



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM ZOOLOGIA

**Variação Sazonal e Espacial da Estrutura de
Comunidades dos Peixes Demersais da Foz dos Rios
Amazonas e Tocantins-PA ($0^{\circ}10'S - 2^{\circ}30'N$;
 $47^{\circ}50'W - 50^{\circ}30'W$) - Brasil**

Marcelo Ferreira Torres

BELÉM-PARÁ
1999

Marcelo Ferreira Torres

VARIAÇÃO SAZONAL E ESPACIAL DA ESTRUTURA DE
COMUNIDADES DOS PEIXES DEMERSAIS DA REGIÃO DE Foz
DOS RIOS AMAZONAS E TOCANTINS – PA (0°10'S - 2°30'N;
47°50'W - 50°30'W) – BRASIL

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-
Graduação em Ciências Biológicas – Mestrado
em Zoologia da Universidade Federal do Pará e
do Museu Paraense Emílio Goeldi como requisito
para a obtenção do grau de Mestre em Zoologia.

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Barthem

BELÉM

1999

Marcelo Ferreira Torres

VARIAÇÃO SAZONAL E ESPACIAL DA ESTRUTURA DE
COMUNIDADES DOS PEIXES DEMERSAIS DA REGIÃO DE FOZ
DOS RIOS AMAZONAS E TOCANTINS – PA ($0^{\circ}10'S - 2^{\circ}30'N$;
 $47^{\circ}50'W - 50^{\circ}30'W$) – BRASIL

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Mestrado em Zoologia da Universidade Federal do Pará e do Museu Paraense Emílio Goeldi como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Zoologia.

APROVADA em 23 de Novembro de 1999

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Ronaldo Borges Barthem (MPEG)
(Orientador)

Prof. Dra. Victoria Judith Isaac (MPEG)

Prof. Dr. Horácio Higuchi (MPEG)

Prof. Dr. Marlúcia Martins (MPEG)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 – REVISÃO DA LITERATURA	1
1.2 – RETROSPECTO DAS PESQUISAS DESENVOLVIDAS NA COSTA NORTE	5
1.3 – OBJETIVOS	7
2 – MATERIAL E MÉTODOS	8
2.1 – ÁREA DE ESTUDO	8
2.1.1 – Descrição da Área de Estudo	9
2.2 – METODOLOGIA DE COLETA DE DADOS	11
2.2.1 – Desenho Amostral	11
2.2.2 – Coleta de Dados Bióticos	12
2.2.3 – Coleta de Dados Abióticos	15
2.3 – ANÁLISE DOS DADOS	15
2.3.1 – Elaboração da Matriz de Dados	15
2.3.2 – Análise Exploratória dos Dados	16
2.3.3 – Análise dos Padrões de Abundância e Diversidade	16
2.3.3.1 – Riqueza de Espécies	16
2.3.3.2 – Diversidade e Equitabilidade	17
2.3.3.3 – Similaridade	19
2.3.3.4 – Frequência de Ocorrência	19
2.3.3.5 – Dominância	19
3 – RESULTADOS	20
3.1 – COLETA DE DADOS	20
3.2 – PARÂMETROS AMBIENTAIS	20
3.3 – ESTRUTURA DE COMUNIDADES DOS PEIXES DEMERSAIS	21
3.3.1 – Composição da ictiofauna	21
3.3.2 – Distribuição de Espécies por Período do Ciclo Hidrológico e Áreas	22
3.3.3 – Relação entre Riqueza de Espécies, Temperatura e Salinidade de Fundo	25
3.3.4 – Relação entre Riqueza de Espécies e Período do Ciclo Hidrológico	26
3.3.5 – Relação entre Riqueza de Espécies e Áreas	28
3.3.6 – Relação entre a Diversidade, Períodos do Ciclo Hidrológico e Áreas	30
3.3.7 – Análise de Similaridade	30

3.3.8 – Associação de Espécies	31
4 – DISCUSSÃO	34
4.1 – DIVERSIDADE TAXONÔMICA E ABUNDÂNCIA NUMÉRICA	34
4.2 – DOMINÂNCIA EM PESO E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA BIOMASSA	39
4.3 – ANÁLISE DA FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DAS ESPÉCIES	44
4.4 – FATORES AMBIENTAIS E A DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES	47
4.5 – PADRÕES DE RIQUEZA E DIVERSIDADE	51
4.6 – CONSIDERAÇÕES SOBRE A BIOLOGIA DA ICTIOFAUNA ESTUARINA	54
4.7 – ASSOCIAÇÕES DE ESPÉCIES	59
5 – CONCLUSÕES	63
6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo	9
Figura 2 – Mapa da área de estudo dividida em blocos e estratos isobatimétricos.....	12
Figura 3 – Desenho esquemático da rede utilizada para a coleta de amostras	13
Figura 4 – Regressão múltipla dos fatores salinidade x número de espécies	26
Figura 5 – Frequências observadas e estimadas pelo modelo lognormal	27
Figura 6 – Frequências observadas e estimadas pelo modelo lognormal p/ verão	27
Figura 7 – Frequências observadas e estimadas pelo modelo lognormal p/ área 1	28
Figura 8 – Frequências observadas e estimadas pelo modelo lognormal p/ área 2	29
Figura 9 – Frequências observadas e estimadas pelo modelo lognormal p/ área 3	29
Figura 10 – Comunidades de peixes demersais do estuário, definidas pelo PCA	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Área, número de blocos e estações de coleta amostradas por área e período do ciclo hidrológico	11
Tabela 2 – Frequência de ocorrência das espécies ícticas por período do ciclo hidrológico	22
Tabela 3 - Riqueza de espécies observada e esperada, estimada pelo modelo de distribuição Log-Normal, por período do ciclo hidrológico	26
Tabela 3 - Riqueza de espécies observada e esperada, estimada pelo modelo de distribuição Log-Normal, por estrato de profundidade	28
Tabela 6 – Diversidade por período do ciclo hidrológico e profundidade	30
Tabela 7 - Índice de similaridade de Jaccard calculado para as três áreas, de acordo com o período do ciclo hidrológico	30
Tabela 8 – Resultados da análise de componentes principais (PCA)	32

RESUMO

A composição, abundância e frequência de ocorrência das espécies de peixes demersais do estuário amazônico foram estudadas em três áreas delimitadas pelos estratos de profundidade de 5 – 10 m, 10 – 20 m e 20 – 50m. Os objetivos principais deste estudo foram de comparar a diversidade, abundância e distribuição das espécies de peixes demersais, nestas três áreas, durante um ciclo hidrológico, e avaliar a influência dos fatores ambientais sobre a estrutura da comunidade.

As amostragens foram feitas a bordo de dois navios da frota industrial piramutabeira, com uma rede de arrasto sem porta, em seis cruzeiros com duração de quinze dias cada, divididos entre os períodos seco (entre março e abril/97) e chuvoso (entre agosto e setembro/97).

Foram capturadas 91 espécies em 237 amostragens, sendo que as famílias Sciaenidae e Ariidae foram as mais diversificadas, representando juntas 25% do número de espécies.

Todas as espécies de ariídeos com ocorrência na região foram muito abundantes. As espécies mais abundantes numericamente no inverno foram *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae) (56,2%) e *Brachyplatystoma vaillantii* (Pimelodidae) (13,6%), e no verão *Macrodon ancylodon* (31%) e *Stellifer rastrifer* (15,8) (Sciaenidae). Na área delimitada pelas isóbatas de 5 a 10 m (área 1), *Brachyplatystoma vaillantii* (Pimelodidae) e *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae) foram as mais abundantes em ambos os períodos. O mesmo aconteceu para *Macrodon ancylodon* e *Stellifer rastrifer* (Sciaenidae) na área definida pelas isóbatas de 10 a 20 m (área 2), e para *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae) e *Bagre bagre* (Ariidae) na área delimitada pelas isóbatas de 20 a 50 m (área 3).

As espécies mais frequentes nas amostragens foram *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae) (40,9%) e *Anchoa spinifer* (Engraulidae) (35%) no inverno, e *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae) (45,6%) e *Arius grandicassis* (Ariidae) (38,4%) no verão. Na área 1 *Brachyplatystoma vaillantii* e *Brachyplatystoma flavicans* (Pimelodidae) tiveram maior frequência de ocorrência nas amostragens, para os dois períodos; o mesmo acontecendo para *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae) e *Bagre bagre* (Ariidae), na área 2; e para *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae) e *Anchoa spinifer* (Engraulidae), na área 3.

As espécies dominantes foram: *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae), no inverno (56% dos exemplares coletados); e *Macrodon ancylodon*, *Stellifer rastrifer* (Sciaenidae) e *Arius quadriscutis* (Ariidae) no verão, que representaram 61% das capturas. Na área 1 dominaram *Brachyplatystoma vaillantii* (Pimelodidae) e *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae) (73%), no inverno e, no verão, as duas espécies já citadas mais *Arius grandicassis* (Ariidae) (53%). Na área 2 foram dominantes apenas *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae) (64%) no inverno, e *Macrodon ancylodon* e *Stellifer rastrifer* (Sciaenidae) (53%) no verão e, na área 3, apenas *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae) (70% no inverno e 49% no verão).

Os padrões de distribuição foram principalmente influenciados pela salinidade. A área 1 apresentou a maior diversidade e equitabilidade em relação às outras. Na área 2 a riqueza de espécies foi maior e, na área 3, houve uma maior dominância.

Três assembléias de peixes foram identificadas na região: uma composta de espécies de águas continentais que exploram as áreas rasas entre 5 a 20 m; outra é composta de espécies resistentes ao gradiente salino, com ampla distribuição no estuário, principalmente na faixa dos 10 a 20 m; e a terceira é composta de espécies marinhas que se distribuem pelas áreas mais profundas do estuário, desde os 10 até a faixa dos 50 m.

ABSTRACT

The composition, abundance and frequency of the demersal fish fauna from the Amazon estuary were studied in three areas which ones were defined as circumscribed within the isobath ranges of 5-10 m, 10-20 m and 20-50 m. The main objectives of this work were to compare the diversity, abundance and distribution of demersal fish fauna in these three areas during one hydrological cycle, and evaluate the influence of environmental variables on the community structure.

Samples were taken on board of two piramutaba fishing vessels, using a bottom trawl net, for a given seasonal survey of six 15-day trips in the dry season (March and April/97) and in the rainy season (August and September/97).

A number of 91 species were caught in a total of 237 samples and Sciaenidae and Ariidae were the most diverse families, represented by 25% of total species.

The Ariidae' species which occurred in the area were very abundant. The most abundant species were *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae) (56,2%) and *Brachyplatystoma vaillantii* (Pimelodidae) (13,6%) in the rainy season, and *Macrodon ancylodon* (31%) and *Stellifer rastrifer* (15,8%) (Sciaenidae) in the dry season. In area 1 *Brachyplatystoma vaillantii* (Pimelodidae) and *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae) were the most abundant species in both periods, and the same occurred for *Macrodon ancylodon* and *Stellifer rastrifer* (Sciaenidae) in area 2, and for *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae) and *Bagre bagre* (Ariidae) in area 3.

The most frequent species sampled were *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae) (40,9%) and *Anchoa spinifer* (Engraulididae) (35%) in the rainy season, and *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae) (45,6%) and *Arius grandicassis* (Ariidae) (38,4%) in the dry season. In area 1 *Brachyplatystoma vaillantii* and *Brachyplatystoma flavicans* (Pimelodidae) were the most frequent species, considering each period; the same was

observed for *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae) and *Bagre bagre* (Ariidae) in area 2, and *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae) and *Anchoa spinifer* (Engraulidae), in area 3.

The dominant species were: *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae) in the rainy season (56% of the specimens collected); and *Macrodon ancylodon*, *Stellifer rastrifer* (Sciaenidae) and *Arius quadriscutis* (Ariidae) in dry season, which represented 61% of fishes caught. In area 1, *Brachyplatystoma vaillantii* (Pimelodidae) and *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae), were dominant (73%) in the rainy season, and both of them together with *Arius grandicassis* (Ariidae) were dominant (53%) in the dry season. In area 2 only *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae) was dominant (64%) in the rainy season, and *Macrodon ancylodon* and *Stellifer rastrifer* (Sciaenidae) were dominant (53%) in the dry season. In area 3, just one species *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae) was considered dominant (70% in the rainy season and 49% in the dry season).

Distribution patterns were influenced by salinity. Area 1 presented the greatest diversity and evenness as compared with the others. Area 2 presented the greatest richness, and area 3 presented the highest dominance.

Three communities were identified: one characterized by species from continental waters that explore shallow areas at depths of less than 20 m; another one formed by salinity resistant species, distributed through a wide range from the estuary, mostly in the area circumscribed within the isobath range of 10-20 m; and a third one with marine species distributed in areas at depths of 10 m to 50 m.

1 – INTRODUÇÃO

1.1 – REVISÃO DA LITERATURA

O estudo de comunidades é um campo recente da ecologia que tem importância crucial para se tentar solucionar os problemas ambientais que estão agora aparecendo ao nível da biosfera. Isto se baseia no reconhecimento de que tanto organismos como populações de espécies não existem isolados na natureza e interagem uns com os outros de maneiras diversas. As comunidades bióticas são, por este motivo, o nível de organização biológica mais fundamental a ser considerado para se analisar a questão ambiental (Krebs, 1985).

Não obstante os muitos avanços no campo da Ecologia, o conceito de comunidades permanece objeto de intensa discussão acadêmica. No senso mais geral as comunidades bióticas podem ser interpretadas apenas como uma unidade básica constituinte dos ecossistemas, embora sua determinação como uma unidade natural seja em muitos casos bastante difícil.

Pielou (1975) foi uma das primeiras a conceituar uma comunidade ecológica como sendo “qualquer assembléia de organismos, plantas e animais, que vivem juntos em um mesmo lugar que, em maior ou menor grau, interagem uns com os outros”.

Outro conceito foi apresentado por Krebs (*op. cit.*), o qual reconheceu que uma comunidade pode ser “qualquer assembléia de populações de organismos vivos em uma área ou habitat pré-determinado”. Apesar da simplicidade desta definição, a análise das interações bióticas mútuas entre organismos e populações de mesma espécie e também de espécies distintas evidenciou que as comunidades variam dentro de um *continuum*, que vai desde comunidades não-interativas até comunidades interativas.

