos, com o objetivo de caracterizar as diferentes assembléias do estuário. Para diminuir o peso das espécies mais abundantes, os dados de densidade foram transformados utilizando-se a função $\log_{10}(x+1)$ para a posterior confecção de uma matriz de similaridades, utilizando-se o índice de Bray-Curtis (Bray & Curtis, 1957). A partir desta matriz, foi construído um dendrograma para a classificação de ovos e larvas em grupos, e foi realizada a análise de escalonamento multidimensional (MDS), com o objetivo de mostrar graficamente e de forma bidimensional a similaridade existente entre os *taxa*. A interpretação dos grupos formados pelo dendrograma e pelas plotagens do escalonamento é subjetiva, de forma que a decisão a se tomar sobre quais grupos descrever é normalmente baseada no valor de corte de similaridade escolhido arbitrariamente, de acordo com a conveniência (Quinn & Keough, 2002; Field *et al.*, 1982). Os grupos formados a partir destas análises foram posteriormente analisados com o objetivo de se verificar diferenças estatisticamente significantes. a partir da análise de similaridade (ANOSIM) (Figura 9). A hipótese testada no ANOSIM (H_0) é a de que a média das dissimilaridades entre todos os possíveis pares de objetos em diferentes grupos é a mesma das encontradas entre pares de objetos de um

mesmo grupo. A estatística R pode variar de +1 a -1, sendo que valor de R maior que zero significa que os objetos são mais dissimilares (desiguais) entre os grupos do que dentro de cada grupo, sugerindo assim diferenças entre grupos. Valores de R próximo a zero indicam que a hipótese nula é verdadeira, enquanto que valores negativos de R indicariam que a dissimilaridade dentro dos grupos é maior que entre os grupos, o que é pouco provável (Quinn & Keough, 2002).

Os agrupamentos formados foram posteriormente analisados quanto a distribuição de seus *taxa* ao longo das regiões do estuário e das estações do ano, de forma a avaliar o efeito desses aspectos na distribuição ao longo das classes de salinidade.

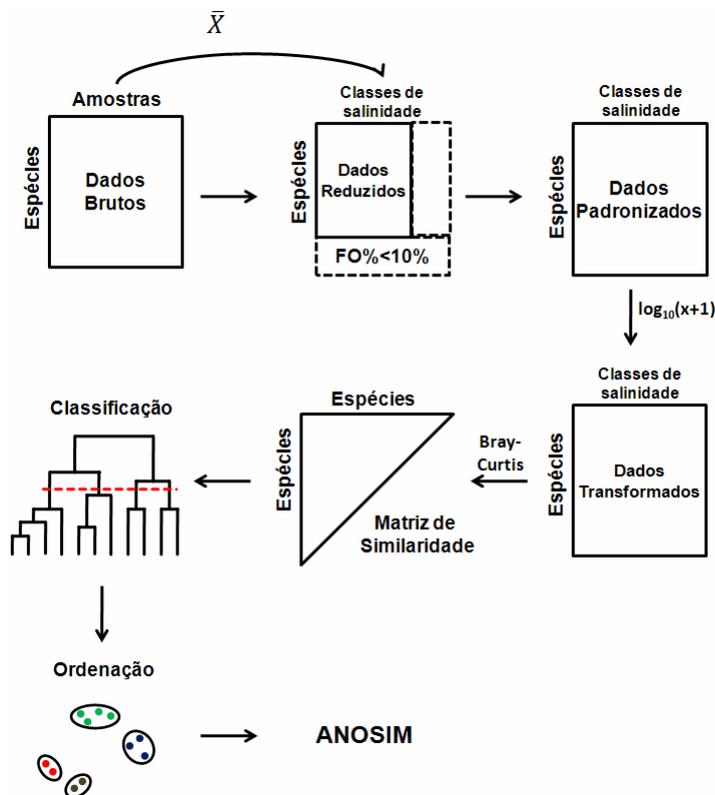


Figura 9: Esquema ilustrando as etapas da análise de agrupamentos para os tipos de estuário descritos no capítulo 1.

2.3 Resultados

2.3.1 Ictioplâncton

Vinte *taxa* de larvas foram identificados concomitantemente nas amostras do período de 82-83 e de 94-95. Deste total, quatorze *taxa* apresentaram freqüência de ocorrência (FO) de larvas acima de 10% (Tabela 6), sendo três *taxa* classificados a nível de Família (Bleniidae, Gobiidae e Atherinopsidae), um a nível de gênero (*Menticirrhus sp.*) e os dez restantes classificados a nível de espécie.

Tabela 6: Percentual numérico (PN%) e freqüência de ocorrência (FO%) de larvas dos *taxa* mais abundantes e freqüentes no estuário da Lagoa dos Patos.

Taxa	PN%	FO%
Atheriniformes		
Atherinopsidae	0,86	18,12
Clupeiformes		
Clupeidae		
<i>Brevoortia pectinata</i>	21,26	61,41
Engraulidae		
<i>Lycengraulis grossidens</i>	16,50	43,96
Perciformes		
Gobiidae	1,92	37,58
Bleniidae	2,51	15,44
Sciaenidae		
<i>Macrodon ancylodon</i>	2,06	16,78
<i>Menticirrhus sp.</i>	1,39	13,09
<i>Micropogonias furnieri</i>	23,28	33,22
<i>Paralonchurus brasiliensis</i>	6,33	19,13
Stromateidae		
<i>Peprilus paru</i>	1,40	10,07
Trichiuridae		
<i>Trichiurus lepturus</i>	3,00	10,07
Pleuronectiformes		
Achiridae		
<i>Catathyridium garmani</i>	0,73	15,77
Siluriformes		
Pimelodidae		
<i>Parapimelodus nigribarbis</i>	3,07	14,09
Syngnathiformes		
Syngnathidae		
<i>Syngnathus folletti</i>	0,44	17,45
Total	84,77	

Quanto aos ovos, cinco *taxa* foram identificados em ambos os projetos e apresentaram FO% acima de 10% (Tabela 7). Destes, um *taxon* foi identificado à nível de Família (Sciaenidae) e os demais à nível de espécie.

Tabela 7: Percentual numérico (PN%) e frequência de ocorrência (FO%) de ovos dos *taxa* mais abundantes e freqüentes no estuário da Lagoa dos Patos.

<i>Taxa</i>	PN%	FO%
Clupeiformes		
Clupeidae		
<i>Brevoortia pectinata</i>	9,46	31,21
Engraulidae		
<i>Lycengraulis grossidens</i>	3,63	16,11
Perciformes		
Sciaenidae	76,49	36,36
Trichiuridae		
<i>Trichiurus lepturus</i>	2,86	16,83
Achiridae		
<i>Catathyridium garmani</i>	2,32	10,07
	Total	94,75

2.3.2 Caracterização das Assembléias Ictioplanctônicas

Uma vez que águas *ME* não foram encontradas no estuário a partir dos dados utilizados (capítulo 1), esta classe estará ausente nas análises desse capítulo.

A maioria dos *taxa* analisados apresentaram ampla distribuição ao longo das diferentes classes de salinidade. No entanto, os valores de densidade variaram entre as classes para cada espécie (Tabela 8). Larvas de *P. nigribarbis* foram as que apresentaram menor distribuição, ocorrendo somente nos ambientes *O*, *OM*, *OP* e *MP*. Larvas de *L. grossidens*, de Atherinopsidae e de *B. pectinata* tiveram seus maiores valores de abundância na condição *O*, enquanto que as de *P. brasiliensis*, *P. paru*, Gobiidae, Blenniidae e *M. ancylodon* ocorreram em maior número em condições *E*.

Larvas de *S. folletti*, *M. furnieri*, *C. garmani* e *T. lepturus* predominaram em ambientes OE e as de *Menticirrhus sp.*, em águas PE. Quanto aos ovos, *T. lepturus* ocorreram e maior número nas mesmas condições que suas larvas (OE). Ovos de *L. grossidens* e de *C. garmani* foram em média mais abundantes em ambiente P, de *B. pectinata* no ambiente MP e ovos da Família Sciaenidae em condições E (Tabela 8).

Tabela 8: Densidade média (n°/100m³) de larvas e ovos para cada classe de salinidade conforme estabelecido no capítulo 1. Valores em negrito são os mais elevados para cada taxa.