Cornell & Lawton (1992) especificam que comunidades não-interativas seriam caracterizadas por apresentarem interações bióticas fracas ou ausentes a nível local, tais como predação, competição, etc, enquanto que as comunidades interativas seriam aquelas com fortes interações bióticas entre as espécies.

Cornell & Lawton (*op. cit.*) também ampliaram os limites conceituais da teoria de comunidades ao incorporarem o conceito espaço-temporal, envolvendo processos ecológicos e biogeográficos. Deste modo, os termos local e regional referem-se às escalas de espaço na qual os processos ecológicos e biogeográficos, respectivamente, predominam. Os processos como predação, parasitismo, competição e as flutuações ou distúrbios abióticos ocorreriam numa arena local, enquanto que processos de dispersão a longas distâncias, especiação, extinção em massa e as flutuações nas distribuições de espécies ocorreriam através de amplas regiões geográficas.

Grossman (1982) também havia argumentado que as comunidades poderiam ser classificadas como determinísticas ou estocásticas. As comunidades caracterizadas pela persistência das espécies (ou sucessão em direção a um clímax) seriam ditas determinísticas, enquanto que aquelas onde tais propriedades fossem ausentes seriam classificadas como estocásticas. Estas denominações foram propostas para substituir a terminologia clássica que considera os conceitos de comunidades em equilíbrio e comunidades em não-equilíbrio, que corresponderiam respectivamente às comunidades determinísticas e estocásticas.

As comunidades podem ainda ser definidas pelas associações espaciais, funcionais e taxonômicas ou pelas interações dinâmicas dentro da teia alimentar (Shimwell, 1971; MacArthur, 1972). Apesar da inerente complexidade do conceito de comunidade, pode-se reconhecer entre outros padrões aqueles resultantes da distribuição dos organismos nos seus ambientes e as respectivas interações mútuas. Assim, o padrão

de utilização dos recursos entre as espécies que compõem a comunidade e os padrões de abundância temporal e espacial constituem a estrutura da comunidade (Cody & Diamond, 1975).

Segundo Krebs (1985) “a estrutura de uma comunidade pode ser referida à estrutura física ou à sua estrutura biológica, sendo a primeira essencialmente aquilo que se pode observar a partir do ambiente físico. A estrutura biológica envolve a composição e abundância de espécies, as mudanças temporais nas comunidades e as relações entre as espécies em uma comunidade. A estrutura biológica de uma comunidade depende em parte da estrutura física da mesma”. Alguns dos atributos que são utilizados para o estudo de comunidades em geral são a diversidade de espécies, estrutura e forma de crescimento das populações, dominância e abundância relativa das espécies, além da estrutura trófica.

As comunidades de organismos aquáticos nos sistemas fluviais e lacustres são estruturadas em forma de sucessão ao longo do espaço. Nos rios esta estruturação deve-se basicamente a processos estocásticos enquanto que nos lagos predominam os processos determinísticos, sendo que nestes a maior fonte de variação é temporal (Ryder & Pesendorfer, 1989).

Nos sistemas estuarinos em geral os efeitos das flutuações sazonais dos fatores abióticos sobre as comunidades são muito importantes, sendo uma especial fonte de variabilidade nestes ambientes (Longhurst & Pauly, 1987). Ao nível dos trópicos estas flutuações sazonais afetam principalmente a composição e abundância das espécies impondo modificações cíclicas e não-cíclicas às comunidades (Ricklefs, 1973; Lowe-McConnell, 1987).

Apesar de que a composição e abundância de espécies variam no tempo e no espaço, Livingston (1976) declara que a estrutura-base das comunidades ícticas

estuarinas é estável ou pelo menos predizível. Isto significa que há um padrão de distribuição espacial e de abundância de espécies que é estável no tempo ou predizível com relação às flutuações sazonais dos fatores abióticos no sistema.

Há também outros fatores, como o grau de perturbação do meio e a própria história da região, que podem levar a uma variação temporal a longo prazo, refletindo certos aspectos dos padrões de distribuição exibidos por algumas espécies (Barrela & Petrere Jr., 1993).

A caracterização das variações na composição da ictiofauna em sistemas estuarinos e lagunares costeiros, tais como deslocamentos locais de espécies residentes ou certos fluxos migratórios de algumas espécies, são importantes para que se possa distinguir estes movimentos naturais de outros causados por alterações ambientais de origem antrópica (McErlean *et al.*, 1973). A compreensão destas mudanças na composição da ictiofauna que podem ser provocadas pelas perturbações no ambiente requer uma descrição detalhada das características biológicas da comunidade (a estrutura biológica) e das relações desta com os fatores abióticos e o meio (a estrutura física) (IUCN, 1984; Balon *et al.*, 1986).

O sistema estuarino amazônico localiza-se na plataforma continental norte do Brasil e constitui um complexo ambiente aquático, com elevada produtividade biológica e que sustenta uma grande biomassa de espécies de peixes, muitas delas exploradas comercialmente (Barthem, 1985 e 1990).

A pesca industrial nesta região pode estar impactando o meio, devido à ação mecânica dos equipamentos e pelos métodos empregados para a captura de peixes e crustáceos, os quais alteram o leito submarino por onde passam as redes. Segundo Berkman & Rabeni (1987), modificações do substrato no fundo prejudicam aquelas

espécies que exploram os recursos neste nível, seja para alimentação ou para atividades reprodutivas.

Há também outro fator que pode estar produzindo impactos severos à região, devido à destruição crescente das áreas de manguezais. Estas podem eventualmente resultar em mudanças nas populações de peixes que habitam áreas costeiras próximas, visto que os estuários são reconhecidamente importantes áreas de refúgio para larvas e juvenis de peixes, abrigo para adultos em reprodução, rotas de passagem para espécies migradoras e locais de alimentação para um grande número de espécies (Yañez-Arancibia, 1985).

Pelo exposto acima e dado a importância dos peixes para a sócio-economia local, o presente estudo visa obter informações detalhadas sobre a ictiofauna demersal do estuário amazônico, tais como aspectos da composição e diversidade de espécies, suas variações espaciais e temporais, além de um melhor entendimento das relações desta fauna com o ambiente.

1.2- RETROSPECTO DAS PESQUISAS DESENVOLVIDAS NA COSTA NORTE

Na literatura científica não há muitos estudos sobre comunidades de peixes no estuário amazônico. Existem principalmente levantamentos de estoques pesqueiros e trabalhos de inventariamento e biologia de espécies (Yesaki, 1974; Paiva, 1981; Barthem, 1985).

Pesquisas sobre os recursos pesqueiros e de inventariamento ictiofaunístico foram iniciados na costa Norte a partir da década de 1950, com a finalidade principal de avaliar o estado de exploração dos estoques pesqueiros e/ou o potencial de produção pesqueira da região costeira Norte. No período de 1950-70, diversas expedições oceanográficas nacionais e estrangeiras foram realizadas em toda esta região, a bordo dos navios oceanográficos: Toko Maru (Abr./57); Oregon (Nov./57 e Fev.-Mar./63);

Dona Maria e Gabriel Urias (ambas em Jun.-Jul./65); Noc. Almirante Saldanha (Operação Norte/Nordeste II e Operação Pesca Norte I, ambas em 1968) e Academic Knipovich (Jun.-Jul./69) (Yesaki, 1974; Paiva, 1981). No referido período foram empreendidas 92 operações com redes de arrasto de fundo, das quais somente 74 obtiveram êxito. Deste total, 59 foram realizadas com redes para camarões e apenas 15 com redes para peixe (Yesaki, *op. cit.*).

No período compreendido entre 1974 e 1980 outras investigações dos recursos pesqueiros foram empreendidas na área da Costa Norte, realizados por outras embarcações. Estes foram os navios de pesquisa estrangeiros “Oregon II”, “Koyo Maru” e “Lamatra”, pertencentes, respectivamente, aos governos dos Estados Unidos, Japão e FAO, além das embarcações nacionais “Pesquisador IV”, operado pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE; e “Riobaldo”, este operado pela extinta Superintendência do Desenvolvimento da Pesca – SUDEPE. Os navios Óregon, Koyo Maru e Riobaldo concentraram as suas atividades a oeste do paralelo de 46° W, entre o Cabo Orange e o Cabo Gurupi.

Na década de 1980, na área da Baía de Marajó, Barthem (1985) fez um inventário das espécies e descreveu suas biológicas. Neste estudo foi registrado a presença de 63 espécies ícticas com ocorrência sazonal na baía, sendo 8 representantes de Chondrichthyes e 56 de Teleostei. Os grupos mais diversificados foram representados pelos Perciformes e Siluriformes, respectivamente com 11 famílias e 19 espécies e 8 famílias e 22 espécies cada.

Recentemente um novo levantamento do potencial pesqueiro da região Norte foi efetuado, desta vez por meio de um consórcio bilateral de pesquisa e cooperação técnica entre Brasil e Japão, que objetivou investigar os recursos pesqueiros da foz amazônica, cobrindo toda a extensão do estuário amazônico até quase a linha de

fronteira com a Guiana Francesa. A presente dissertação é fruto desse programa bilateral, realizado nos anos de 1996 a 1997, o qual envolveu o governo brasileiro através do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), com a participação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e do Ministério da Marinha, representado pelo Conselho Interministerial dos Recursos do Mar (CIRM), e o governo japonês, tendo como órgão financiador a Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA) e como instituição co-executora da pesquisa a empresa japonesa Sanyo Techno Marine Inc.

No presente momento, novas prospecções dos recursos pelágicos e demersais da costa Norte estão em andamento, sendo realizadas pelo N. Pq. Alnte. Paulo Moreira, como parte do Programa Nacional de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva – REVIZEE.

1.3 – OBJETIVOS

Como subsídio ao entendimento da ictiofauna demersal do estuário amazônico, e tendo-se por hipótese que a comunidade de peixes demersais deste sistema estuarino está estruturada principalmente em função da sazonalidade dos fatores ambientais, foram definidos para o presente estudo os seguintes objetivos: i) determinar a composição da ictiofauna demersal do estuário; ii) identificar padrões de distribuição e abundância no tempo e no espaço; iii) analisar as associações entre as espécies e; iv) estudar as relações entre a distribuição das espécies com os fatores ambientais.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

Os critérios metodológicos aqui adotados para definir a área de estudo assim como toda a metodologia de coleta de dados bióticos e abióticos, inclusive o desenho amostral, não foram elaborados dentro deste estudo. Eles foram atribuídos por outros pesquisadores segundo os objetivos do programa de pesquisa e cooperação técnica bilateral entre os governos brasileiro e japonês, mencionado anteriormente, que visava o estudo dos recursos pesqueiros das áreas de foz dos rios Amazonas e Tocantins, ao qual o presente trabalho estivera vinculado.

2.1 – ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo encontra-se na região do estuário amazônico e foi definida através de cartas náuticas publicadas pela Marinha brasileira (cartas de nºs 40, 200 e 300), localizando-se entre as latitudes de 0°10' S e 2°30' N e as longitudes de 47°50' W e 50°30' W. Ela apresenta como limites naturais a NW o Cabo Norte e a Ilha de Maracá, no litoral do Amapá; a W a área de foz do rio Amazonas, indo até as proximidades do Banco Santa Rosa; ao S-SE o Cabo Maguari, que conforma o lado ocidental da Baía de Marajó; e ao N-NE a isóbata de 50 m (Figura 1).

Foram excluídas as áreas de profundidades irregulares situadas na parte interna da foz do Rio Amazonas, delimitadas pela linha que une o Cabo Norte ao Cabo Maguari e na Baía de Marajó, ao sul do paralelo de 0°10' S. Estas áreas não foram incluídas devido a dificuldade em se estimar a área e padronizar as operações de arrasto em um fundo de profundidade muito variável. Fez-se necessária a exclusão destas áreas também em cumprimento à Portaria nº 009/83 da extinta Superintendência do Desenvolvimento da Pesca - SUDEPE, a qual regulamenta a área de atuação da frota

industrial, proibindo a pesca de arrasto ao sul do paralelo de $0^{\circ}05' N$ e a oeste do meridiano de $48^{\circ}00' W$. A área total definida para estudo mediu 42.200 km^2 .

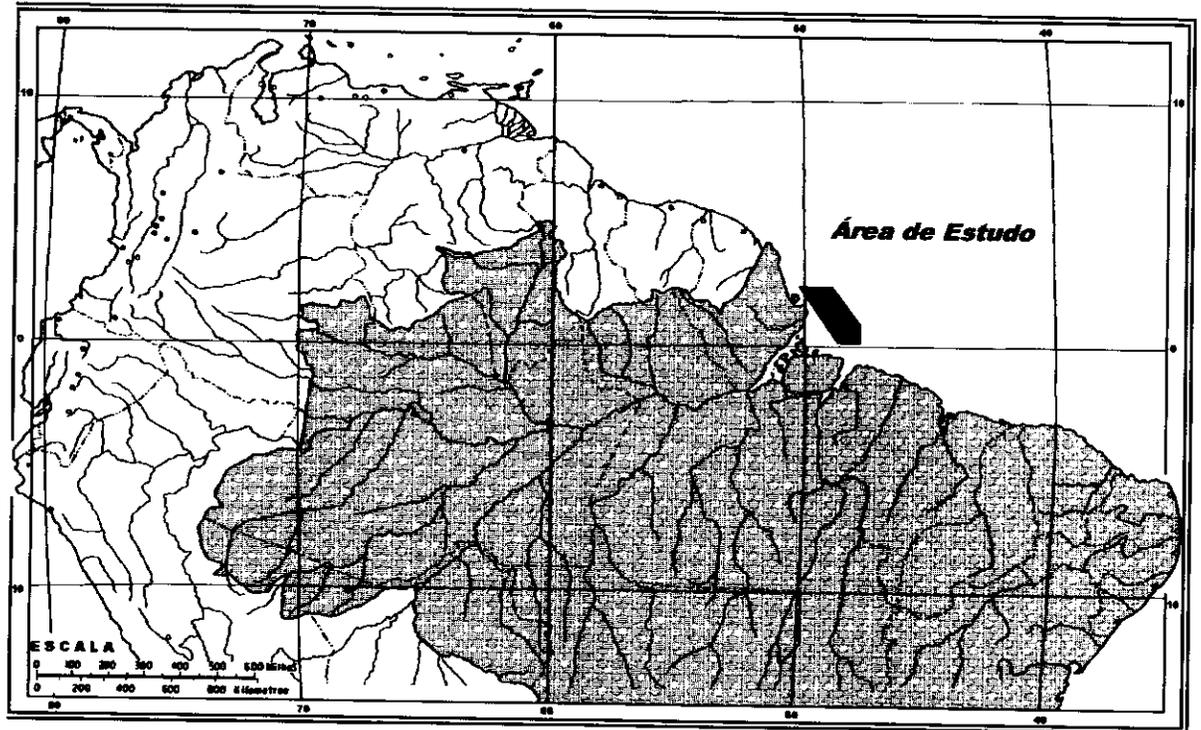


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo (em negrito).

2.1.1 – Descrição da Área de Estudo

O estuário amazônico compreende a região costeira ao Norte do Brasil, a qual se estende por cerca de 340 km entre os Estados do Pará e Amapá. Ele é formado pelas descargas dos rios Amazonas e Tocantins, que desaguam respectivamente ao norte e ao sul da Ilha de Marajó em direção ao Oceano Atlântico (Sioli, 1966).

O clima na região amazônica é caracterizado por apresentar altas temperaturas e precipitações pluviométricas elevadas o ano todo. As temperaturas médias máximas e mínimas na região do estuário variam de $33^{\circ} C$ a $35^{\circ} C$ e de $21^{\circ} C$ a $25^{\circ} C$ respectivamente. As temperaturas médias compensadas (temperaturas calculadas diariamente com base em fórmula utilizada pelo INEMET) variam de $27^{\circ} C$ a $29^{\circ} C$

durante o ano, e os meses de maior e menor temperaturas médias no ano são outubro e janeiro, respectivamente (SUDAM, 1984).

A pluviosidade média anual está acima de 2.500 mm e a frequência média de dias com precipitações é superior a 240 dias. O comportamento pluviométrico mensal é disforme junto ao litoral amapaense, chovendo mais de 70 % do total anual de janeiro a maio. Há também um período seco bem definido que vai de setembro a novembro (SUDAM, *op. cit.*).

Esta região recebe uma grande carga de sedimentos dos rios Amazonas e Tocantins os quais despejam no estuário cerca de $0,82 \times 10^3$ toneladas/ano a $0,93 \times 10^3$ toneladas/ano de sedimentos, dos quais cerca de 90 % a 95 % são provenientes apenas do rio Amazonas (Eisma & Marel, 1971). Estes sedimentos são carreados ao longo das costas do Amapá e Guianas pela Corrente das Guianas (ramo da Corrente Sul Equatorial do Oceano Atlântico), que se desloca no sentido SE-NW (Diegues, 1972). Em consequência desse fenômeno não há deposição de sedimentos em grandes quantidades junto à foz amazônica, impossibilitando a formação de um delta nesta região (Milliman & Meade, 1983; Barthem & Schwassman, 1994).

As águas apresentam baixa salinidade, embora se verifique um deslocamento horizontal da cunha salina de mais de 200 km próximo à Ilha de Marajó. Esta se movimenta em direção ao interior da baía, indo para o sul, e também na plataforma da foz do Amazonas, do lado norte da mesma ilha. Tal fato deve-se às flutuações das descargas dos rios Amazonas e Tocantins que são provocadas pelas flutuações sazonais da pluviosidade nas suas respectivas bacias de drenagem (Egler & Schwassman, 1962; Gibbs, 1970; Diegues, 1972).

2.2 – METODOLOGIA DE COLETA DE DADOS

2.2.1 – Desenho Amostral

A área de estudo foi dividida em blocos de 3' (minutos) de latitude e longitude ou aproximadamente 3 milhas náuticas de lado. Estes blocos representaram as unidades amostrais onde localizaram-se as estações de coleta sorteadas, através do método de amostragem aleatória estratificada. No total, a área de estudo equivaleu a 1.330 blocos (Figura 2).

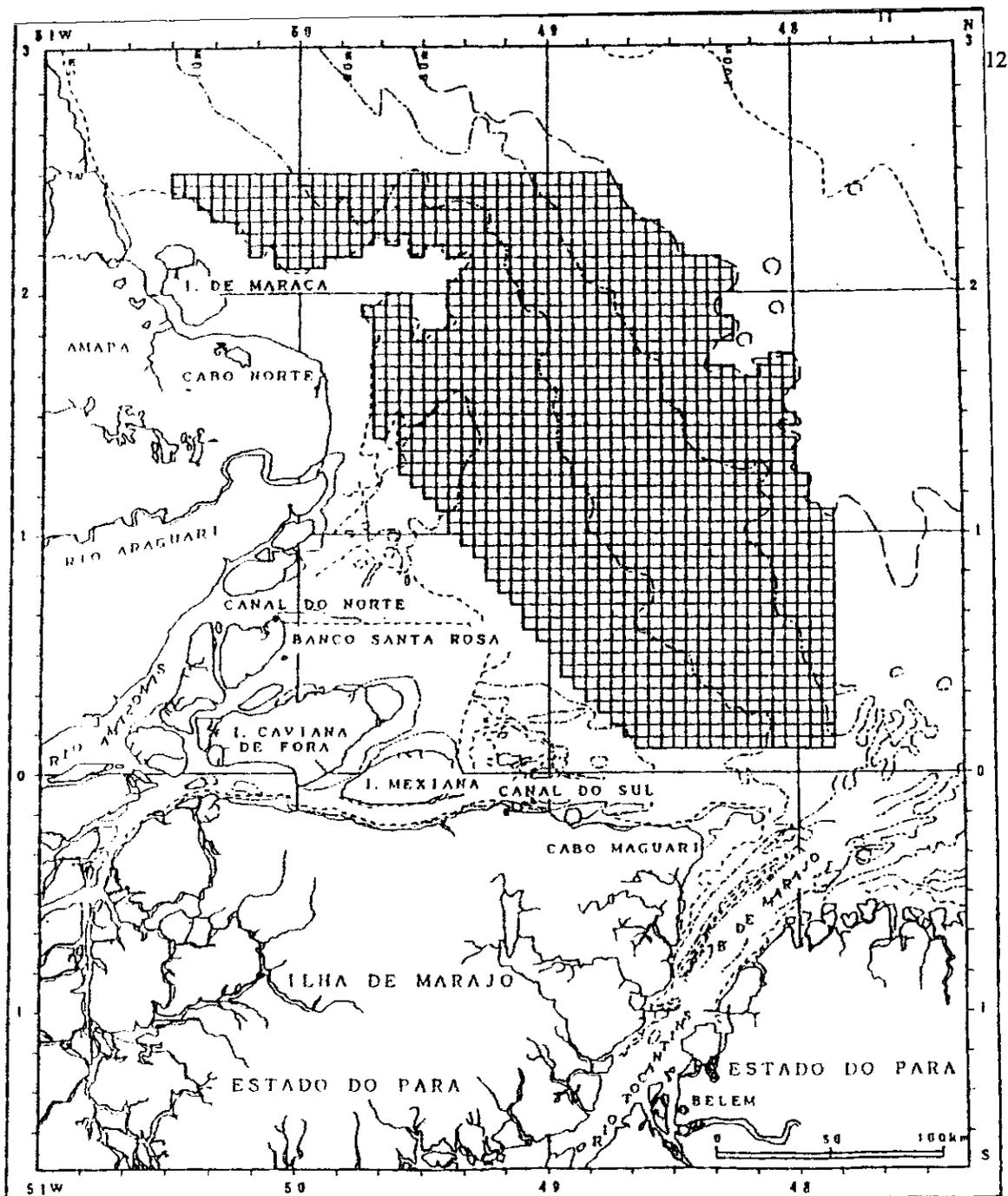
A área foi dividida em três estratos de profundidade definidos pelas isóbatas de 5–10 m (área 1), 10–20 m (área 2) e 20–50 m (área 3) (Figura 2). Os estratos delimitados por estas isóbatas possuíam, respectivamente, 17.200 km², 15.700 km² e 9.300 km², e possuíam, respectivamente, 539, 504 e 287 blocos cada (Tabela 1).

Tabela 1 – Área, número de blocos e estações de coleta amostradas por área e período do ciclo hidrológico

Área	Área (km ²)	Nº Blocos	Inverno		Verão	
			Planejados	Efetuados	Planejados	Efetuados
1	17.200	539	55	55	55	55
2	15.700	504	50	52	50	50
3	9.300	287	15*	13	15	15
Total	42.200	1.330	120	120	120	120

* A alocação das estações de coleta para o estrato de 20–50 m foi pesada por um fator de 0,5.

O número de unidades amostrais alocadas para cada área foi proporcional às áreas destes estratos, exceto para a área 3, que recebeu um peso igual a 0,5 e assim teve o número de amostras reduzido em 50 %. A coleta de dados foi planejada para dois períodos (inverno/97 e verão/97), sendo alocadas cento e vinte unidades amostrais em cada período.



Fonte: Sanyo Techno Marine

Figura 2 - Mapa da área de estudo dividida em blocos e estratos isobatimétricos

2.2.2 – Coleta de Dados Bióticos

A coleta de dados bióticos foi feita através de dois navios de pesca da frota que captura piramutabas (*Brachyplatystoma vaillantii*), utilizando-se uma rede de arrasto de fundo, sem porta, similar àquelas empregadas pela pesca industrial que explora a piramutaba no estuário amazônico. Havia uma rede principal e uma rede de cobertura, de malha inferior, o sobre-saco (Figura 3).

Fonte: Sanyo Techno Marine Inc. (1998)

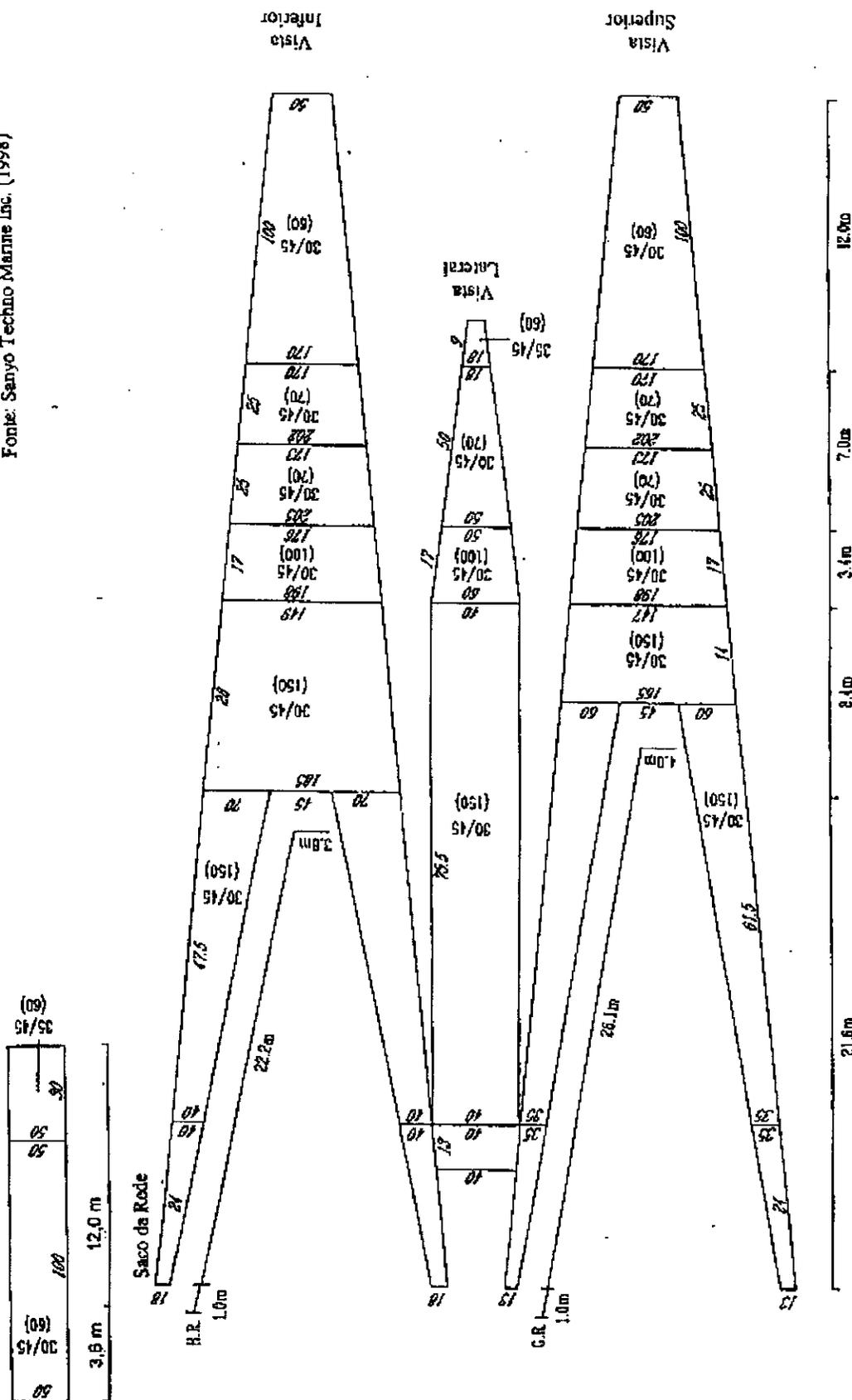


Figura 3 – Desenho esquemático da rede de arrasto de fundo utilizada para as coletas. Números em romano indicam o número de fibras e o tamanho da malha medido de nó a nó (em parêntesis). Números em *italico* indicam o número das malhas.

As coletas cobriram um ciclo hidrológico completo, sendo realizadas em dois períodos, na estação seca (agosto-outubro) e na estação chuvosa (fevereiro-abril). Em cada período foram realizados três cruzeiros de quinze dias cada. Os intervalos entre cada cruzeiro tiveram duração de cinco dias, tempo no qual foram feitos o reabastecimento e reparos das embarcações e redes de pesca, além do desembarque das amostras coletadas.

A velocidade das embarcações durante os arrastos foi determinada entre 2 e 3 nós, sendo estes conduzidos apenas no período diurno. Os arrastos foram realizados em direção a favor da correnteza e tiveram duração de 30 minutos, contando-se somente o tempo em que a rede estava arrastando no fundo. A localização da embarcação e a extensão do arrasto foram obtidos através de equipamento GPS.