Taxa	Sigla	Camada	O	M	P	E	OM	OP	OE	MP	PE
<i>P. nigribarbis</i>	LPN	S	1,77	0	0	0	1,19	0,49	0	0,3	0
		F	9,88	0	0	0	1,26	0,49	0	0	0
Atherinopsidae	LAT	S	1,18	0,21	0,1	0,21	0,71	0,24	0	0,47	0,6
		F	0,73	0,06	1,43	0	0,12	0,17	0	0,86	0,33
<i>B. pectinata</i>	LBP	S	63,21	2,27	3,57	2,13	6,76	5,4	8,1	4,99	1,1
		F	30,07	1,39	5,63	2,36	8,47	4,66	5,6	5,91	1,44
<i>L. grossidens</i>	LLG	S	40,54	1,36	2,16	1,87	11,38	2,59	0	1,5	1,42
		F	13,96	1,62	12,38	1,42	8,39	2,32	2,8	0,77	1,25
<i>T. lepturus</i>	LTL	S	0	0	0	0,21	0	0,04	18,1	0	0
		F	0,07	0	1,43	3,84	0,73	21,26	100,7	0	1,02
<i>T. lepturus</i> (ovos)	OTL	S	0	0	0,12	12,01	0	0	0	0	1,03
		F	1,04	0	1,33	6,41	0,31	38,31	166,4	0,59	2,31
Bleniidae	LBL	S	0	0	1,32	25,19	0	0	0	0,31	5,19
		F	0	0	7,8	8,25	0	0	1,64	0	0,47
<i>P. brasiliensis</i>	LPB	S	0,05	0,29	0,86	64,97	0,79	0,28	0	0,85	8,18
		F	0,02	0	2,12	12,01	1,47	5,14	5,6	0,28	13,6
<i>P. paru</i>	LPP	S	0	0,1	0	18,75	0	0,64	0	0	1,95
		F	0,07	0	0	0,85	0	0,25	1,4	0	1,37
<i>M. ancylodon</i>	LMA	S	0	0	0,97	2,01	0	0,56	2	0	1,21
		F	0	0,09	1,04	14,56	0	4,52	5,6	0	2,64
<i>S. folletti</i>	LSF	S	0	0,22	0,81	0,3	0	0,53	2	0,5	0,09
		F	0,39	0	0,4	1,14	0,31	1,09	1,4	1,59	0,65
<i>C. garmani</i>	LCG	S	0,13	0,34	0,14	0,38	0,79	2,34	0	0,42	0,22
		F	0,51	0,86	0,22	1,29	0,37	1,9	9,8	0,34	1,38
<i>M. furnieri</i>	LMF	S	0,99	3,11	4,47	24,83	1,85	6,8	24,2	3,38	7,8
		F	10,69	13,01	13,03	50,16	14,89	87,56	316,1	20,47	40,37
Gobiidae	LGO	S	0,32	1,76	0,07	1,67	1,32	0,72	0	0,95	0,2
		F	0,37	1,42	0,29	7,18	0,81	1,03	0	1,63	2,65
<i>Menticirrhus sp.</i>	LMS	S	0,02	0,95	0,09	3,35	0,13	0,2	2	0,42	5,9
		F	0,02	1,57	0,02	3,5	0,22	0,17	1,4	1,52	5,26
<i>L. grossidens</i> (ovos)	OLG	S	0	0	31,04	2,64	0	0	0	0,92	0
		F	0,08	0	39,48	1,55	0	1,59	0	4,6	0
Sciaenidae (ovos)	OSC	S	0,42	11,06	112,17	315,49	0,13	1,44	2	63,79	228,63
		F	10,64	45,71	200,35	191,36	171,61	537,81	15,4	141,28	189,68
<i>C. garmani</i> (ovos)	OCG	S	0	0,19	8,18	8,48	0	0	0	0	5,59
		F	0,02	2,59	18,71	8,23	0,94	6,04	0	17,36	1,36
<i>B. pectinata</i> (ovos)	OBP	S	0,02	0	10,51	24,46	0	0	0	2,52	4,14
		F	2,93	0,74	31,2	10,28	0,12	6,12	0	32,85	7,55

A análise de agrupamentos permitiu a formação de três grupos principais, a uma similaridade de 45%. O grupo I caracterizou-se por apresentar *taxa* que ocorreram predominantemente em condições O (*P. nigribarbis*, Atherinopsidae, *B. pectinata* e *L. grossidens*), o grupo II pela ocorrência principalmente em condições OE e OP (ovos e larvas de *T. lepturus*) e o grupo III por uma ampla distribuição ao longo das classes de salinidade, apresentando maior penetração em águas E que os demais grupos e uma pequena ocorrência em condições O. Neste terceiro grupo foi possível também a formação de outro três subgrupos, a uma similaridade de 55%: o grupo IIIA, com grande concentração em condições E (larvas de Bleniidae, *P. brasiliensis* e *P. paru*); o grupo IIIB, apresentando distribuição ampla ao longo das classes de salinidade, com elevadas densidade nas classes OP e/ou PE (larvas de *M. ancylodon*, *S. folletti*, *C. garmani*, *M. furnieri*, Gobiidae e *Menticirrhus sp.*); e o grupo IIIC, caracterizado por maior ocorrência em condições P e suas variantes MP e OP (ovos de *L. grossidens*, Sciaenidae, *C. garmani* e *B. pectinata*) (Figura 10). Estes grupos formados através da análise de agrupamentos mostraram-se consistentes através da ordenação realizada pelo MDS, a um coeficiente de *stress* de 0,12, sendo que valores menores que 0,15 indicam uma boa representação dos dados (Gray & Miskiewicz, 2000) (Figura 11).

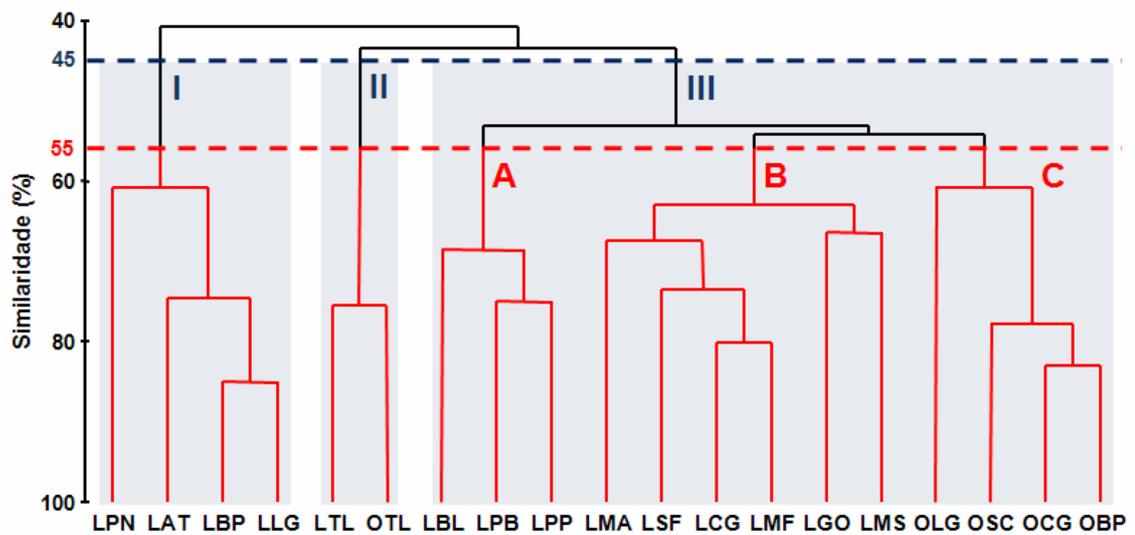


Figura 10: Dendrograma representando os cinco grupos de larvas formados a partir dos dados de densidade média dos taxa para cada classe de salinidade.

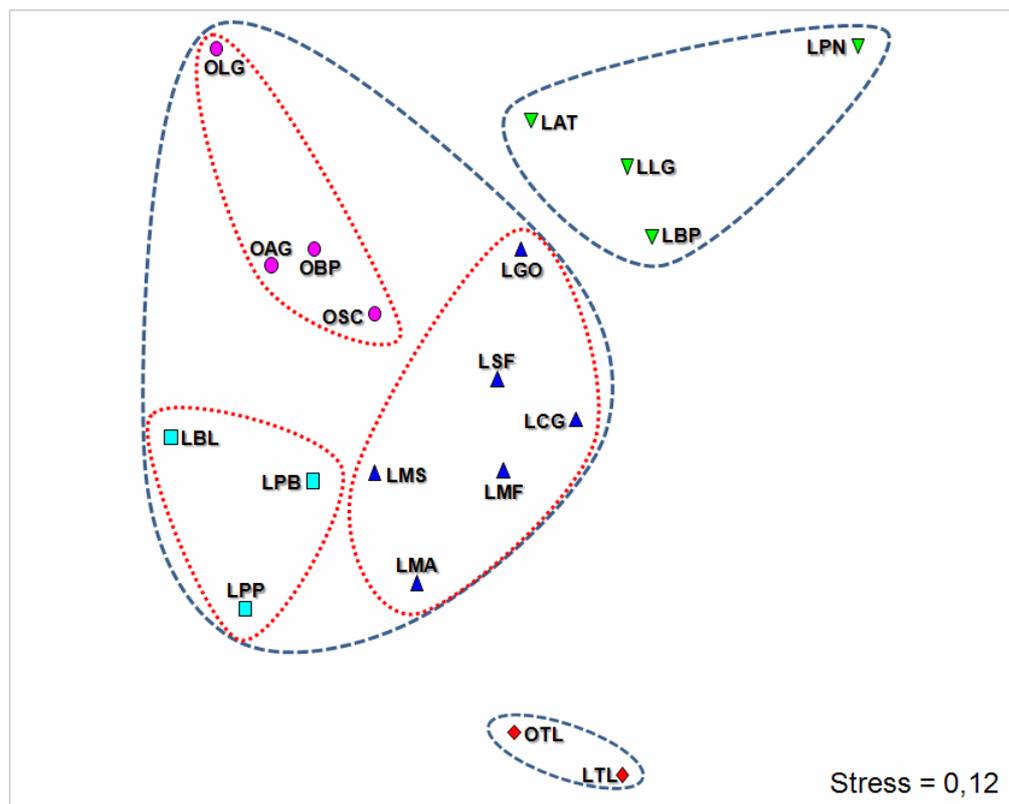


Figura 11: Escalonamento multidimensional (MDS) mostrando a distribuição dos taxa ao longo dos grupos formados a partir da análise de agrupamentos. Linha em azul: similaridade de 45%; linha em vermelho: similaridade de 55%.

Os resultados obtidos na análise de similaridade (ANOSIM) indicam que os grupos I, II, IIIA, IIIB e IIIC são diferentes entre si. No entanto, a pequena quantidade de membros em alguns grupos, como II e IIIA, reduziu a significância do resultado entre pares de grupos, fazendo com que as análises entre estes apresentaram pouca permutações possíveis, reduzindo assim o nível de significância destas comparações. Apesar disso, o valor global de R, que avalia a dissimilaridade entre os grupos, indica que todos são significativamente diferentes entre si ($p < 0,001$) (Tabela 9).

Tabela 9: Análise de similaridade (ANOSIM) realizada nos grupos formados a uma similaridade de 55%.

Grupos	R	p	Permutações possíveis
Global	0,829	<0,001	>999999999
I, II	1	0,067	15
I, IIIA	1	0,029	35
I, IIIB	0,762	0,005	210
I, IIIC	0,927	0,029	35
II, IIIA	1	0,1	10
II, IIIB	0,781	0,036	28
II, IIIC	1	0,067	15
IIIA, IIIB	0,747	0,012	84
IIIA, IIIC	0,833	0,029	35
IIIB, IIIC	0,667	0,005	210

Para que as peculiaridades de cada grupo sejam melhor visualizadas, inclusive quanto à estratificação (ΔS), foram confeccionados gráficos triangulares nos mesmos moldes dos construídos no capítulo 1, sendo que ao invés de se utilizar o percentual de estações de amostragem de cada classe de salinidade, foi utilizada a porcentagem relativa à densidade média de cada taxa nos diferentes graus de estratificação de cada classe de salinidade (Figuras 12 e 13), gerando gráficos com proporções diferentes das encontradas na Tabela 8.

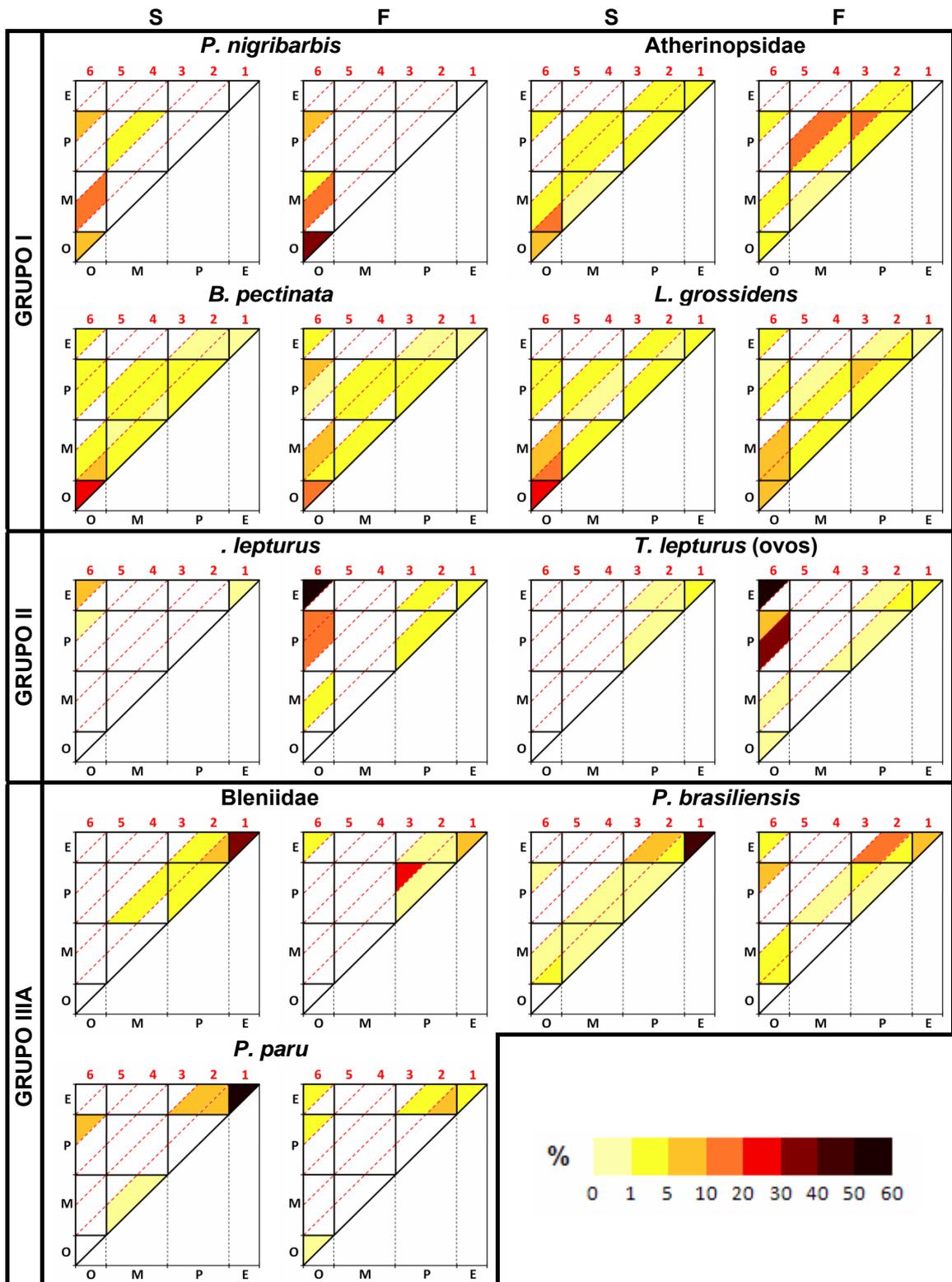


Figura 12: Triângulos ilustrando a distribuição das larvas dos grupos I, II e IIIA ao longo das classes de salinidade.

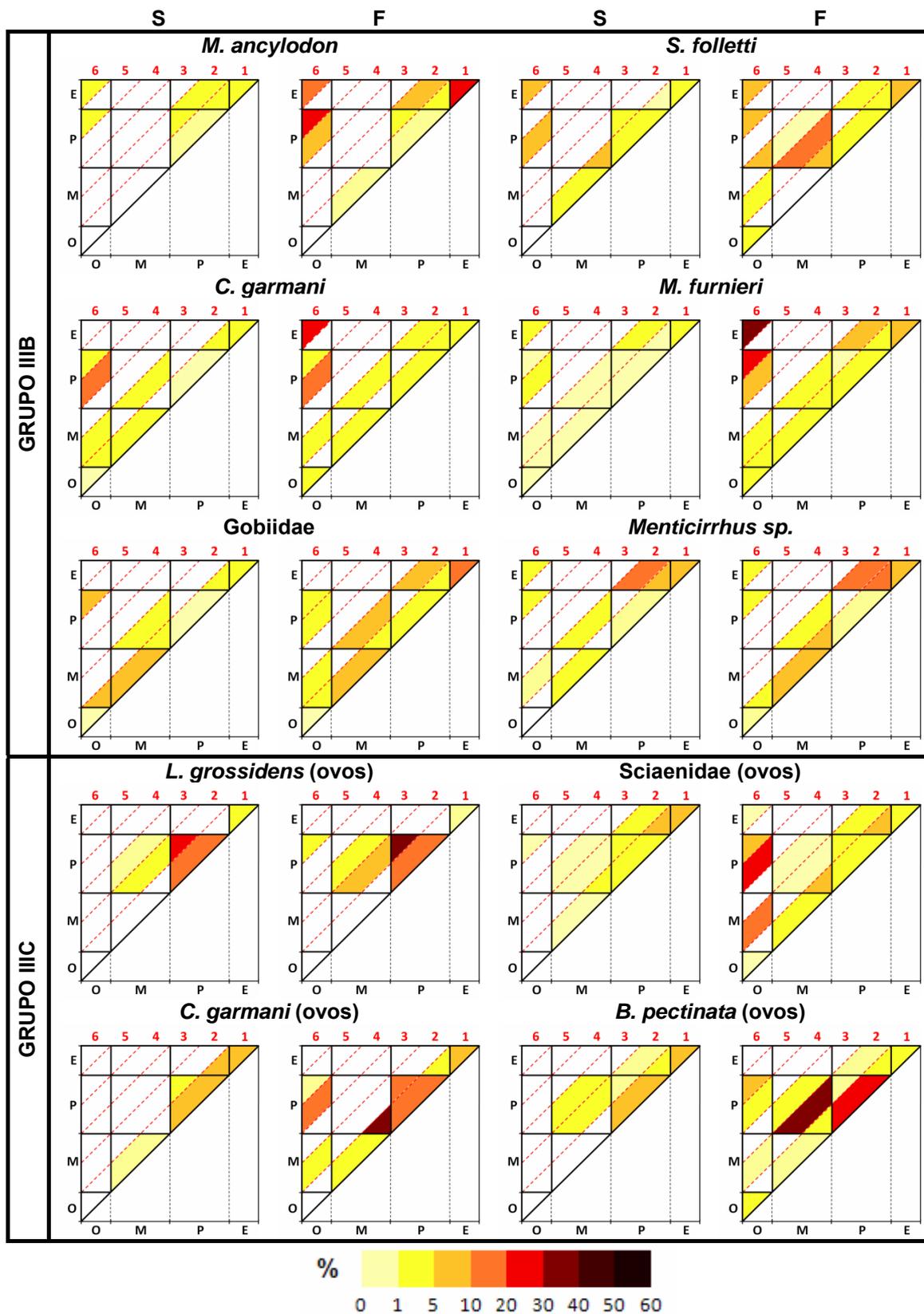


Figura 13: Triângulos ilustrando a distribuição das larvas dos grupos IIIB e IIIC ao longo das classes de salinidade.

Em relação à distribuição das espécies ao longo das regiões estuarinas da Lagoa dos Patos, as maiores densidades de larvas foram encontradas principalmente no estuário superior e inferior, e neste último todos os *taxa* estiveram presentes. O grupo I foi encontrado principalmente na porção superior do estuário, enquanto que os grupos II e IIIA estiveram mais presentes na porção inferior. O grupo IIIB predominou no estuário médio e inferior, enquanto que o grupo IIIC apresentou taxa em maior número tanto no estuário superior quanto no médio e inferior (tabela 10).

Tabela 10: Valores de densidade média de larvas e ovos de cada táxon para cada região do estuário da Lagoa dos Patos. Valores em negrito são os mais elevados para cada *taxa*.