Após cada operação de arrasto, as redes eram trazidas a bordo e todo o seu conteúdo espalhado sobre o convés. Para este projeto foram consideradas as capturas de ambas as redes. As capturas da rede principal e da rede de cobertura eram triadas isoladamente, sendo que os indivíduos amostrados eram separados por espécies e depois contados e pesados, com exceção das arraias que não foram pesadas devido ao risco de acidentes e à dificuldade de manipulá-las a bordo por falta de equipamento apropriado.

Quase todos os exemplares capturados foram identificados a bordo, após as redes serem embarcadas. Apenas uma pequena parte dos espécimes coletados não pôde ser identificado a bordo, sendo então congelado ou fixado em formalina a 10 % para identificação no laboratório. A identificação do material seguiu a metodologia padrão, sendo utilizado a bordo apenas o catálogo de identificação de espécies da FAO (Cervigón *et al.*, 1992). No laboratório foram utilizados além deste os trabalhos de Chao (1978) e Menezes & Figueiredo (1980). Quando capturados pela

primeira vez os peixes eram fotografados, etiquetados e depois conservados para transporte até o laboratório.

2.2.3 – Coleta de Dados Abióticos

A fim de caracterizar o ambiente amostrado, um perfil de dados sobre salinidade e temperatura de profundidade foi obtido através de um termossalinômetro com capacidade de medição de temperatura de 5 °C a 40 °C e de medição de salinidade de 0 a 40 ‰. Este equipamento também registrava a profundidade, com capacidade de medição desde 0 até 200 m. Os dados foram coletados de todas as estações amostradas, desde a superfície até o leito submarino.

2.3 – ANÁLISE DOS DADOS

A análise da estrutura da comunidade foi realizada a partir das variações da abundância numérica das espécies em relação às diferentes estações do ano (temporal) e locais de coleta (espacial).

2.3.1 – Elaboração da Matriz de Dados

Foram construídas duas matrizes de dados, ambas com o mesmo número de linhas (vetores) representando as coletas, e as colunas de cada matriz representando de um lado os fatores abióticos e de outro os fatores bióticos. Para a análise dos dados foram consideradas um total de 237 unidades amostrais.

A matriz de dados bióticos foi construída utilizando como atributos j (“colunas”) as abundâncias das espécies, enquanto na matriz de dados abióticos utilizaram-se os parâmetros físicos-químicos da água como temperatura e salinidade (foram considerados apenas os valores medidos ao mesmo nível de profundidade da

rede, até cerca de 5 m acima do leito), além de profundidade de arrasto e os dados gerais de coleta, como data e localização.

2.3.2 – Análise Exploratória dos Dados

Uma técnica estatística multivariada de ordenação e classificação foi empregada para explorar as relações entre as variáveis e identificar os padrões de associação de espécies em função das características ambientais observadas. A técnica de análise empregada foi a Análise de Componentes Principais (PCA).

Este método de ordenação é usado para reduzir o número de variáveis originais a um número menor de variáveis-índices. Estas novas variáveis são combinações lineares das variáveis originais que servem para avaliar a máxima variabilidade dos dados, que é explicada pelas novas variáveis obtidas (Manly, 1994).

2.3.3 – Análise dos Padrões de Abundância e Diversidade

Os padrões de riqueza e diversidade das espécies ícticas demersais do estuário amazônico foram aqui analisados através de índices, calculados a partir da matriz de dados bióticos, utilizando a frequência dos indivíduos amostrados de cada espécie.

2.3.3.1 - Riqueza de Espécies

O índice de riqueza utilizado para estimar o número total de espécies (S^*) da comunidade foi o modelo de distribuição log-normal. Este pareceu ser o modelo mais apropriado para o caso em estudo além de ser melhor recomendado entre outros índices de riqueza de espécies (Ludwig & Reynolds, 1988). Atendendo às prerrogativas do modelo, construiu-se inicialmente uma matriz de espécies x arrastos, utilizando os dados de número de indivíduos representados nas amostras em uma escala geométrica

(Krebs, 1985). O ajustamento das frequências observadas ao modelo foi testado estatisticamente pelo teste do Qui-quadrado.

2.3.3.2 – Diversidade e Equitabilidade

Os índices de diversidade servem para caracterizar as relações de abundância das espécies em uma comunidade (Ludwig & Reynolds, *op. cit.*). A equitabilidade é uma medida de como as espécies em uma amostra são igualmente abundantes. Para a escolha de um índice de equitabilidade levou-se em consideração a premissa de que este deveria ser independente do número de espécies na amostra, não sendo afetado pela presença de espécies raras. Por isso foi escolhido o índice modificado de Hill, o qual é menos ambíguo e mais facilmente interpretado (Ludwig & Reynolds, *op. cit.*). Ele é descrito pela seguinte equação:

$$E_5 = \frac{(1/\lambda)^{-1} - 1}{e^{H'} - 1} = \frac{N_2 - 1}{N_1 - 1}$$

Onde: λ é o índice de diversidade de Simpson; H' é o índice de diversidade de Shannon.

N_1 e N_2 representam cada qual um índice de diversidade da série de Hill.

O índice de diversidade de Simpson (λ) varia de 0 (zero) a 1 (um) e dá a probabilidade de que dois indivíduos retirados aleatoriamente de uma população pertençam à mesma espécie. Para calcular o índice de diversidade de Simpson foi usado um estimador não tendencioso (λ) do índice e que na prática é aproximadamente igual a λ , cuja fórmula é:

$$\lambda = \sum_{i=1}^S \frac{n_i(n_i - 1)}{n(n - 1)}$$

O índice de diversidade de Shannon (H') é uma medida do grau médio de incerteza em predizer a qual espécie irá pertencer um indivíduo escolhido aleatoriamente de uma coleção de S espécies e N indivíduos. O valor de H' será máximo quando todas as S espécies apresentarem o mesmo número de indivíduos, ou seja, quando as abundâncias relativas destas espécies forem perfeitamente iguais, e será mínimo (igual a zero) se existir apenas uma espécie na amostra. Ele é calculado na prática pela função:

$$H' = - \sum_{i=1}^S \left[\left(\frac{n_i}{n} \right) \ln \left(\frac{n_i}{n} \right) \right]$$

Os valores de $N1$ e $N2$ representam números de diversidade da série de Hill e medem, respectivamente, o número de espécies abundantes e o número de espécies muito abundantes na amostra. O primeiro é sensível a mudanças na composição da comunidade em relação às espécies raras, enquanto o segundo é mais sensível a mudanças nas espécies comuns. Eles são calculados pelas funções:

$$N1 = e^{H'} \quad N2 = 1/\lambda$$

Estes índices são recomendados como medidas de diversidade de espécies por serem mais fáceis de interpretar e por terem o atrativo de serem representados em unidades de números de espécies (Ludwig & Reynolds, *op. cit.*).

A equitabilidade mede a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies (Ludwig & Reynolds, *op. cit.*). O índice aqui utilizado foi o de Pielou (1966 a, b), definido por:

$$J' = \frac{H'}{\ln S^*}$$

O teste da homogeneidade das variâncias a partir dos valores de diversidade de Shannon (H') segundo os períodos do ciclo hidrológico foram feitos através do teste t de Student (Brower & Zar, 1984).

2.3.3.3 – Similaridade

Foi utilizado o índice de similaridade de Jaccard (Krebs, 1989) para comparar a ictiofauna dos três estratos isobatimétricos, o qual é definido pela equação:

$$S_j = \frac{a}{a + b + c}$$

onde: a = número de espécies presentes na amostra A e B; b = número de espécies presentes na amostra B, mas não em A; e c = número de espécies presentes na amostra A, mas não em B.

2.3.3.4 – Freqüência de Ocorrência

Refere-se ao número de amostras contendo a espécie em relação ao número total de coletas, sendo expresso em porcentagem. É também conhecida como constância (Dajoz, 1983) e serve para classificar as espécies em três categorias: constantes – quando presentes em mais de 50% das amostras; acessórias - de 25% a 50%; e acidentais – menos de 25%.

2.3.3.5 – Dominância

Para a determinação das espécies em relação à dominância foram utilizados os dados de abundância relativa acumulada, sendo consideradas dominantes as espécies que compuseram 50% ou mais dos exemplares coletados.

3 – RESULTADOS

3.1 – COLETA DE DADOS

Foram realizadas ao todo 240 amostragens, divididas entre os períodos de inverno/97 e verão/97, compreendendo assim um ciclo hidrológico anual. Apenas três estações não apresentaram captura, as quais foram retiradas da matriz de dados para efeito das análises seguintes.

3.2 – PARÂMETROS AMBIENTAIS

Os dados oceanográficos de temperatura e salinidade da água foram coletados de 237 estações amostradas e as informações aqui apresentadas foram obtidas a partir do relatório final do projeto de Estudo dos Recursos Pesqueiros da Foz Amazônica (Sanyo Tecno Marine Inc., 1998).

As temperaturas observadas sobre toda a área estudada durante a coleta de dados estiveram dentro de uma faixa de 25,9 °C a 30,72°C. A diferença entre a temperatura máxima e mínima foi de 3,7 °C no período de inverno e de 4,31 °C no verão. A temperatura de superfície variou de 27,03 °C a 30,72 °C, com uma amplitude de 3,69°C e 2,94 °C no inverno e verão, respectivamente. A temperatura no fundo variou de 25,93°C a 29,04 °C, com uma amplitude de 1,13 °C e 2,91 °C respectivamente em ambos os períodos mencionados. As temperaturas mais frequentes variaram de 27 °C a 28 °C no inverno e de 28 °C a 29 °C no verão.

Observou-se que os valores de salinidade variaram de 0,05 ‰ a 36,7 ‰. Estes foram menores no inverno do que no verão e foram também menores na superfície em relação à salinidade no fundo. As salinidades mais frequentes estiveram entre 0 a 5 ‰ no inverno e acima de 35 ‰ no verão. Tanto no inverno como no verão foram

observadas freqüências comparativamente altas para valores de salinidade abaixo de 10‰ e acima de 30 ‰.

3.3 – ESTRUTURA DE COMUNIDADES DOS PEIXES DEMERSAIS

3.3.1 – Composição da Ictiofauna

Os peixes capturados ao final dos trabalhos de amostragem estão representados por 91 espécies de 68 gêneros, pertencentes a 37 famílias e 13 ordens (Anexo 1). De acordo com a classificação de Dajoz (1983), das espécies capturadas 73 foram consideradas como acidentais no estuário, 8 foram acessórias e apenas 10 foram constantes. Entre estas últimas encontram-se *Dasyatis geijkesi*, *D. guttata* (Dasyatidae), *Anchoa spinifer* (Engraulididae), *Arius grandicassis*, *A. parkeri*, *A. quadriscutis*, *Bagre bagre*, *Cathorops spixii* (Ariidae), *Lonchurus lanceolatus* e *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae).

A ordem Perciformes apresentou o maior número de famílias (32,4 %), e de espécies (37,4 %), seguido pela ordem Siluriformes, que representou 18,9 % das famílias e 23,1 % das espécies. Das 37 famílias capturadas, a família Sciaenidae apresentou a maior riqueza com 14 espécies (15,4 %), seguida de Ariidae com 9 espécies (9,9 %).

As espécies que apresentaram a maior freqüência de ocorrência nas amostragens foram: *Dasyatis guttata* (67,5 %) e *D. geijkesi* (57,8 %) (Dasyatidae); *Anchoa spinifer* (70,1 %) (Engraulididae), *Arius grandicassis* e *Bagre bagre* (ambos com 71,3 %), *Cathorops spixii* (68,8 %), *A. quadriscutis* (67,1 %), *A. parkeri* (51,1 %) (Ariidae); *Macrodon ancylodon* (86,5 %) e *Lonchurus lanceolatus* (50,6 %) (Sciaenidae).

As espécies que apresentaram as maiores abundâncias em número de indivíduos foram: *Arius quadriscutis* (7,1%) (Ariidae); *Brachyplatystoma vaillantii* (9,4%) (Pimelodidae); *Macrodon ancylodon* (45,1 %) e *Stellifer rastrifer* (10,1%) (Sciaenidae). A soma destas espécies representou cerca de 71,7 % do total de espécimes coletados (Anexo 2).

3.3.2- Distribuição de Espécies por Período do Ciclo Hidrológico e Áreas

Das 91 espécies capturadas, 18 ocorreram exclusivamente no inverno, 8 ocorreram exclusivamente no verão e 65 ocorreram em ambos os períodos. O número de espécies acidentais baixou de 66 no inverno para 55 no verão. No inverno foram coletadas um total de 84 espécies pertencentes a 34 famílias, e no verão 73 espécies pertencentes a 31 famílias (Tabela 2).

Tabela 2 – Frequência de ocorrência de espécies ao longo de um ciclo hidrológico.

Ocorrência de Espécies	Inverno	Verão	Inverno e Verão
Acidentais	66	55	47
Acessórias	8	8	8
Constantes	10	10	10
Total	84	73	65

As famílias Sciaenidae e Ariidae foram as mais diversificadas em ambos os períodos, e as espécies que ocorreram com maior frequência no inverno foram: *Anchoa spinifer* (35 %) (Engraulididae), *Bagre bagre* (33,8 %) (Ariidae), e *Macrodon ancylodon* (40,9 %) (Sciaenidae), enquanto no verão foram *Arius grandicassis* (38,4 %) (Ariidae), *B. bagre* (37,6 %) (Ariidae) e *M. ancylodon* (45,6 %) (Sciaenidae). As espécies mais abundantes em número de indivíduos no inverno foram novamente *Macrodon ancylodon* (56,2 %) (Sciaenidae), *Stellifer rastrifer* (4,5 %) (Sciaenidae) e *Brachyplatystoma vaillantii* (13,6 %) (Pimelodidae), e no verão *Arius quadriscutis*

(11,8%) (Ariidae), *M. ancylodon* (31%) (Sciaenidae) e *S. rastrifer* (15,8%) (Sciaenidae). No inverno apenas *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae) foi dominante (56% dos exemplares coletados), enquanto no verão foram *Arius quadriscutis* (Ariidae), *M. ancylodon* e *Stellifer rastrifer* (Sciaenidae), que juntos representaram 61% das capturas.