Grupo	<i>taxa</i>	Estuário superior		Estuário médio		Estuário inferior	
		S	F	S	F	S	F
I	<i>P. nigribarbis</i>	2,88	15,37	0,32	2,03	0,54	0,62
	Atherinopsidae	1,93	1,65	1,03	0,26	0,39	0,29
	<i>B. pectinata</i>	24,86	26,43	15,13	13,76	21,66	8,75
	<i>L. grossidens</i>	36,86	13,42	17,94	7,38	9,67	7,19
II	<i>T. lepturus</i>	0	0	0	5,19	0,36	5,37
	<i>T. lepturus</i> (ovos)	0,06	0	2,38	4,22	0,97	7,72
IIIA	Bleniidae	0,85	0,96	1,33	0,51	5,77	1,79
	<i>P. brasiliensis</i>	0,06	0,21	1,92	3,80	16,48	4,96
	<i>P. paru</i>	0	0	0,48	0,51	4,94	0,23
IIIB	<i>M. ancylodon</i>	0,15	0,11	0,50	2,90	0,58	3,70
	<i>S. folletti</i>	0,23	0,18	0,15	0,36	0,08	1,00
	<i>C. garmani</i>	0,06	0,36	0,56	1,43	0,24	0,59
	<i>M. furnieri</i>	2,19	6,02	3,65	38,42	8,73	44,46
	Gobiidae	0,29	0,38	1,18	0,91	0,74	2,81
	<i>Menticirrhus sp.</i>	0,17	0,74	1,03	1,60	1,24	0,59
IIIC	<i>L. grossidens</i> (ovos)	0	0,10	2,19	2,48	8,56	8,18
	Sciaenidae (ovos)	22,86	48,15	93,15	131,56	53,30	127,28
	<i>C. garmani</i> (ovos)	4,51	5,98	2,59	2,78	0,27	2,78
	<i>B. pectinata</i> (ovos)	0,17	2,27	1,09	5,35	11,88	27,67

A maioria dos *taxa* foram encontrados predominantemente durante o verão, exceto por dois *taxa* que predominaram no inverno (Atherinopsidae e *B. pectinata*), sendo que o inverno foi a estação onde menos espécies estiveram

presentes. Em relação aos ovos, *B. pectinata* e *L. grossidens* predominaram durante a primavera, enquanto que os demais taxa (*C. garmani*, Sciaenidae e *T. lepturus*) foram mais abundantes durante o verão. Os grupos II e IIIA não foram encontrados durante o inverno, e os valores encontrados para o grupo IIIB para esta estação foram reduzidos (Tabela 11).

Tabela 11: Valores de densidade média de larvas e ovos de cada táxon para cada estação do ano. Valores em negrito são os mais elevados para cada taxa.

Grupo	taxa	Primavera		Verão		Outono		Inverno	
		S	F	S	F	S	F	S	F
I	<i>P. nigribarbis</i>	2,76	8,34	1,28	9,31	0	0	0,02	0,08
	Atherinopsidae	0,98	0,56	0,22	0,07	0,50	0,23	1,95	1,26
	<i>B. pectinata</i>	25,77	13,11	6,39	5,78	19,54	6,98	27,20	28,59
	<i>L. grossidens</i>	32,55	15,84	42,48	14,96	2,20	5,31	0,11	0,10
II	<i>T. lepturus</i>	0	1,79	0,54	14,81	0,05	0,16	0	0
	<i>T. lepturus</i> (ovos)	0	1,40	4,93	17,40	0,32	0,26	0	0
IIIA	Bleniidae	0,47	0,09	7,15	1,45	4,84	3,18	0	0
	<i>P. brasiliensis</i>	0,75	0,85	27,34	9,28	1,72	4,23	0	0
	<i>P. paru</i>	0,04	0,19	8,58	0,72	0,09	0,29	0	0
IIIB	<i>M. ancylodon</i>	0,06	0,18	0,99	6,10	0,83	4,53	0	0
	<i>S. folletti</i>	0	0,82	0,35	0,75	0,23	0,67	0	0,19
	<i>C. garmani</i>	0,37	0,95	0,93	2,38	0,04	0,21	0	0
	<i>M. furnieri</i>	4,12	23,75	16,62	110,54	1,30	3,94	0	0
	Gobiidae	0,69	1,34	2,49	4,25	0,14	0,86	0	0,01
	<i>Menticirrhus</i> sp.	0,11	0,04	3,57	3,90	0,04	0,07	0	0
IIIC	<i>L. grossidens</i> (ovos)	6,86	9,20	0,98	0,52	10,26	4,72	0,61	3,60
	Sciaenidae (ovos)	31,32	104,60	200,33	336,83	19,67	17,47	0	0
	<i>C. garmani</i> (ovos)	0	0,46	6,81	11,25	1,35	2,13	0	0
	<i>B. pectinata</i> (ovos)	6,86	24,62	11,40	7,12	2,47	3,41	1,15	19,87

A partir dos grupos formados, pode-se verificar a relação existente entre as classes predominantes em cada grupo e a época do ano e região do estuário onde seus membros foram mais encontrados. O grupo I foi encontrado predominantemente durante a primavera e na porção superior do estuário, condições estas em que a classe O foi dominante, conforme o capítulo 1. Da mesma forma, o grupo II, predominante em condições de estratificação mais

elevada como *OP* e *OE*; o grupo IIIA, caracterizado pela maior presença em águas do tipo *E*; e o grupo IIIB, em maior número principalmente em águas *OP*, *M* e *E* foram encontrados principalmente no verão, nas porções média e inferior do estuário. O grupo IIIC, predominante em condições *P*, corresponde com uma maior ocorrência na porção inferior do estuário durante a primavera (Tabelas 12 e 13).

Tabela 12: Variação sazonal e regional do percentual da densidade média dos grupos I e II ao longo das classes de salinidade.

Grupo	Estação	Região	O	M	P	E	OM	OP	OE	MP	PE	Σ	
I	P	S	9,63	-	-	-	-	-	-	-	-	9,63	
		M	5,22	-	1,42	-	3,72	-	-	-	-	10,36	
		I	3,79	-	1,64	-	4,88	1,82	-	1,79	-	13,91	
	V	S	15,39	0,91	0,01	-	-	-	-	-	-	-	16,31
		M	5,60	0,35	-	0,09	-	0,75	-	0,37	0,34	-	7,49
		I	4,22	0,48	-	0,35	-	0,76	0,34	0,03	1,03	-	7,22
	O	S	-	-	1,57	-	-	-	-	-	1,68	0,39	3,64
		M	3,58	0,48	0,12	0,27	-	-	-	-	1,30	0,53	6,27
		I	5,12	-	0,89	0,31	-	-	-	-	0,37	-	6,69
	I	S	7,68	0,52	-	-	-	-	-	-	-	-	8,20
		M	2,76	-	-	-	0,47	-	-	-	2,70	-	5,93
		I	1,79	0,01	0,64	-	0	1,90	-	0	-	-	4,35
	Σ			64,78	2,74	6,30	1,02	9,07	5,23	0,34	8,23	2,29	100
	II	P	S	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0
			M	0	-	0	-	0	-	-	-	-	0
I			0,17	-	4,03	-	0,90	0	-	0	-	5,10	
V		S	0	0	0,11	-	-	-	-	-	-	-	0,11
		M	0,11	0	-	6,08	-	23,35	-	0	0,94	-	30,47
		I	2,81	0	-	4,39	-	17,09	37,73	0,20	1,20	-	63,42
O		S	-	-	0	-	-	-	-	-	0	0	0
		M	0	0	0	0,31	-	-	-	-	0	0	0,31
		I	0	-	0	0,58	-	-	-	-	0	-	0,58
I		S	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0
		M	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	0
		I	0	0	0	-	0	0	-	-	0	-	0
Σ			3,08	0	4,14	11,37	0,90	40,44	37,73	0,20	2,13	100	

Tabela 13: Variação sazonal e regional do percentual da densidade média dos grupos IIIA, IIIB e IIIC ao longo das classes de salinidade.

Grupo	Estação	Região	O	M	P	E	OM	OP	OE	MP	PE	Σ	
IIIA	P	S	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
		M	0,24	-	0,17	-	0,61	-	-	-	-	1,02	
		I	0,02	-	1,51	-	0,37	0,52	-	0,43	-	2,85	
	V	S	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0	
		M	0,02	0	-	2,08	-	0,80	-	0,23	8,46	11,59	
		I	0	0,61	-	46,28	-	10,52	1,20	0,11	1,89	60,61	
	O	S	-	-	6,49	-	-	-	-	0	1,53	8,03	
		M	0	0,08	0,31	6,39	-	-	-	0,10	0,43	7,32	
		I	0	-	0,03	8,46	-	-	-	0,09	-	8,58	
	I	S	0	0	-	-	-	-	-	-	-	0	
		M	0	-	-	-	0	-	-	0	-	0	
		I	0	0	0	-	0	0	-	0	-	0	
	Σ			0,28	0,70	8,52	63,20	0,98	11,84	1,20	0,96	12,32	100
	IIIB	P	S	0,07	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07
			M	0,86	-	0,08	-	2,13	-	-	-	-	3,06
I			0,25	-	3,69	-	2,19	0,82	-	2,11	-	9,06	
V		S	0,42	6,03	1,07	-	-	-	-	-	-	7,52	
		M	1,39	6,32	-	3,09	-	8,07	-	5,07	5,92	29,85	
		I	0,44	5,38	-	7,66	-	11,80	6,48	2,05	3,87	37,67	
O		S	-	-	1,37	-	-	-	-	0,50	0,58	2,45	
		M	0,25	0,36	0,29	4,93	-	-	-	0,22	0,01	6,05	
		I	0,69	-	0,14	2,21	-	-	-	0,06	-	3,11	
I		S	0	0	-	-	-	-	-	-	-	0	
		M	0,03	-	-	-	0	-	-	0,22	-	0,25	
		I	0	0,03	0	-	0	0,21	-	0,67	-	0,91	
Σ			4,39	18,12	6,64	17,89	4,32	20,90	6,48	10,89	10,38	100	
IIIC		P	S	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04
			M	0	-	7,88	-	0	-	-	-	-	7,88
	I		0,26	-	13,47	-	2,67	0,56	-	6,58	-	23,54	
	V	S	0	0,35	9,67	-	-	-	-	-	-	10,02	
		M	0	1,27	-	8,88	-	3,44	-	0,27	3,91	17,77	
		I	0,25	3,85	-	4,16	-	2,40	0,04	7,19	1,83	19,72	
	O	S	-	-	2,82	-	-	-	-	0	0,69	3,51	
		M	0	0	0,56	0,64	-	-	-	0,02	0,11	1,32	
		I	0	-	5,29	0,81	-	-	-	0,83	-	6,93	
	I	S	0,17	0	-	-	-	-	-	-	-	0,17	
		M	0,61	-	-	-	0	-	-	0,28	-	0,90	
		I	0	0	5,94	-	0	1,33	-	0,93	-	8,20	
	Σ			1,33	5,47	45,62	14,49	2,67	7,73	0,04	16,10	6,54	100