Em relação às áreas, observou-se que na subárea 1 (delimitada pelas isóbatas de 5-10 m), foram registradas 76 espécies pertencentes a 33 famílias. Na subárea 2 (isóbata de 10-20 m) registrou-se 58 espécies de 23 famílias, e na subárea 3 (isóbata de 20-50 m), 53 espécies de 24 famílias (Anexo 2). As famílias Sciaenidae e Ariidae foram as mais diversificadas em todas as três subáreas.

Na subárea 1 as espécies que ocorreram com maior frequência foram *Brachyplatystoma vaillantii* (83,3%) e *B. flavicans* (76,4%) (Pimelodidae), além de *Aspredo aspredo* (75%) (Aspredinidae). As mais abundantes em número de indivíduos foram *Macrodon ancylodon* (29,2%) (Sciaenidae), *B. vaillantii* (36,9%) (Pimelodidae) e *Arius phrygiatus* (4,5%) (Ariidae) (Tabela 3). As espécies dominantes no inverno foram *B. vaillantii* (Pimelodidae) e *M. ancylodon* (Sciaenidae) (73% das capturas) e, no verão, as duas espécies já citadas e mais *Arius grandicassis* (Ariidae) (juntas somaram 53%).

Nesta área registrou-se a maior ocorrência e abundância de espécies de água doce em relação às outras áreas. Entre estas havia bagres: *Arius couma*, *A. phrygiatus* (Ariidae); *Centrodoras brachiatus*, *Lithodoras dorsalis* (Doradidae); *Pseudauchenipterus nodosus* (Auchenipteridae); *Brachyplatystoma filamentosum*, *B. flavicans*, *B. vaillantii*, *Goslinia platynema*, *Pimelodus* sp. (Pimelodidae); *Hypophthalmus marginatus* (Hypophthalmidae); *Aspredinichthys filamentosus*, *Aspredo aspredo* (Aspredinidae); além de algumas pescadas: *Plagioscion auratus* e *P. squamosissimus* (Sciaenidae), peixes elétricos: *Rhamphichthys* sp. (Rhamphichthyidae)

e *Sternarchella* sp. (Apteronotidae) e arraias *Himantura schmardae* e *Plesiotrygon* sp. (Dasyatidae).

Na área 2, delimitada pelas isóbatas de 10-20 m, as espécies que ocorreram com maior frequência foram *Macrodon ancylodon* (93,8 %) (Sciaenidae), além de *Bagre bagre* (85,3 %) e *Arius grandicassis* (82,9 %) (Ariidae), enquanto as mais abundantes em número de indivíduos foram *M. ancylodon* (46,7 %) e *Stellifer rastrifer* (13,7 %) (Sciaenidae), e *Arius quadriscutis* (9,3 %) (Ariidae) (Tabela 3). As espécies dominantes incluíram apenas *Macrodon ancylodon* (64 %) (Sciaenidae), no inverno, e *M. ancylodon* e *Stellifer rastrifer* (53 %) (Sciaenidae), no verão. Nesta área houve uma alta incidência de arraias: *Dasyatis geigkesi* e *D. guttata* (Dasyatidae); além de sardinhas: *Anchoa spinifer* e *Lycengraulis batesii* (Engraulididae); bagres marinhos: *Arius grandicassis*, *A. parkeri*, *A. proops*, *A. quadriscutis*, *A. rugispinnis*, *Bagre bagre* e *Cathorops spixii* (Ariidae); e de pescadas: *Cynoscion acoupa*, *C. steindachneri*, *C. virescens*, *Isopisthus parvipinnis*, *Lonchurus lanceolatus*, *Macrodon ancylodon*, *Micropogonias furnieri*, *Nebris microps*, *Stellifer microps* e *S. rastrifer* (Sciaenidae).

Finalmente, na área 3, delimitada pelas isóbatas de 20-50 m, as espécies mais frequentes nas amostragens foram *Macrodon ancylodon* (94,1 %) (Sciaenidae), *Anchoa spinifer* (85,3 %) (Engraulididae), *Arius grandicassis* (79,4 %) (Ariidae), e as mais abundantes foram *M. ancylodon* (61,2 %) (Sciaenidae), além de *Bagre bagre* (7 %) e *Cathorops spixii* (5,7 %) (Ariidae) (Tabela 3). *Macrodon ancylodon* foi praticamente a única espécie dominante em ambos os períodos, com 70 % no inverno e 49 % no verão. Grande incidência de espécies marinhas e estuarinas foi notada aqui. Entre elas destacamos: *Carcharhinus porosus*, *Sphyrna lewini*, *S. tiburo*, *S. tudes* (Carcharhinidae), *Narcine brasiliensis* (Torpedinidae), *Gymnura micrura* (Gymnuridae), *Aetobatis narinari* (Myliobatidae), *Engraulis* sp. (Engraulididae),

Chirocentrodon bleekermanus (Pristigasteridae), *Opisthonema oglinum* (Clupeidae), *Porichthys plectrodon* (Batrachoididae), *Centropomus parallelus*, *C. pectinatus* (Centropomidae), *Echeneis naucrates* (Echeneidae), *Hemicaranx amblyrrhynchus*, *Oligoplites palometa*, *O. saurus*, *Selene vomer*, *Trachinotus carolinus*, *T. cayennensis* (Carangidae), *Genyatremus luteus* (Haemulidae), *Polydactylus virginicus* (Polynemidae), *Cynoscion acoupa*, *C. virescens*, *Micropogonias furnieri*, *Paralonchurus brasiliensis*, *Stellifer microps*, *S. rastrifer* (Sciaenidae), *Chaetodipterus faber* (Ephippidae), *Scomberomorus brasiliensis* (Scombridae), *Peprilus paru* (Stromateidae) e *Chilomycterus antillarum* (Diodontidae). Algumas destas foram encontradas exclusivamente nestas áreas, como *Sphyrna lewini*, *S. tiburo* (Carcharhinidae), *Aetobatis narinari* (Myliobatidae), *Engraulis* sp. (Engraulidae), *Chirocentrodon bleekermanus* (Pristigasteridae), *Opisthonema oglinum* (Clupeidae), *Porichthys plectrodon* (Batrachoididae), *Echeneis naucrates* (Echeneidae), *Oligoplites saurus* (Carangidae), *Polydactylus virginicus* (Polynemidae), e *Chilomycterus antillarum* (Diodontidae).

3.3.3- Relação entre Riqueza de Espécies, Temperatura e Salinidade de Fundo

O número de espécies capturadas por arrasto variou de 1 até 25, sendo que 69 espécies ocorreram em salinidades acima de 30 ‰ e apenas 34 foram encontradas nas áreas com salinidades abaixo de 5 ‰. Foi demonstrado estatisticamente através do método de regressão linear que existe uma tendência de aumento da riqueza de espécies com o aumento da salinidade ($n = 237$; $r = 0,344$; $p < 0,01$) (Figura 4). O mesmo teste aplicado aos dados de temperatura demonstrou não haver correlação entre a temperatura e a riqueza de espécies ($n = 237$; $r = 0,68$; $p > 0,05$).

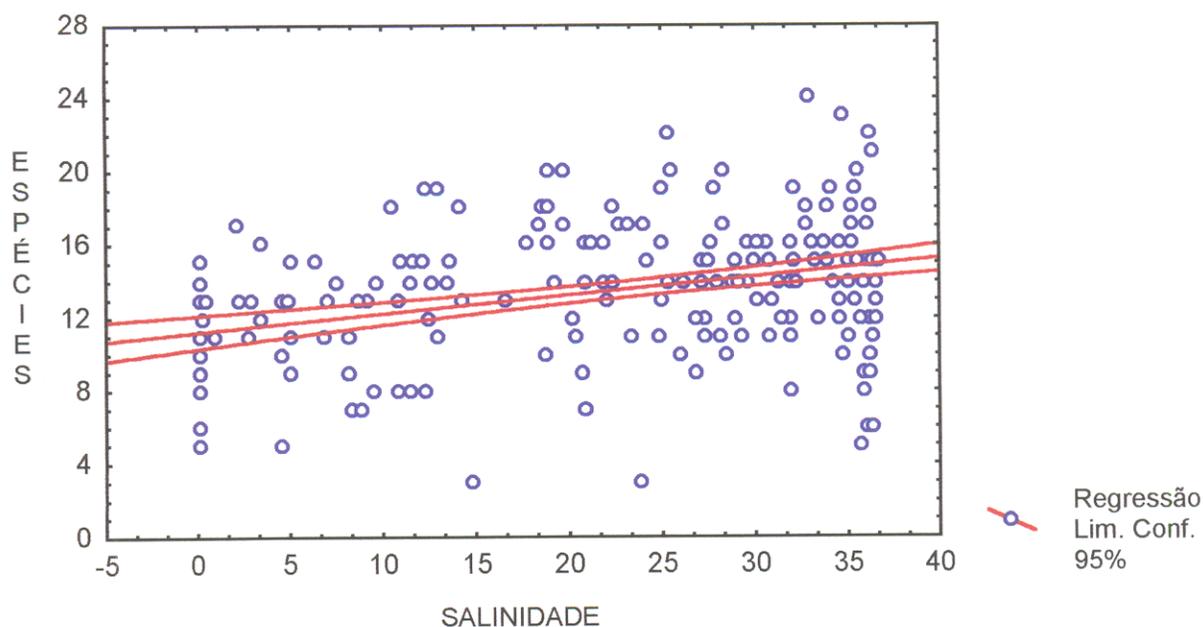


Figura 4 – Análise de Regressão múltipla dos fatores salinidade e número de espécies ($n=237$; $r=0,344$; $p < 0,01$)

3.3.4- Relação entre Riqueza de Espécies e Período do Ciclo Hidrológico

O número de espécies total observado nas amostras foi de 91 e o número estimado (S^*) através do modelo lognormal foi de 143 espécies. A distribuição de frequências entre o observado e o esperado é apresentada na Figura 5. O ajustamento do modelo às frequências observadas foi testado estatisticamente pelo método do Qui-quadrado e os resultados são mostrados na Tabela 3.

Tabela 3 – Riqueza de espécies observada e esperada, estimada pelo modelo de distribuição Log-Normal, por período do ciclo hidrológico (S = significativo; NS = Não Significativo).

Período	Observado	Esperado (S^*)	G. Liberdade	χ^2	χ^2_c	$P < 0.05$
Inverno	83	-	15	30.735	24.996	S
Verão	73	74	14	23.039	23.685	NS
Inverno + Verão	91	143	15	15.149	24.996	NS

A riqueza de espécies verificada no inverno foi maior em relação ao verão, sendo observadas cerca de 83 espécies naquele e apenas 73 neste período. Os dados

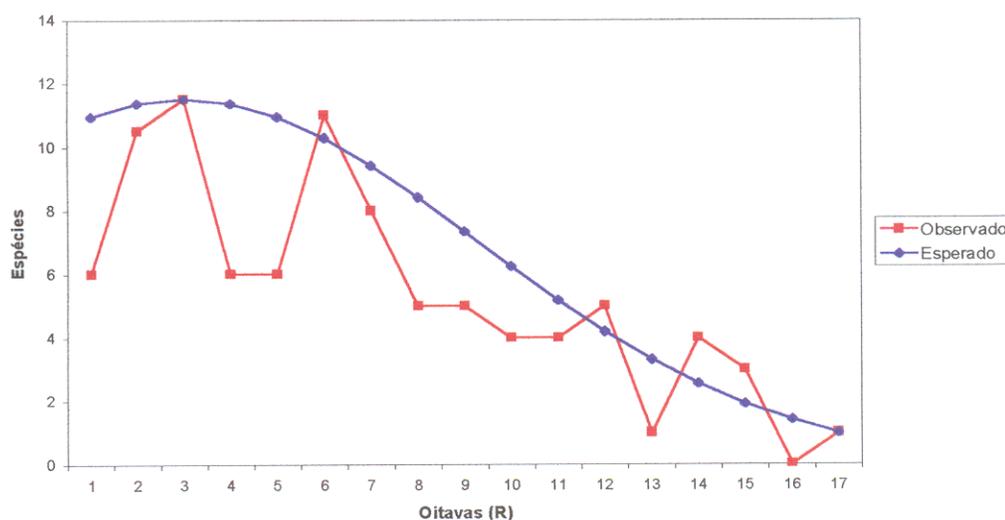


Figura 5 – Distribuição de frequências das espécies icticas estuarinas plotadas em oitavas. A curva lognormal ajustada foi calculada a partir de $a = 0,111629$ e $S_0 = 9,047509$.

foram testados pelo método do Qui-quadrado para verificar o seu ajuste ao modelo de distribuição Log-normal, sendo observado que apenas os dados relativos ao verão apresentaram um bom ajuste ao modelo Log-normal. Os dados observados de distribuição das espécies no período do inverno foram rejeitados ao nível de 5 % de significância, por isso não sendo possível a determinação de S^* . Na Figura 6 são apresentadas as curvas das distribuições de frequência observadas e esperadas para o verão.

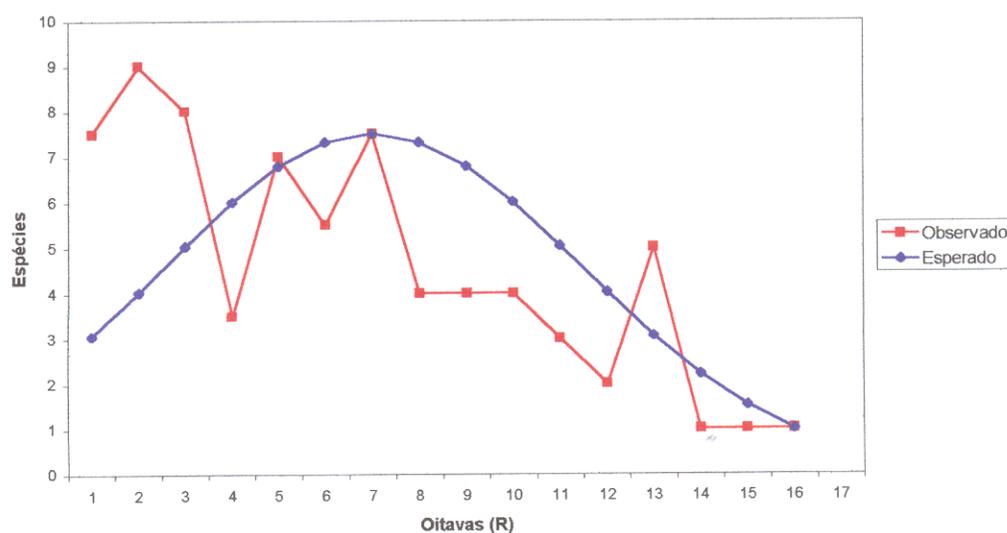


Figura 6 – Distribuição de frequências das espécies icticas estuarinas no período de verão, plotadas em oitavas. A curva lognormal ajustada foi calculada a partir de $a = 0,157719$ e $S_0 = 6,571184$.