3.4 Discussão

Os resultados permitem observar que as assembléias ictioplanctônicas formadas, com base na distribuição de ovos e larvas ao longo das classes de salinidade, apresentam uma importante relação com a distribuição destas nas regiões do estuário e estações do ano onde foram encontradas com maior densidade. Esta relação é possível devido aos diversos padrões de salinidade do estuário da Lagoa dos Patos, vistos no capítulo anterior. Condições de menor salinidade e menor estratificação foram encontradas predominantemente durante o inverno, primavera e verão e na porção superior e média (exceto verão) do estuário, enquanto que águas mais salgadas e com maior variação vertical de salinidade estiveram mais presentes no verão e outono e no estuário médio e inferior. Relação semelhante foi verificada por Muelbert & Weiss (1991), onde a maioria das espécies apresentaram redução de densidade em direção às regiões superiores do estuário da Lagoa dos Patos, exceto por *Parapimelodus valenciennis*, que apresentou aumento de densidade, e *B. pectinata*, *Lycengraulis sp.*, *Atherinopsidae*, *M. furnieri* e *C. garmani*, que foram abundantes ao longo de todo o estuário. Também foi verificado neste estudo que os valores mais elevados de densidade foram encontrados durante o verão, sendo as menores densidades encontradas durante o outono, estação em que *B. pectinata*, *Lycengraulis sp.* e *Atherinopsidae* foram os taxa predominantes, sendo estes encontrados durante todo o ano no estuário. Relações semelhantes entre a distribuição entre as assembléias ictioplanctônicas e a estrutura salina entre regiões do estuário e

épocas do ano foram verificadas por Berasategui *et al.* (2004) no estuário do Rio da Prata. Estas variações regionais e sazonais das condições oceanográficas no interior do estuário mostram-se fundamentais para a ocorrência neste ambiente de espécies com diferentes estratégias reprodutivas, de acordo com os ambientes de origem das espécies (água doce ou marinhas) e seus diferentes graus de tolerância às variações ambientais (Elliott *et al.*, 2007). A abundância e composição das espécies em seus estágios iniciais em estuários temperados é cíclico, com altas concentrações durante a primavera e verão, onde a salinidade e temperatura atingem seus valores máximos (Marchand, 1993).

A análise de agrupamentos realizada neste trabalho permitiu observar que, apesar dos grupos formados englobarem *taxa* com formas semelhantes de ocupação do estuário, suas estratégias reprodutivas e/ou graus de tolerância às variações de salinidade apresentam diferenças dentro de um mesmo grupo. *P. nigribarbis*, *taxa* representante do grupo I, é classificada como uma espécie visitante de água doce (Garcia *et al.*, 2003b), cuja distribuição é limitada a regiões de baixa salinidade encontradas em regiões superiores do estuário (Elliott *et al.*, 2007). Já os demais *taxa* deste grupo apresentaram estratégias diferentes, com *B. pectinata* e *L. grossidens* consideradas estuarino dependentes, enquanto que as espécies de Atherinopsidae encontradas na região são classificadas como estuarino residentes (Garcia & Vieira, 2001). No entanto, estes *taxa* apresentam-se em grande número em ambientes O, o que não corresponde com o vínculo destas espécies com o ambiente marinho. Juvenis e adultos de *Brevoortia aurea*

apresentam um padrão diádromo de comportamento (García *et al.*, 2008). Ramos (2005) concluiu que a classificação mais correta para *L. grossidens* seria de anfidrômica, uma vez que esta espécie apresenta comportamento anádromo em águas argentinas e possui populações restritas a ambientes límnicos. Uma vez que larvas de Atherinopsidae apresentaram os mesmos padrões de distribuição ao longo das classes de salinidade das espécies anteriores, além do fato de adultos serem encontrados de forma abundante e freqüente no estuário da Lagoa dos Patos, em condições de salinidade média de 2,5 a 7,6, e no ambiente marinho (Ramos & Vieira, 2001), supõe-se que este *taxa* apresente comportamento anfidrômico. Outra possibilidade para o padrão deste *taxa* seria a de que as larvas encontradas na região sejam de espécies oriundas de água doce que penetraram no ambiente estuarino como visitantes de água doce (Figura 14).

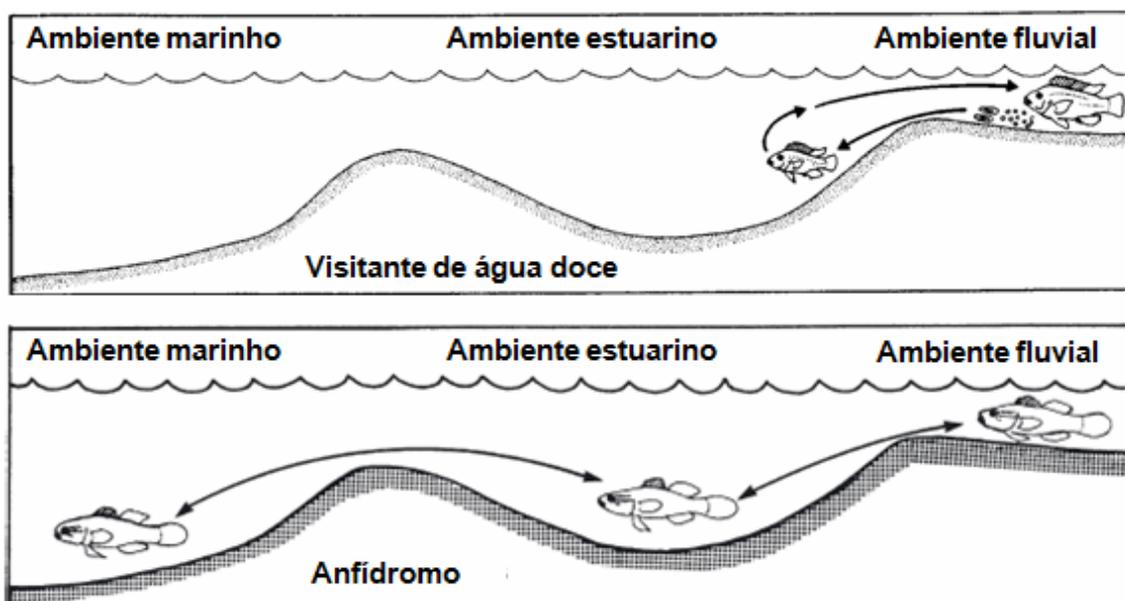


Figura 14: Estratégia reprodutiva das espécies visitantes marinhas e estuarino migrantes, retirada de Whitfield (1999) e de Elliott *et al.* (2007).

No caso do grupo II, formado por uma única espécie no estágio de ovo e larva (*T. lepturus*), sua distribuição em condições de elevada estratificação corresponde com sua classificação como espécie visitante marinha, uma vez que sua distribuição se manteve principalmente na camada inferior da coluna d'água, de salinidade elevada. Berasategui *et al.*, (2004) detectou um padrão semelhante ao encontrado no estuário da Lagoa dos Patos no estuário do Rio da Prata para esta espécie, com a ocupação de águas de fundo quando da existência de alta estratificação. Regiões estuarinas são áreas reprodutivas marginais para esta espécie (Berasategui *et al.*, 2004), que desova em regiões onde ocorrem processos de produção costeira (Martins, 1992), e seus ovos e larvas ocorrem no estuário durante períodos de forte penetração de água salgada (Muelbert & Weiss, 1991), o que explicaria sua grande ocorrência em águas *OP* e *OE*, que poderiam ser consideradas como situações de cunha salina. No entanto, *P. paru*, espécie cujas larvas penetram no estuário nas mesmas condições, apresentou grandes densidades somente em águas *E*, o que não aconteceu com *T. lepturus*. Desta forma, a ocupação de águas com elevada estratificação poderia ser uma estratégia de desova da espécie, o que permitiria que *T. lepturus* conseguisse penetrar e desovar próximo às regiões limites de penetração da cunha salina (estuário médio e inferior). Outra possibilidade é a de que as amostragens realizadas em condições *E* não tenham ocorrido na época mais favorável para a captura dos estágios iniciais de desenvolvimento desta espécie, limitando assim sua distribuição às coletas realizadas em condições mais estratificadas ocorridas em conjunto com a época de desova.

O grupo IIIA apresentou duas espécies conhecidas como marinho oportunistas ou visitantes marinhos (*Paralonchurus brasiliensis* e *Peprilus paru*), grupo que utiliza ocasionalmente os estuários (Whitfield, 1999) e um *taxa* caracterizado como estuarino residente (Blenniidae) (Vieira *et al.*, 1998). No entanto, espécies estuarino residentes são caracterizadas por apresentarem grande tolerância a elevadas variações ambientais, principalmente de salinidade, e conseguem fechar todo seu ciclo de vida no interior do estuário (Elliott *et al.*, 2007). Uma possível explicação para a limitação da ocorrência de larvas de Blenniidae a águas de salinidade elevadas pode estar no fato deste *taxa* ser na verdade estuarino migrante, que segundo Whitfield (1999), é caracterizado por espécies de origem marinha que residem em estuários mas que apresentam algum estágio larval marinho (Figura 15). *Hypleurochilus fissicornis*, Blenniidae encontrado no estuário do Rio da Prata, ocorreu numa faixa de salinidade que variou de 22 a 29,4, semelhante à de *P. brasiliensis* (22,0 a 26,2) e de *P. paru* (21,4–31,4); enquanto que *Syngnathus folletti*, espécie estuarino residente, mostrou-se mais *E*, sendo encontrada desde salinidades de 7 até 29,3 (Berasategui *et al.*, 2004).

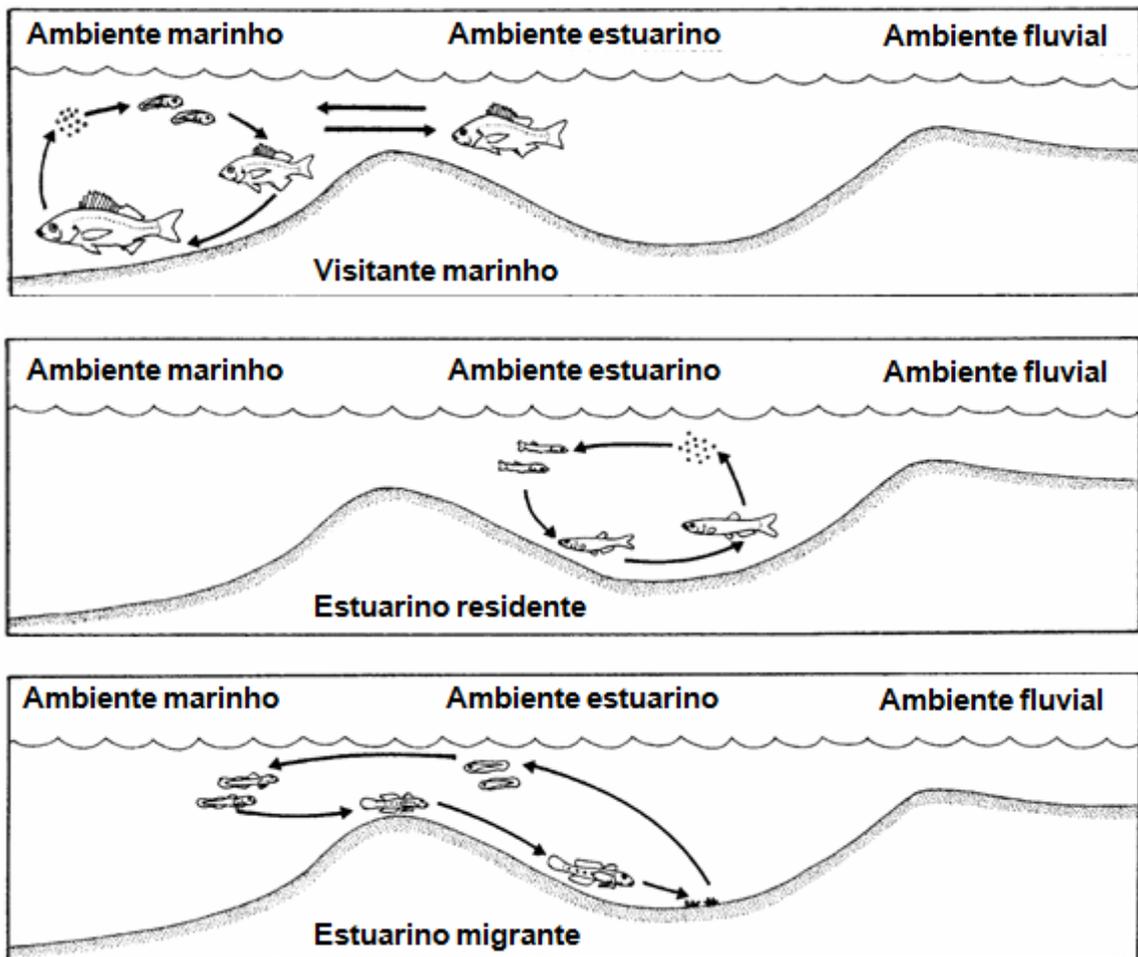


Figura 15: Estratégia reprodutiva das espécies visitantes marinhas, estuarino residentes e estuarino migrantes, retirada de Whitfield (1999).

O grupo IIIB, caracterizado por uma ampla distribuição ao longo das classes de salinidade, apresentou taxa predominantemente estuarino residentes e estuarino dependentes, que necessitam do ambiente estuarino nos estágios iniciais de desenvolvimento (Elliott *et al.*, 2007) (Figura 16). A exceção à regra foi *M. ancylodon*, classificada na Lagoa dos Patos como uma espécie marinho oportunista ou visitante marinha (Sinque & Muelbert, 1998). No entanto, esta espécie é classificada no estuário do Rio da Prata como estuarino residente (Acha *et al.*, 2008; Jaureguizar *et al.*, 2004), bem como no estuário do Rio Caeté, no norte do Brasil (Barletta *et al.*, 2005) o que indica

uma maior relação desta espécie com o ambiente estuarino. O gênero *Menticirrhus* é representado na região por duas espécies: *M. littoralis* (visitante marinha) e *M. americanus* (estuarino dependente). Gobiidae é composto por espécies estuarino residentes e estuarino dependentes, *S. folletti* e *C. garmani* são estuarino residentes e *M. furnieri*, estuarino dependente (Garcia & Vieira, 2001; Sinque & Muelbert, 1998).



Figura 16: Estratégia reprodutiva das espécies estuarino dependentes, retirada de Whitfield (1999).

A ocorrência de um grupo formado exclusivamente por ovos (IIIC) indica que existem diferenças na distribuição e dinâmica entre os estágios de ovo e larva no interior do estuário. Larvas de *L. grossidens* e de *B. pectinata* foram predominantes em condições O, enquanto que de *C. garmani* e de Sciaenidae (*M. ancylodon*, *Menticirrhus sp.* *M. furnieri* e *P. brasiliensis*) tiveram em geral maior penetração em águas E. No caso dos ovos, estes se concentraram principalmente na classe P. Uma vez que ovos representam o primeiro estágio de desenvolvimento, sua distribuição tende a se aproximar das condições de salinidade do momento da desova, enquanto que larvas se encontram temporalmente mais distantes e, desta forma mais suscetíveis a processos de deslocamento para ambientes mais diversos. Desta forma, condições P podem ser as ideais para a desova destes taxa, tendo em vista

que salinidades abaixo de 30 são encontradas na região costeira devido à influência da pluma do Rio da Prata e da própria pluma da Lagoa dos Patos (Burrage *et al.*, 2008).

As assembléias formadas neste trabalho permitiram observar que espécies com estratégias de ciclo de vida distintos podem ocupar o estuário sob as mesmas condições. Isso é possível porque quando observamos somente os estágios larvais de cada ciclo de vida, espécies estuarino residentes e estuarino dependentes podem possuir graus de tolerância semelhantes às condições oceanográficas. Desta forma, a estratégia reprodutiva fica caracterizada principalmente pelo ambiente freqüentado pelos adultos no momento da desova, que no caso das espécies estuarino dependentes é a região costeira e para as estuarino residentes é o interior do estuário. O mesmo se aplicaria para larvas de Blenniidae, que apesar de possuírem distribuição similar a de espécies marinho oportunistas, possui um estágio adulto que se reproduz no ambiente estuarino, enquanto que as espécies marinho oportunistas desovam em águas marinhas costeiras ou oceânicas.

Uma característica observável nos resultados é a grande densidade encontrada pela maioria dos *taxa* em condições de elevada estratificação, principalmente *OE* e *OP*, o que demonstra a importância do conhecimento da distribuição de salinidade para a compreensão das estratégias de ocupação do estuário por parte das espécies encontradas neste ambiente. O caso de ovos e larvas de *T. lepturus* demonstra bem este aspecto.

O conhecimento das variações, tanto horizontais quanto verticais de salinidade, através do método de classificação desenvolvido neste trabalho, permitiu uma abordagem mais complexa da relação dos *taxa* encontrados na região com as condições ideais de salinidade de cada espécie, além de auxiliar na compreensão da distribuição dos organismos ao longo das regiões e estações do ano. Outros aspectos, como a variação lateral das condições de salinidade e das assembleias ictioplanctônicas na região do canal do estuário, além de regiões mais rasas, poderiam ser analisados em trabalhos futuros por este método, o que levaria a um conhecimento mais amplo da distribuição e periodicidade de ocorrência dos *taxa* na região, além de eventuais estratégias de colonização de águas marginais do interior do estuário da Lagoa dos Patos.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

No Estuário da Lagoa dos Patos ocorrem variações sazonais e espaciais na distribuição de salinidade, com o predomínio de águas *O* na região superior, média e inferior do estuário durante o inverno e primavera, uma variabilidade de classes de salinidade predominantes de acordo com as regiões do estuário durante o verão e o predomínio de águas *E* e *P* durante o outono.

Condições de maior estratificação foram encontradas principalmente na porção média e inferior do estuário, sendo que na porção superior estiveram presentes somente no outono (*MP* e *PE*). O método de classificação desenvolvido se mostrou eficiente para a detecção destas variabilidades.

As assembléias formadas, a partir da distribuição de ovos e larvas ao longo das classes de salinidade, apresentam uma importante relação com a distribuição destas nas regiões do estuário e estações do ano onde foram encontradas com maior densidade, uma vez que regiões e estações do ano apresentaram condições de salinidade e estratificação características.

Condições de elevada estratificação apresentaram grandes densidades de larvas da maioria das espécies, principalmente no caso de *T. lepturus*, presente quase que exclusivamente no estágio de ovo e larva em águas *OP* e *OE*, o que poderia representar uma situação de desova estuarina por parte desta espécie.