3.3.5- Relação entre Riqueza de Espécies e Áreas

Foi observado que a riqueza de espécies foi maior na subárea 2, independentemente do período do ciclo hidrológico, apresentando 76 espécies ao todo. Não houve uma grande diferença entre as outras duas áreas, sendo observadas 58 espécies na subárea 1 e apenas 53 na subárea 3. Estes dados também foram testados pelo método do Qui-quadrado e todos apresentaram um bom ajuste ao modelo Log-normal (Tabela 4).

Tabela 4 – Riqueza de espécies observada e esperada, estimada pelo modelo de distribuição Log-Normal, por estrato de profundidade (S = significativo; NS = Não Significativo)

Estrato (m)	Observado	Esperado (S*)	G. Liberdade	χ^2	χ^2_c	P < 0.05
5-10	58	100	13	10.952	22.362	NS
10-20	76	131	15	12.293	24.996	NS
20-50	53	83	13	20.448	22.362	NS

As frequências observadas e estimadas pelo modelo Log-normal para as subáreas 1, 2 e 3 são apresentadas respectivamente pelas Figuras 7, 8 e 9.

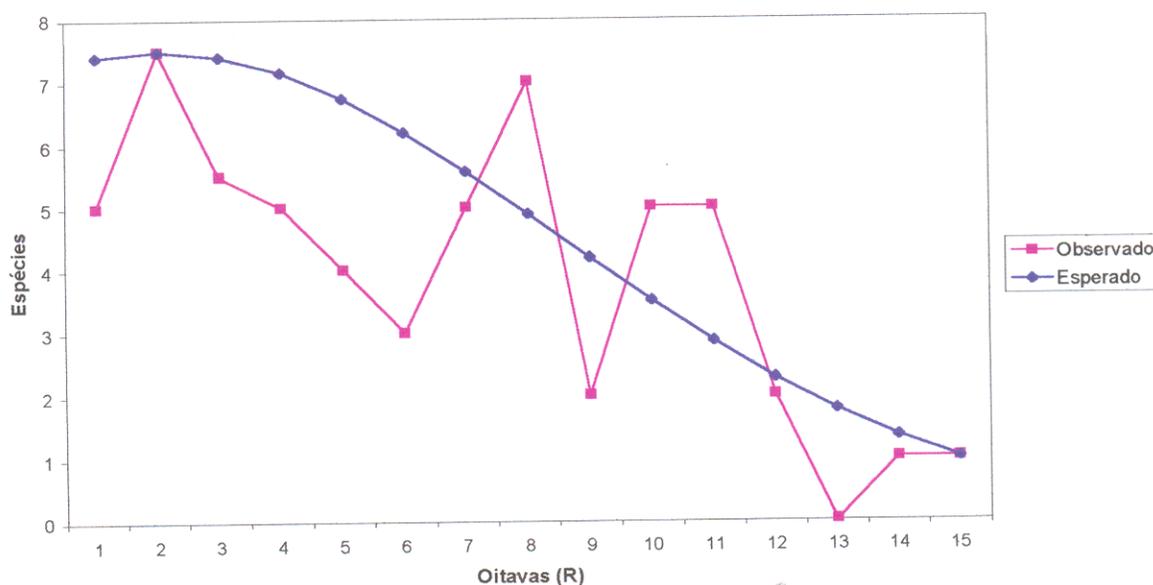


Figura 7 – Distribuição de frequências das espécies ícticas estuarinas no estrato de 5-10 m (subárea 1), plotadas em oitavas. A curva lognormal ajustada foi calculada a partir de $a = 0,10919$ e $S_0 = 6,186674$.

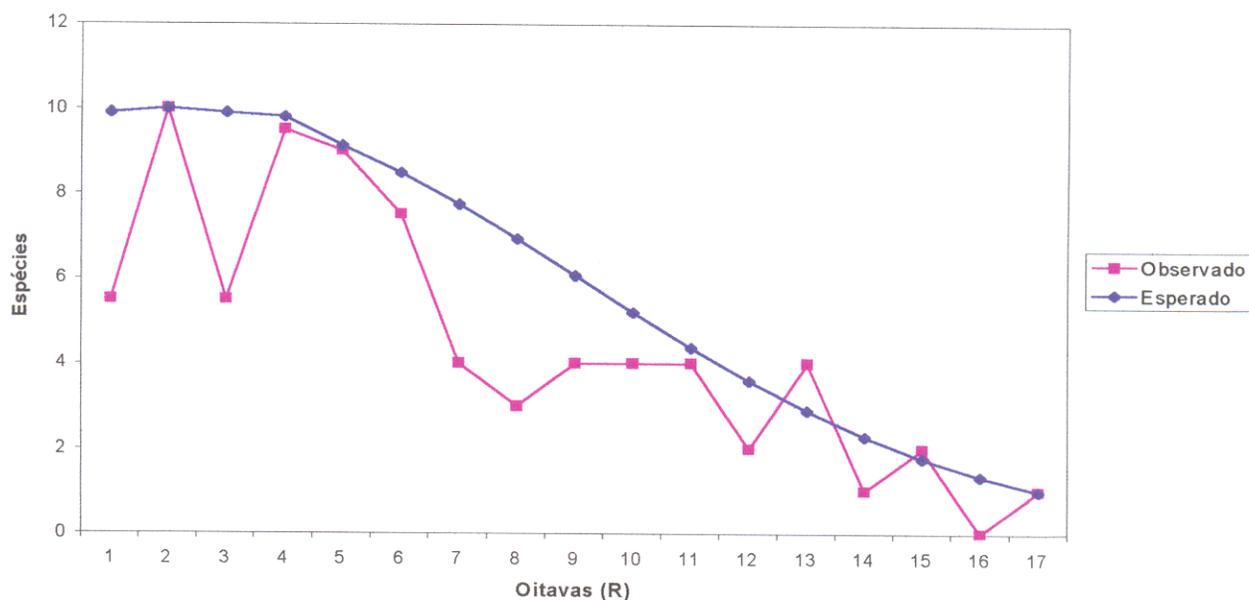


Figura 8 – Distribuição de frequências das espécies icticas estuarinas no estrato de 10-20 m (subárea 2), plotadas em oitavas. A curva lognormal ajustada foi calculada a partir de $\alpha = 0,101162$ e $S_0 = 7,507807$.

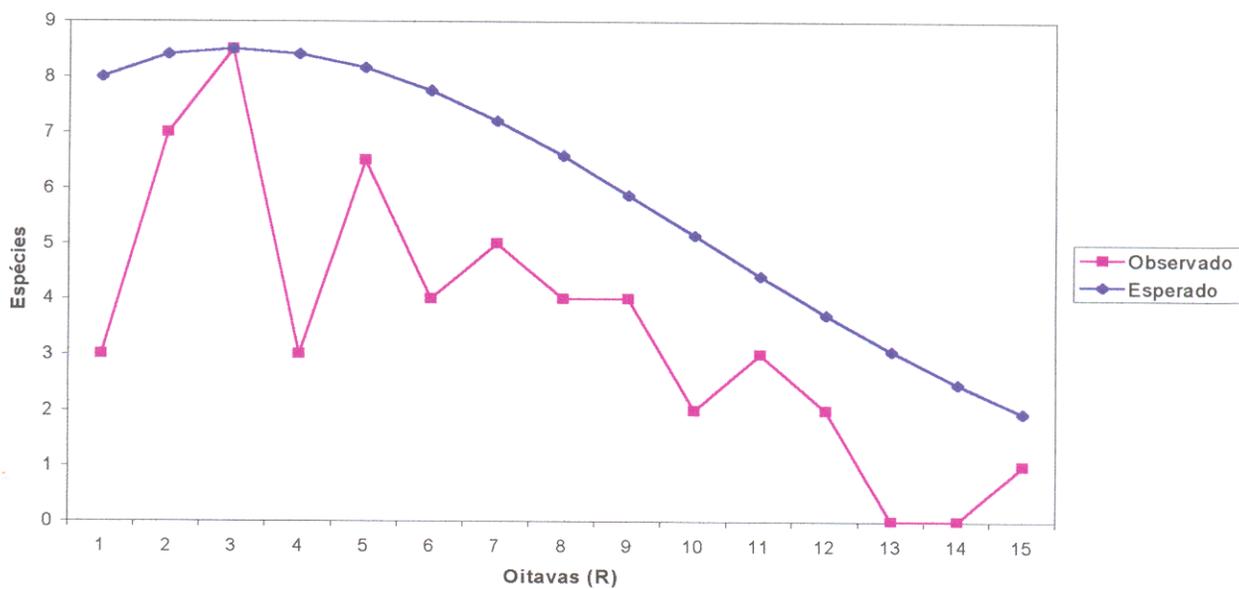


Figura 9 – Distribuição de frequências das espécies icticas estuarinas no estrato de 20-50 m (subárea 3), plotadas em oitavas. A curva lognormal ajustada foi calculada a partir de $\alpha = 0,121908$ e $S_0 = 5,713814$.

3.3.6- Relação entre a Diversidade, Períodos do Ciclo Hidrológico e Áreas

Os valores de H' foram testados par a par pelo teste t de Student, mostrando diferenças significativas entre os períodos ($t = 25,47$; G.L. = 2,6; $p < 0,01$). Observou-se que em relação aos períodos do ciclo hidrológico, todos os índices de diversidade e a equitabilidade foram maiores no verão e, em relação às áreas, estes foram maiores na subárea 1, seguidas das subáreas 2 e 3 respectivamente (Tabela 5). Exceção fez-se apenas para o índice de Simpson, que apresentou uma tendência inversa tanto em relação ao período do ano quanto para as áreas consideradas.

Tabela 5 – Diversidade por período do ciclo hidrológico e profundidade. H' = Índ. de Shannon; λ = Índ. de Simpson; $N1$ e $N2$ = Índs. da Série de Hill; $E5$ = Índ. modificado de Hill; J' = Equitabilidade

Período/Estratos (m)	H'	λ	$N1$	$N2$	$E5$	J'
Inverno	1,838	0,341	6,283	2,926	0,365	0,940
Verão	2,300	0,163	9,971	6,118	0,570	1,231
5-10	2,078	0,230	7,988	4,353	0,480	1,038
10-20	2,000	0,255	7,386	3,922	0,458	0,944
20-50	1,689	0,390	5,412	2,566	0,355	0,880

3.3.7- Análise de Similaridade

A análise de similaridade empreendida para as três subáreas demonstrou que, de um modo geral e independentemente do período considerado, as subáreas 1 e 2, com profundidades de 5-10 m e 10-20 m respectivamente, apresentaram faunas mais similares do que quando comparadas com a subárea 3 (Tabela 6).

Tabela 6 – Índice de similaridade de Jaccard calculado para as três áreas, de acordo com o período do ciclo hidrológico. A = Estrato 5-10 m; B = Estrato 10-20 m; e C = Estrato 20-50 m

Período	A – B	A – C	B – C
Inverno	0.63	0.32	0.49
Verão	0.59	0.41	0.44
Inverno + Verão	0.61	0.39	0.48

3.3.8- Associação de Espécies

A análise de componentes principais foi realizada a partir das matrizes de dados bióticos e abióticos, considerando todas as 91 espécies amostradas. O resultado não foi considerado satisfatório, uma vez que a variância explicada pelo primeiro componente (8,2 %) foi considerada extremamente baixa, e a plotagem dos coeficientes do fator 1 contra os coeficientes do fator 2 não serviu para definir as assembléias de espécies. Por estas razões, optou-se por reduzir a matriz de dados pela eliminação de variáveis bióticas (espécies).

Após sucessivas tentativas, foram obtidos melhores resultados para análise quando consideramos apenas as espécies com abundância numérica igual ou superior a 100 indivíduos. A matriz, assim, contou com 30 espécies e permitiu a extração de dois fatores, os quais demonstraram haver correlações entre as diferentes espécies (Tab. 7).