A forma de ocupação do estuário por *taxa* com ciclos reprodutivos diferentes podem apresentar similaridades, uma vez que as assembléias formadas não englobaram espécies com as mesmas estratégias de ciclo de vida. Espécies com diferentes ciclos de vida podem freqüentar o estuário sob as mesmas condições oceanográficas, limitando a determinação da estratégia reprodutiva ao ambiente onde ocorre a desova por parte dos adultos.

O conhecimento das variações, tanto horizontais quanto verticais de salinidade, através do método de classificação desenvolvido neste trabalho, permitiu uma abordagem mais complexa da relação dos *taxa* encontrados na região com as condições ideais de salinidade de cada espécie, além de auxiliar na compreensão da distribuição dos organismos ao longo das regiões e estações do ano.

Outros aspectos, como a variação lateral das condições de salinidade e das assembléias ictioplanctônicas na região do canal do estuário, além de regiões mais rasas e escalas de tempo mais curtas, poderiam ser analisados em trabalhos futuros por este método, o que levaria a um conhecimento mais amplo da distribuição e periodicidade de ocorrência dos *taxa* na região, além de eventuais estratégias de colonização de águas marginais do interior do estuário da Lagoa dos Patos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHA, E.M.; MIANZAN, H.; GUERRERO, R.; CARRETO, J.; GIBERTO, D.; MONTOYA, N. & CARIGNAN, M. 2008. An Overview of Physical and Ecological Processes in the Rio de la Plata Estuary. *Cont Shelf Res.* 28, 1579–1588.

BARLETTA, M.; BARLETTA-BERGAN, A.; SAINT-PAUL, U. & HUBOLD, G. 2005. The Role of Salinity in Structuring the Fish Assemblages in a Tropical Estuary. *J Fish Biol.* 66, 45-72.

BERASATEGUI, A.D.; ACHA, E.M.; ARAOZ, N.C.F. 2004. Spatial Patterns of Ichthyoplankton Assemblages in the Río de la Plata Estuary (Argentina - Uruguay). *Est Coast Shelf Sci.* 60, 599-610.

BRAY, J.R. & CURTIS, J.T. 1957. An Ordination of the Upland Forest Communities of Southern Wisconsin. *Ecol Monogr.* 27, 325–349.

BRUNO, M.A. 2003. Variabilidade Temporal, Espacial e Estimativas de Abundância de Ovos e Larvas de *Breevoortia pectinata*, *Lycengraulis grossidens* e *Micropogonias furnieri* para o Estuário da Lagoa dos Patos – RS. Tese de Mestrado, FURG, Brasil. 111p.

BURRAGE, D.; WESSON, J.; MARTINEZ, C.; PEREZ, T.; MÖLLER, O.O & PIOLA, A. 2008. Patos Lagoon Outflow Within Rio de la Plata Using an Airborne Salinity Mapper: Observing an Embedded Plume. *Cont Shelf Res.* 28, 1625–1638.

CALLIARI L.J. 1980. Aspectos Sedimentológicos e Ambientais na Região Estuarial da Lagoa dos Patos. Tese de Mestrado, CECO/UFRGS, Brasil. 189p.

CAMERON, W. M. & PRITCHARD, D. W. 1963 Estuaries. In: HILL, M.N. (ed.). *The Sea: Ideas and Observations on Progress in the Study of the Seas*. New York, Wiley-Interscience, pp.306–324.

CHAO, L. H.; PEREIRA, L. E. & VIEIRA, J. P. 1985. Estuarine Fish Community of the dos Patos Lagoon, Brazil. A Baseline Study. In: YANEZ-ARANCIBIA, A. (ed). Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards an Ecosystem Integration. México, DR (R) UNAM Press. pp.249-450.

CHIAPPA-CARRARA, X.; SANVICENTE-AÑORVE, L.; MONREAL-GÓMEZ, A. & DE LEÓN, D.S. 2003. Ichthyoplankton Distribution as an Indicator of Hydrodynamic Conditions of a Lagoon System in the Mexican Caribbean. *J Plankton Res.* 25, 687-696.

DAY JR., J. W. & YAÑEZ-ARANCIBIA, A. 1985. Coastal Lagoons and Estuaries as an Environment for Nekton. In: A. YAÑEZ-ARANCIBIA (Ed.). Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards as Ecosystem Integration. México, DR (R) UNAM Press. pp. 17-34.

ELLIOTT, M.; WHITFIELD, A.K.; POTTER, I.C; BLABER, S.J.M.; CYRUS5, D.P.; NORDLIE, F.G. & HARRISON, T.D. 2007. The Guild Approach to Categorizing Estuarine Fish Assemblages: a Global Review. *Fish Fish.* 8, 241–268.

FAHAY, M.P. 1983. Guide to the Early Stages of Marine Fishes Occurring in the Western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the Southern Scotland Shelf. *J. Northw. Atl Fish Sci.* 4, 423p.

FAIRBRIDGE, R.W. 1980. The Estuary: its Definition and Geochemical Role. In: OLAUSSON, E.; CATO, I. (eds.). *Chemistry and Geochemistry of Estuaries.* John Wiley, New York, pp. 1-35.

FERNANDES, E.H.L.; DYER, K.R. & MÖLLER, O.O. 2005. Spatial Gradients in the Flow of the Southern Patos Lagoon. *J Coast Res.* 21, 759-769.

GARCIA, A.M. & VIEIRA, J.P. 2001. O Aumento da Diversidade de Peixes no Estuário da Lagoa dos Patos Durante o Episódio de El Niño 1997-1998. *Atlântica.* 23, 133-152.

GARCIA, A.M.; RASEIRA, M.B.; VIEIRA, J.P.; , WINEMILLER, K.O. & GRIMM, A.M. 2003a. Spatiotemporal Variation in Shallow-Water Freshwater Fish Distribution and Abundance in a Large Subtropical Coastal Lagoon. *Environ Biol Fishes.* 68, 215–228.

GARCIA A.M.; VIEIRA J.P. & WINEMILLER K.O. 2003b. Effects of the 1997–1998 El Niño on the Dynamics of the Shallow-Water Fish Assemblage of the Patos Lagoon Estuary (Brazil). *Estr Coast Shelf Sci.* 57, 489–500.

GARCIA, A.M.; VIEIRA, J.P. & WINEMILLER, K.O. 2001. Dynamics of the Shallow-water Fish Assemblage of the Patos Lagoon Estuary (Brazil) During Cold and Warm ENSO Episodes. *J Fish Biol.* 59, 1218–1238.

GARCIA, C.A.E. 1998. Características Hidrológicas. In SEELINGER, U.; ODEBRETCH, C.; CASTELLO, J.P.; (eds.). Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil. Rio Grande, Ecoscientia. pp. 134-137.

GARCÍA, G.; VERGARA, J & GUTIÉRREZ, V. 2008. Phylogeography of the Southwestern Atlantic Menhaden Genus *Brevoortia* (Clupeidae, Alosinae). Mar Biol. 155, 325–336.

GEYER, W.R. 1997. Influence of Wind on Dynamics and Flushing of Shallow Estuaries. Est Coast Shelf Sci. 44, 713–722.

GRAY, C.A. & MISKIEWICZ, A.G. 2000. Larval Fish Assemblages in Southeast Australian Coastal Waters: Seasonal and Spatial Structure. Est Coast Shelf Sci. 50, 549–570.

FIELD, J. G.; CLARKE, K. R. & WARWICK. M. 1982. A Practical Strategy for Analysing Multispecies Distribution Patterns. Mar Ecol Prog Ser. (8), 37-52.

HANSEN D. & RATTRAY M. JR. 1966. New Dimensions in Estuary Classification. Limnol Oceanogr. 11, 319–326.

HARRIS, S. A.; CYRUS, D. P. & BECKLEY, L. E. 1999. The Larval Fish Assemblage in Nearshore Coastal Waters off the St. Lucia Estuary, South Africa. Est Coast Shelf Sci. 49, 789–811.

HARRIS, S.A., CYRUS, D.P., BECKLEY, L.E., 2001. Horizontal Trends in Larval Fish Diversity and Abundance Along an Ocean-Estuarine Gradient on the Northern KwaZulu-Natal Coast, South Africa. Est Coast Shelf Sci. 53, 221-235.

HARTMANN, C.; SANO, E.E.; PAZ, R.S. & MÖLLER JR., O.O. 1986. Avaliação de um Período de Cheia (junho de 1984) na Região Sul da Laguna dos Patos, Através de Dados de Sensoriamento Remoto, Meteorológicos e Oceanográficos. In: Anais do IV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos, INPE. 2, p. 685-694.

HENDERSON, P.A. 2007. Discrete and Continuous Change in the Fish Community of the Bristol Channel in Response to Climate Change. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 87, 589–598.

HUME, T. M.; SNELDER, T.; WEATHERHEAD, M. & LIEFTING, R. 2007. A Controlling Factor Approach to Estuary Classification. Ocean Coast Manage. 50, 905–929.

IBAGY, A.S. 1997. Composição, Distribuição e Variação Nictimeral do Ictioplâncton do Estuário da Lagoa dos Patos RS Brasil. Tese de Mestrado, FURG, Basil. 127p.

JAUREGUIZAR, A.J., MENNI, R., GUERRERO, R. & LASTA, C. 2004. Environmental factors structuring communities of the Río de la Plata estuary. *Fisheries Sci.* 66, 195-211.

JOHNSON, G.D. 1978. Development of Fishes of the Mid-Atlantic Bight: An Atlas of Egg, Larval and Juvenile Stages. Vol. IV. Carangidae Through Ephippidae. U.S. Fish. Wildl. Ser. Biol. Serv. Program. 314p.

KENNISH, M.J. 1986. Ecology of Estuaries: Vol. I. Physical and Chemical Aspects. Boca Raton, CRC Press. 254p.

KENNISH, M.J. 1990. Ecology of Estuaries: Vol. II. Biological Aspects. Boca Raton, CRC Press, 380p.

KJERFVE, B., 1986. Comparative Oceanography of Coastal Lagoons. In: WOLFE, D.A. (ed.), Estuarine Variability. New York, Academic Press, pp. 63–81.

KJERFVE, B. 1988. Hydrodynamics of Estuaries. Vol. 1. Estuarine Physics. Boca Raton, CRC Press. 163p.

KNOPPERS, B. & KJERFVE, B. 1999. Coastal Lagoons of Southeastern Brazil: Physical and Biogeochemical Characteristics. In: PERILLO, G.M.E.; PICCOLO, M.C. & PINO-QUIVIRA, M. (eds.). Estuaries of South America, Their Geomorphology and Dynamics. Berlin, Springer-Verlag. pp. 35-66.

KURTZ, J. C.; DETENBECK, N.; ENGLE, V. D.; HO, K.; SMITH, L. M.; JORDAN, S. J. & CAMPELL, D. 2006. Classifying Coastal Waters: Current Necessity and Historical Perspective. *Estuaries Coasts*. 29, 107–123.

LIPSON, A.J.C. & MORAN R.L. 1974. Manual for Identification of Early Developmental Stages of Fishes of the Potomac River Estuary. Environ. Technol. Cent. Martin Marietta Corporation. Baltimore. 282p.

MALAVAL M.B. 1922. *Travaux du Port et des la Barre de Rio Grande, Bresil*. Paris, Eirrolles Editeurs.

MARCHAND, J. 1993. The Influence of Seasonal Salinity and Turbidity Maximum Variations on the Nursey Function of the Loire Estuary (France). *Neth J Aquat Ecol*. 27(2-4), 427-436.

MARQUES, S.C.; AZEITEIRO, U.M.; MARQUES, J.C.; NETO, J.M. & PARDAL, M.A. 2006. Zooplankton and Ichthyoplankton Communities in a Temperate Estuary: Spatial and Temporal Patterns. *J Plankton Res*. 28, 297–312.

MARTINS, A.S. 1992. Bioecologia do Peixe-espada *Trichiurus Lepturus* Linnaeus, 1758, no Sul do Brasil. Tese de Mestrado, FURG, Basil. 149p.

- MCLUSKY, D.S. 1989. *The Estuarine Ecosystem*. Glasgow, Blackie. 215p.
- MIRANDA, L.B. DE; CASTRO, B.M. DE & KJERFVE, B. 2002. *Princípios de Oceanografia Física de Estuários*. São Paulo, Edusp. 414p.
- MÖLLER, O.O. J.; CASTING, P.; SALOMON, J.C. & LAZURE, P. 2001, The Influence of Local and Nonlocal Forcing Effects on the Subtidal Circulation of Patos Lagoon. *Estuaries*. 24, 297-311.
- MÖLLER JR., O.O. & CASTAING, P. 1999. Hydrographical characteristics of the estuarine area of Patos Lagoon. In: PERILLO, G. M. PICOLLO, C. & PINO, M., (Eds.). *Estuaries of South America: Their Geomorphology and Dynamics*. Berlin, Springer Verlag. pp. 83-100.
- MÖLLER, O.O.; LORENZZENTI, J.A.; STECH, J.L.; MATA, M.M. 1996. The Patos Lagoon summertime circulation and dynamics. *Cont. Shelf Res.*, 16(3), 335-351.
- MÖLLER, O.O. JR.; PAIM, P.S.G. & SOARES, I.D. 1991. Facteurs et Mecanismes de la Circulation des Eaux Darts L'estuarie de la Lagune dos Patos (RS, Bresil), *Bull Inst Géol Bassin Aquitaine*. 449, 15-21.
- MOSER, HG, RICHARDS, W.J.; COHEN, D.M.; FAHAY, M.P.; KENDALL Jr., A.W. & RICHARDSON, S.L. 1984. Ontogeny and Systematics of Fishes. *Am. Soc Ichthy Herpert Sp Pub* 1, 1-760.
- MOTTA, V.F. 1969. Relatório-diagnóstico sobre a Melhoria e o Aprofundamento do Acesso pela Barra do Rio Grande. *Inst. Pesq. Hidráulicas*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Brazil, 114 pp.
- MUELBERT, J.H. 1986. Estrutura e Dinâmica do Ictioplâncton da Área de Canal, no Estuário da Lagoa dos Patos, RS, no Período de Outono/81 a Verão/83. Tese de Mestrado, FURG, Brasil. 88p.
- MUELBERT, J.H., WEISS, G., 1991. Abundance and Distribution of Fish Larvae in the Channel Area of Patos Lagoon Estuary, Brazil. In: Hoyt, Robert D. (Ed.), *Larval Fish Recruitment and Research in the Americas: Proceedings of the Thirteenth Annual Fish Conference*, Merida, Mexico, NOAA Tech. Rep. NMFS 95, pp. 43-54.
- OFFICER, C.B. 1992. Physics of Estuarine Circulation. in: KETCHUM, B.H. (Ed.). *Estuaries and Enclosed Seas, Ecosystems of the World*, vol. 26, Elsevier, Oxford. pp. 15-41.
- OKIYAMA, M. 1988. *An Atlas of the Early Stage Fishes in Japan*. Tokai University Press. 1154p.

- OLIVAR, M.P. & FORTUÑO, J.M. 1991. Guide to Ichthyoplankton of the Southeast Atlantic (Benguela Current Region). *Sci. Mar.*, 55(1), 1-383.
- PAAVOLA, M.; OLENIN, S. & LEPPÄKOSKI, E. 2005. Are Invasive Species Most Successful in Habitats of Low Native Species Richness Across European Brackish Water Seas? *Est Coast Shelf Sci.* 64, 738-750.
- PRITCHARD, D.W. 1952. Salinity Distribution and Circulation in the Chesapeake Bay Estuarine System. *J Mar Res.* 11, 106–123.
- PRITCHARD, D.W. 1955. Estuarine Circulation Patterns. *Proc Am Soc Civ Eng.* 81, No 717, 1 - 11.
- QUINN, G.P. & KEOUGH, M.J. 2002. *Experimental Design and Data Analysis for Biologists.* Cambridge, Cambridge University Press. 520p.
- RAMOS, L.A. 2005. Auto-ecologia de *Lycengraulis grossidens* (Agassiz, 1829) (Clupeiformes, Engraulidae) em Estuários do Rio Grande do Sul e sua Pesca na Barra do Rio Tramandaí, RS, Brasil. Tese de Mestrado. FURG, Brasil. 135p.
- RAMOS, L.A. & VIEIRA, J.P. 2001. Composição Específica e Abundância de Peixes de Zonas Rasas dos Cinco Estuários do Rio Grande do Sul, Brasil. *Bol Inst Pesca Sao Paulo, São Paulo*, 27 (1), 109 -121.
- REMANE, A., 1934. Die Brackwasserfauna. *Verh dt Zool Ges.* 36, 34-74.
- ROWE, P.M. & EPIFANIO, C.E. 1994. Tidal Stream Transport of Weakfish Larvae in Delaware Bay, USA. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 110, 105–114.
- SEELIGER, U. 2001, The Patos Lagoon Estuary, Brazil. In: Seeliger, U. & Kjerfve, B. (eds) *Coastal Marine Ecosystems of Latin American.* Springer Verlag, Berlin, pp 167-182.
- SINQUE, C. 1980. Larvas de Sciaenidae (Teleostei) Identificadas na Região Estuarino-Lagunar de Cananéia. *Bolm Zool Univ São Paulo.* 5, 39-77.
- SINQUE, C.; MUELBERT, J.H. (1998). Ictioplâncton. In: SEELINGER, U.; ODEBRETCH, C.; CASTELLO, J.P.; (eds.). *Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil.* *Ecoscientia*, Rio Grande. pp. 134-137.
- STOMMEL, H. 1953. Computation of Pollution in a Vertically Mixed Estuary. *Sewage Ind Wastes.* 25, 1065-1071.
- VAZ, A.C.; MÖLLER, O.O. & ALMEIDA, T.L. 2006. Análise Quantitativa da Descarga dos Rios Afluentes da Lagoa dos Patos. *Atlântica.* 28, 13–23.
- VENICE SYSTEM, 1959. Final Resolution of the Symposium on the Classification of Brackish Waters. *Arch Oceanogr Limnol.* 11, 243–248.

VERNBERG, W.B., 1992. Responses to Estuarine Stress. In: Ketchum, B.H. (Ed.), *Estuaries and Enclosed Seas, Ecosystems of the World*, vol. 26, Elsevier, Oxford. pp. 43-60.

VIEIRA, J.P.; GARCIA, A.M. & GRIMM, A.M. 2008. Evidences of *El Niño* Effects on the Mullet Fishery of the Patos Lagoon Estuary. *Braz Arch Biol Technol.* 51(2), 433-440.

VIEIRA, J.P.; CASTELLO, J.P. & PEREIRA, L.E. 1998. Ictiofauna. In: SEELINGER, U.; ODEBRETCH, C.; CASTELLO, J.P.; (eds.). *Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil*. Ecoscientia, Rio Grande. pp. 134-137.

YAÑES-ARANCIBIA, A.; LARA-DOMÍNGUEZ, A.L. & GUILLÉN, H.A. 1985. Fish Community Ecology and Dynamic in Estuarine Inlets. In: YAÑEZ-ARANCIBIA, A. (ed.). *Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards as Ecosystem Integration*. México, DR (R) UNAM Press. pp. 127-168.

WEISS, G. 1981. Ictioplâncton del Estuário de Lagoa dos Patos, Brasil. Tese de Doutorado. Facultad de Ciências Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Argentina. 163p.

WHITFIELD, A. K. 1999. Ichthyofaunal Assemblages in Estuaries: a South African Case Study. *Rev Fish Biol Fisheries.* 9, 151–186.

WHITFIELD, A.K.; TAYLOR, R.K; FOX, C. & CYRUS, D.P. 2006. Fishes and Salinities in the St. Lucia Estuarine System-a Review. *Rev Fish Biol Fisheries.* 16, 1–20.