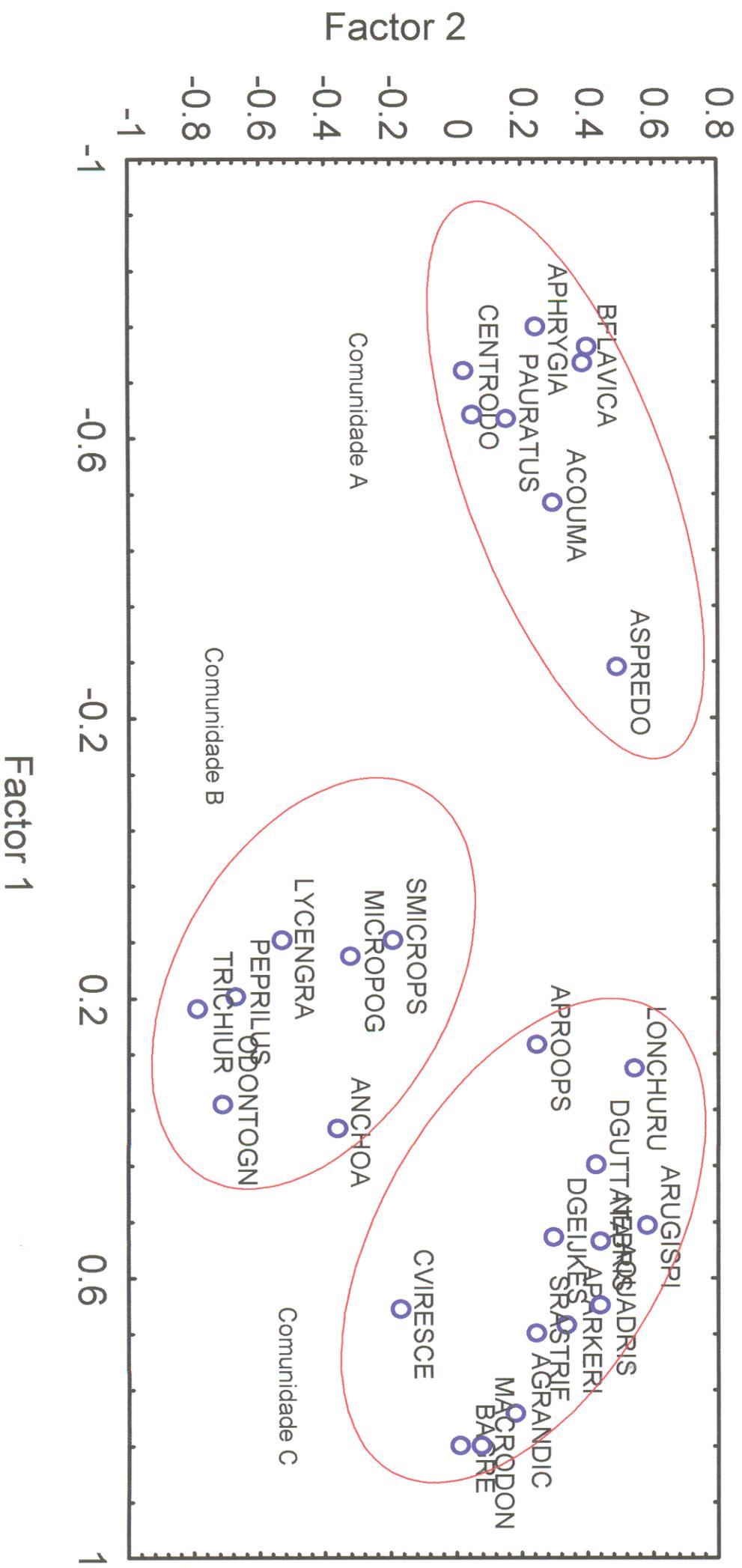
O primeiro componente (Fator 01) explicou cerca de 31,1 % da variância e destacou 13 espécies em associação com coeficientes positivos: *Dasyatis geijkesi*, *D. guttata* (Dasyatidae), *Anchoa spinifer* (Engraulididae), *Odontognathus mucronatus* (Pristigasteridae), *Arius grandicassis*, *A. parkeri*, *A. quadriscutis*, *A. rugispinnis*, *Bagre bagre*, *Cathorops spixii* (Ariidae), *Cynoscion virescens*, *Macrodon ancylodon* e *Nebris microps* (Sciaenidae). Também destacou 7 espécies em associação com coeficientes negativos: *Arius couma*, *A. phrygiatus* (Ariidae), *Centrodoras brachiatus* (Doradidae), *Brachyplatystoma flavicans*, *B. vaillantii* (Pimelodidae), *Plagioscion auratus* e *P. squamosissimus* (Sciaenidae).

O segundo componente (Fator 02) explicou 15,5 % da variância restante, destacando 9 espécies em associação com coeficientes positivos: *Dasyatis guttata* (Dasyatidae), *Arius parkeri*, *A. quadriscutis*, *A. rugispinnis* (Ariidae), *Aspredo aspredo* (Aspredinidae), *Brachyplatystoma flavicans*, *B. vaillantii* (Pimelodidae), *Lonchurus*

lanceolatus e *Nebris microps* (Sciaenidae); e 7 espécies em associação inversa: *Anchoa spinifer*, *Lycengraulis batesii* (Engraulididae), *Odontognathus mucronatus* (Pristigasteridae), *Isopisthus parvipinnis*, *Micropogonias furnieri* (Sciaenidae), *Trichiurus lepturus* (Trichiuridae) e *Peprilus paru* (Stromateidae). A plotagem dos coeficientes do fator 1 contra o fator 2 produziu, deste modo, um gráfico onde é possível identificar 3 assembléias de espécies (Figura 10).

Tabela 7 – Resultados da análise de componentes principais (PCA).

Espécies	NomeCódigo	Fator 1	Fator 2
<i>Anchoa spinifer</i>	ANCHOA	0.394489	-0.36734
<i>Arius couma</i>	ACOUMA	-0.51274	0.270122
<i>Arius grandicassis</i>	AGRANDIC	0.790545	0.205005
<i>Arius parkeri</i>	APARKERI	0.657058	0.361846
<i>Arius phrygiatus</i>	APHRYGIA	-0.76335	0.208549
<i>Arius proops</i>	APROOPS	0.256137	0.270152
<i>Arius quadriscutis</i>	AQUADRIS	0.627829	0.45397
<i>Arius rugispinnis</i>	ARUGISPI	0.508116	0.594759
<i>Aspredo aspredo</i>	ASPREDO	-0.28232	0.484201
<i>Bagre bagre</i>	BAGRE	0.840367	0.028042
<i>Brachyplatystoma flavicans</i>	BFLAVICA	-0.71647	0.365356
<i>Brachyplatystoma vaillantii</i>	BVAILLAN	-0.73834	0.378342
<i>Cathorops spixii</i>	CATHOROP	0.792586	0.180572
<i>Centrodonas brachiatus</i>	CENTRODO	-0.69379	0.005119
<i>Cynoscion virescens</i>	CVIRESC	0.647004	-0.16042
<i>Dasyatis geijkesi</i>	DGEIJKES	0.536026	0.298306
<i>Dasyatis gutatta</i>	DGUTTATA	0.431681	0.421531
<i>Isopisthus parvipinnis</i>	ISOPISTH	0.276049	-0.4537
<i>Lonchurus lanceolatus</i>	LONCHURU	0.293157	0.53465
<i>Lycengraulis batesii</i>	LYCENGRA	0.126687	-0.51706
<i>Macrodon ancylodon</i>	MACRODON	0.839891	0.085886
<i>Micropogonias furnieri</i>	MICROPOG	0.152996	-0.33684
<i>Nebris microps</i>	NEBRIS	0.539398	0.427916
<i>Odontognathus mucronatus</i>	ODONTOGN	0.371068	-0.70507
<i>Peprilus paru</i>	PEPRILUS	0.212105	-0.67016
<i>Plagyoscion auratus</i>	PAURATUS	-0.63027	0.12393
<i>Plagyoscion squamosissimus</i>	PSQUAMOS	-0.63453	0.031183
<i>Stellifer microps</i>	SMICROPS	0.131086	-0.22602
<i>Stellifer rastrifer</i>	SRASTRIF	0.68101	0.233373
<i>Trichiurus lepturus</i>	TRICHIUR	0.231481	-0.78651



4 – DISCUSSÃO

4.1 – DIVERSIDADE TAXONÔMICA E ABUNDÂNCIA NUMÉRICA

A composição da ictiofauna estuarina demersal é um reflexo das interações entre vários fatores ecológicos, evolutivos e biogeográficos, que atuam no tempo e no espaço sobre as espécies e a comunidade como um todo (Cornell & Lawton, 1992). No caso de sistemas estuarinos, três aspectos acerca da biologia dos peixes devem ser considerados: a cadeia trófica, o ciclo reprodutivo e a adaptabilidade das espécies ao ambiente ou, mais precisamente, sua capacidade osmorregulatória (Green, 1968).

Vários trabalhos demonstram que os estuários servem principalmente como berçários naturais para larvas e jovens de diversas espécies de peixes, cujos indivíduos adultos em geral realizam as desovas em mar aberto e posteriormente seus ovos ou larvas são conduzidos a essas áreas através das correntes (Ricklefs, 1973; Yañez-Arancibia, 1985). Gunter (1961) atribui a este comportamento várias causas, dentre as quais estão a farta disponibilidade alimentar e a possibilidade de obter refúgio contra predadores e parasitas, os quais não sobrevivem às rigorosas condições de variabilidade do meio físico. A composição de espécies é, assim, representada em sua maioria por espécies que habitam apenas transitoriamente estes sistemas, em busca de proteção, alimento ou para reprodução, sendo poucas aquelas que aí desenvolvem todo o seu ciclo de vida (Wallace, 1975).

No caso do estuário amazônico a ictiofauna demersal foi composta principalmente por Perciformes e Siluriformes. Dentre as 91 espécies capturadas, 62% pertenceram a estes grupos. Resultado similar também foi encontrado por Barthem (1985) na Baía de Marajó, porção interna do estuário amazônico, onde registrou 63 espécies das quais 65% foram representadas pelos Perciformes e Siluriformes. O

trabalho realizado por ocasião do Programa de Estudo dos Recursos Pesqueiros das Áreas de Foz dos Rios Amazonas e Tocantins reportou 104 espécies, das quais fazem parte as espécies listadas neste trabalho. Deste total cerca de 40% eram Perciformes e 20% Siluriformes, com 12 novas ocorrências (Sanyo Techno Marine Inc., 1998). No estuário de São Luis do Maranhão, Martins-Juras *et al.* (1987) observaram que das 132 espécies por eles catalogadas, 60% pertenciam às ordens de peixes acima mencionadas.

Nas regiões tropicais, apesar de as comunidades de animais e plantas serem caracteristicamente diversas e com grande número de espécies (Lowe-McConnell, 1987), há uma predominância dos cienídeos em número de espécies e de indivíduos (Lowe-McConnell, 1962; Chao & Musick, 1982; Cunningham, 1983; Barbieri, 1985; Paiva Filho & Schmiegelow, 1986; Alcântara, 1989; Martins-Juras, 1989; Ribeiro-Neto, 1989; Sanyo Techno Marine Inc., 1998).

Na costa atlântica do continente norte-americano, no Golfo do México, Yañez-Arancibia & Sanchez-Gil (1986) destacaram os cienídeos dentre as famílias mais importantes em número de espécies, biomassa e número de indivíduos. Pellegrin Jr. (1983) também verificou na costa sudeste dos Estados Unidos que entre as dez espécies mais abundantes, 5 eram cienídeos e representaram de 40% a 50% do total capturado.

Na América do Sul, cienídeos e também os bagres ariídeos são numericamente abundantes. Estes possuem uma distribuição ampla no continente, embora em relação aos cienídeos apresentem uma abrangência mais restrita, sendo encontrados principalmente na costa Norte, onde são importantes recursos pesqueiros (Paiva, 1981). Algumas poucas espécies de ariídeos ocorrem também ao Sul (Taylor & Menezes, 1978).

Na costa Norte do Brasil há muitos estudos que indicam que os cienídeos e ariídeos são os grupos mais diversificados em espécies e número de indivíduos (Barros

et al., 1976; Barthem, 1985; Martins-Juras *et al.*, 1987; Martins-Juras, 1989; Sanyo Techno Marine Inc., 1998). No estuário amazônico isto também foi constatado, independentemente da fase do ciclo hidrológico ou da área considerada. Das 91 espécies aqui amostradas, 14 eram cienídeos e 9 ariídeos.

Em termos de abundância numérica, dentre o conjunto de espécies capturadas, 10 somaram 90,9% do total de indivíduos. Dentre elas a pescadinha-gó (*Macrodon ancylodon*), o buchudinho (*Stellifer rastrifer*); a piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*); o cangatá (*Arius quadriscutis*) e a uricica (*Cathorops spixii*) predominaram nas capturas, totalizando 76% do montante. Além destas, as espécies de ariídeos jurupiranga (*A. rugispinis*), canguito (*A. phrygiatus*) e bandeirado (*Bagre bagre*) também se destacaram, embora apresentando uma variação sazonal em relação ao número de indivíduos nas amostras. Variações sazonais das espécies dominantes também foram relatadas por outros autores (Lowe-McConnel, 1962; Yañez-Arancibia & Sanchez-Gil, 1986; Martins-Juras, 1989).

Nas áreas mais rasas do estuário as espécies mais abundantes em número de indivíduos foram a piramutaba (*B. vaillantii*) e a pescadinha-gó (*M. ancylodon*), tanto no inverno quanto no verão. Nestes locais observou-se pouca variação sazonal na composição de espécies, com uma predominância secundária de cienídeos no inverno e de ariídeos no verão, além de várias espécies características das águas continentais.

No estrato de profundidade entre 10 e 20 m, a pescadinha-gó (*M. ancylodon*) e o buchudinho (*Stellifer rastrifer*) foram as espécies com maior número de indivíduos em ambos os períodos, sendo que no verão ocorreu um aumento na abundância numérica dos ariídeos. Os pimelodídeos como a piramutaba (*B. vaillantii*) tiveram uma importância menor nesta subárea, principalmente no verão, quando as águas tornaram-

se mais salinas, limitando a sua faixa de distribuição às áreas sob influência da descarga dos rios Amazonas e Tocantins.

Nas áreas mais afastadas do litoral, com profundidades entre 20 e 50 m (subárea 3), novamente a pescadinha-gó (*Macrodon ancylodon*) e o bandeirado (*Bagre bagre*) apresentaram-se como as espécies mais abundantes numericamente no inverno e verão. As espécies dulcícolas não foram encontradas aqui, havendo um aumento na abundância de espécies marinhas, como as sardinhas-gato (*Odontognathus mucronatus*) e manjuba-savelha (*Anchoa spinifer*).

A abundância de piramutabas e douradas no estuário pode ser explicada com relação às estratégias adotadas por estas espécies quanto à utilização dos recursos alimentares principalmente. A piramutaba, por exemplo tem ampla distribuição na costa Norte da América do Sul, desde o Golfo de Paria, na Venezuela, até o Maranhão, no Brasil, sendo encontradas em águas com salinidades de até 8‰ (Barthem, 1985, Cervigón *et al.*, 1992). A migração de jovens dessa espécie para o estuário amazônico está associada diretamente à grande disponibilidade alimentar, não havendo indícios de atividade reprodutiva nessa área (Barthem *et al.*, 1994). Além disso, os movimentos migratórios dos jovens e adultos também acompanham as variações da pluviosidade na região, as quais promovem oscilações de nível das águas dos principais rios influenciando o deslocamento da zona de contato entre as águas doces e marinhas no estuário (Egler & Schwassmann, 1962; Schwassmann *et al.*, 1989; Barthem *et al.*, 1994). Lowe-McConnell (1962) também estudou a distribuição dos cienídeos e seus movimentos migratórios ao longo da costa das Guianas, atribuindo-os às variações da pluviosidade na região.

Os ariídeos, embora sendo marinhos, têm nos estuários as condições favoráveis para o seu desenvolvimento, utilizando esses ambientes para crescimento e reprodução.

No estuário amazônico as espécies de ariídeos foram em geral muito abundantes. Este padrão se assemelhou aos resultados encontrados por outros autores na costa Norte (Barros *et al.*, 1976; Barthem, 1985; Martins-Juras *et al.*, 1987; Martins-Juras, 1989), entretanto diferiu do padrão observado no Sul e Sudeste do país. De acordo com Cervigón (1985) a uniformidade da ictiofauna observada ao longo do litoral nordeste da América do Sul não se aplica a certas famílias de Siluriformes, como no caso dos ariídeos, cuja distribuição é mais restrita, devido as características do meio físico serem um pouco menos favoráveis a estes peixes no Sul e Sudeste.

No litoral Norte, na área da Baía de Marajó, Barthem (1985) verificou que o conjunto dos cienídeos e ariídeos representa aproximadamente 25% das espécies, sendo que das 63 observadas, 7 eram de cienídeos e 9 eram ariídeos. Na foz amazônica estes grupos representaram 27,5% do total de espécies capturadas, sendo 16 de cienídeos e 9 de ariídeos (Sanyo Techno Marine Inc., 1998). Na costa do Maranhão, Martins-Juras *et al.* (1987) encontraram no estuário da ilha de São Luís 14 espécies de cienídeos e 10 de ariídeos, dentre 132 capturadas, e verificaram que houve um predomínio de representantes das famílias Ariidae, Mugilidae, Sciaenidae e Engraulididae, tanto em número de indivíduos quanto de espécies. Em trabalho realizado também em São Luís, Martins-Juras (1989) relatou que os cienídeos foram a família mais importante em número de espécies (treze), a quarta em número de indivíduos e a terceira em biomassa, enquanto que os ariídeos foram a terceira em número de espécies (oito) e a primeira em número de indivíduos e biomassa.

No caso dos cienídeos, esta tendência também se confirma para outras áreas estuarinas ao longo do litoral brasileiro. No estuário do rio Sergipe, Alcântara (1989) referiu-se aos cienídeos como a família mais abundante e diversificada, com 15 espécies representando 69% do número de indivíduos e de espécies.

No litoral sudeste do Brasil, na região costeira de Ubatuba, Cunningham (1983) observou que das 118 espécies coletadas, 17 eram de cienídeos, representando 53% da abundância em número e 42% da biomassa. No litoral norte de São Paulo, Nonato *et al.* (1983) registraram 16 cienídeos num total de 97 espécies. Na baía de Santos, Paiva Filho & Schmiegelow (1986) relataram que este grupo representou cerca de 64% da captura em biomassa. Ribeiro Neto (1989) assinalou a sua importância na Baía de Santos, com 20 espécies representando 70% da abundância numérica. Estudando o litoral paulista, Rocha (1990) encontrou 18 cienídeos dentre 111 espécies.

No Sul, Vazzoler *et al.* (1982) encontraram 17 cienídeos de um total de 152 espécies. Chao & Musick (1982) observaram que os cienídeos representaram 69% dos indivíduos capturados e 72% da biomassa, na região da Lagoa dos Patos. Nesta mesma região Barbieri (1985) relatou que 70% das capturas em número e biomassa correspondiam a cienídeos.

4.2 – DOMINÂNCIA EM PESO E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA BIOMASSA

Historicamente, as primeiras estimativas dos potenciais pesqueiros estuarinos e marinhos da costa Norte foram feitas por Hempel (1971), que calculou em 250.000 t/ano a produção nesta região, contra 1.725.000 t/ano ao longo de toda a costa do Brasil.

Yesaki (1974) analisou os resultados de 92 arrastos efetuados através de campanhas de pesca conduzidas na costa Norte, determinando as densidades relativas e a biomassa de peixes por arrasto, com redes para peixes e camarões. O tamanho do estoque de peixes demersais por ele estimado situou-se entre 494.000 t/ano e 715.000 t/ano. Estas estimativas foram calculadas segundo intervalos de profundidade (m) predefinidos e eram referentes ao peso total das capturas. Do montante de arrastos realizados, 18 não foram considerados efetivos por não apresentarem captura.

No litoral maranhense Oliveira [197-?] estimou o valor médio da biomassa de recursos pelágicos do litoral e da plataforma continental em 1.072.084 t, com base nos levantamentos hidroacústicos empreendidos pelo navio Lamatra. Devido as dificuldades no uso desta tecnologia, ainda em desenvolvimento na época, e também pela complexidade da análise e interpretação de dados, o autor considera que tal valor deva ser tomado apenas como um indicador da abundância média de peixes pelágicos existentes nesta área.

Dias-Neto & Mesquita (1988) estimaram o potencial de produção de recursos pelágicos da Costa Norte em 235.000 t/ano, e os recursos demersais entre 150.000 a 240.000 t/ano. Considerando-se conjuntamente estes recursos, os valores de biomassa situaram-se entre 385.000 e 475.000 t/ano. Uma publicação oficial do IBAMA (1994) apresenta estimativas de biomassa de peixes demersais ao longo da plataforma continental Norte (0 – 199 m de profundidade), entre 491.000 e 795.000 t/ano.

Paiva (1997) analisando dados de produção pesqueira de 1980 a 1994 concluiu que a produção total de pescado estuarino e marinho na região Norte situa-se em torno de 90.000 t/ano, com tendência decrescente na pesca artesanal e crescente na pesca industrial.

Em qualquer destas estimativas de biomassa tomadas para comparação, conclui-se que há uma grande diferença em relação ao potencial de produção para o Norte e o seu nível atual de exploração dos recursos pesqueiros estuarinos/marinhos, o que significa uma possibilidade de expansão das atividades pesqueiras na Costa Norte.

No estuário amazônico os padrões de distribuição espacial da biomassa foram analisados com base nos valores médios de captura por unidade de área – CPUA (kg/km^2), cujos dados foram obtidos dos relatórios de pesquisa do Programa de Estudo dos Recursos Pesqueiros da Área de Foz dos Rios Amazonas e Tocantins. Nesta região

os mais elevados valores de CPUA ocorreram ao longo de uma faixa de distribuição a partir do Canal Norte do Amazonas, seguindo em direção à plataforma continental (Sanyo Techno Marine Inc., 1998).

Nas subáreas de menor (5-10 m) e de maior profundidade (20-50 m) foram registrados os maiores valores médios de CPUA, principalmente no período de chuvas. As águas salobras também apresentaram índices médios de CPUA mais elevados, quando comparadas com as águas doces e oceânicas (Sanyo Techno Marine Inc., *op. cit.*).

Um padrão sazonal de abundância das espécies foi observado neste estudo. Nas áreas rasas (extrato de 5-10 m) as espécies mais abundantes em termos de biomassa foram, no inverno, a piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*), dourada (*B. flavicans*), seguidas pelos ariídeos cambéua (*Arius grandicassis*), cangatá (*A. quadriscutis*) e jurupiranga (*A. rugispinis*). Com o aumento da salinidade na região durante o verão observou-se que houve um predomínio dos ariídeos, havendo câmbios em relação às espécies dominantes, com a substituição do bagre jurupiranga (*A. rugispinis*) pela gurijuba (*A. parkeri*) no período de chuvas, cuja participação foi mais significativa em relação àquela espécie.

No estrato de 10 a 20 m (subárea 2), durante o período de chuvas, as espécies mais importantes em biomassa foram cambéua (*A. grandicassis*), gurijuba (*A. parkeri*), o cangatá (*A. quadriscutis*) e a pescadinha-gó (*M. ancylodon*). No verão foi observado um aumento considerável nos valores de biomassa dos bagres ariídeos em geral. A biomassa de pescadinhas-gó não apresentou aumento significativo no mesmo período.

Nas áreas com profundidades entre 20 e 50 m (subárea 3) as espécies marinhas dominaram em peso, destacando-se, no inverno, as seguintes espécies: pescadinha-gó (*M. ancylodon*), cambéua (*A. grandicassis*), pescada-cambuçu (*Cynoscion virescens*),

cação (*Carcharhinus porosus*) e o martelo (*Sphyrna lewini*). No verão houve um aumento dos valores de biomassa de algumas espécies de arídeos, principalmente cangatá (*A. quadriscutis*) e gurijuba (*A. parkeri*), ressaltando-se ainda uma sensível diminuição da biomassa de pescadinha-gó (*M. ancylodon*).

Importante ressaltar-se que as arraias também se apresentaram como itens de grande importância nas capturas, destacando-se principalmente em biomassa. Embora não tenhamos os dados de peso para os espécimes de arraias devido a um problema metodológico, evidenciou-se que duas espécies, as arraias morcego (*Dasyatis geigkesi*) e bicuda (*D. guttata*), foram muito abundantes na região. Dados referentes a prospecções pesqueiras efetuadas em outras partes da costa Norte corroboram esta observação. Experimentos de arrasto com redes do tipo “balão”, realizadas na costa maranhense, evidenciaram que, do montante capturado, cinco espécies de arraias contribuíram, conjuntamente, com 22,2% da biomassa total. Destas, a arraia-bicuda (*D. guttata*) representou sozinha cerca de 10% das capturas. As outras espécies de destaque foram a arraia-baté (*Gymnura micrura*), arraia-morcego (*D. geigkesi*), arraia-pintada (*Aetobatis narinari*) e a treme-treme (*Narcine brasiliensis*), todas com ocorrência no estuário amazônico (Barros *et al.*, 1976).

Arrastos realizados na mesma região, com uso de redes do tipo “flith” também demonstraram a importância deste grupo em biomassa. Além das espécies acima mencionadas, a arraia-de-fogo (*Urotrygon microphthalmum*) e a arraia-manteiga (espécie não identificada), quando consideradas em conjunto representaram 20,6% do produto total em peso (Barros *et al.*, *op. cit.*).

A grande abundância de arraias no estuário amazônico pode ser atribuída às facilidades alimentares de que dispõem e por esta região constituir-se em um grande berçário natural para tubarões e arraias. Tal hipótese é corroborada por Lessa (1997),

cujos estudos demonstram que, de modo geral, cerca de 38,8% dos elasmobrânquios presentes na área da costa Norte passam todo ou parte de seus ciclos de vida nessa região e que 27,7% das espécies têm suas atividades reprodutivas desenvolvidas na área.

A distribuição da biomassa por regiões de massas d'água foi analisada no relatório final do Programa de Estudo dos Recursos Pesqueiros da Área de Foz dos Rios Amazonas e Tocantins, que ressalta treze espécies de peixes como dominantes nas capturas. Os ariídeos bagre-branco (*Arius couma*), cambéua (*A. grandicassis*), gurijuba (*A. parkeri*), canguito (*A. phrygiatus*), cangatá (*A. quadriscutis*), jurupiranga (*A. rugispinis*) e bandeirado (*Bagre bagre*); os pimelodídeos dourada (*Brachyplatystoma flavicans*) e piramutaba (*B. vaillantii*); os cienídeos pescada-cambuçu (*Cynoscion virescens*) pescadinha-gó (*M. aencylodon*) e pescada cascuda preta (*Plagioscion auratus*); além do serranídeo mero (*Epinephelus itajara*). Estas espécies representaram mais de 10% da CPUA média, considerando-se as massas d'água individualmente (Sanyo Techno Marine Inc., 1998).

Nas águas doces, o bagre branco (*A. couma*) e a piramutaba (*B. vaillantii*) foram as espécies dominantes, representando aproximadamente 80% das capturas. Ambas apresentaram maiores valores médios de CPUA no verão. Nas águas salobras os ariídeos cambéua (*A. grandicassis*), cangatá (*A. quadriscutis*) e jurupiranga (*A. rugispinis*), além da piramutaba (*B. vaillantii*) e pescadinha-gó (*M. aencylodon*) foram dominantes, representando em conjunto cerca de 66% e 73% das capturas, no inverno e verão respectivamente. Nas águas oceânicas os ariídeos e cienídeos foram dominantes, destacando-se a cambéua (*A. grandicassis*), gurijuba (*A. parkeri*), cangatá (*A. quadriscutis*), pescada cambuçu (*Cynoscion virescens*) e pescadinha-gó (*M. aencylodon*), com 61% das capturas no inverno e 72% no verão.

4.3 – ANÁLISE DA FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DAS ESPÉCIES

Das 91 espécies amostradas no estuário amazônico, a pescadinha-gó (*Macrodon ancylodon*) foi a que apresentou maior frequência de ocorrência nas amostras, independentemente do período considerado. A piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) e a manjuba-savelha (*Anchoa spinifer*) foram secundariamente dominantes no inverno, enquanto que, no verão, o buchudinho (*Stellifer rastrifer*) e a cambéua (*Arius grandicassis*) apresentaram frequência de ocorrência maior. O cangatá (*A. quadriscutis*), jurupiranga (*A. rugispinis*), canguito (*A. phrygiatus*), bandeirado (*Bagre bagre*) e uricica (*Cathorops spixii*) também tiveram destaque, mas demonstraram uma sazonalidade em relação à sua frequência de ocorrência nas amostras.

As espécies marinhas tiveram uma frequência maior sobre as de água doce. Alguns estudos sobre composição e distribuição da ictiofauna estuarina no Norte e Nordeste já haviam revelado uma tendência de predomínio das espécies marinhas sobre as dulcícolas, corroborando os resultados aqui obtidos (Menezes & Menezes, 1968; Oliveira, 1976; Martins-Juras *et al.*, 1987). Na Baía de Marajó, localizada na porção interna do estuário amazônico, tal fato foi constatado apenas no verão, devido o aumento da salinidade verificado na área (Barthem, 1985).

Conforme podia-se esperar, durante o inverno houve uma alta incidência de espécies típicas de águas continentais, como arraias (*Plesiotrygon* sp.), bacu-rato (*Centrodoras brachiatus*), bacu-pedra (*Lithodoras dorsalis*), mandubé (*Ageneiosus ucayalensis*), carataí (*Pseudauchenipterus nodosus*), filhote (*Brachyplatystoma filamentosum*), dourada (*B. flavicans*), babão (*Goslinia platynema*), mandi (*Pimelodus* sp.), mapará (*Hypophthalmus marginatus*), ituí-terçado (*Rhamphichthys* sp.), sarapó (*Sternarchella* sp.), além das pescadas cascuda-preta (*Plagioscion auratus*) e branca (*P. squamosissimus*).

Todos os peixes acima mencionados pertencem a diversas famílias de Ostariophysi de água doce com distribuição em águas continentais, à exceção do carataí (*Pseudauchenipterus nodosus*), que se distribui entre as costas das Guianas, Suriname e Trinidad até a costa da Bahia, no Brasil; e o bacu-rato (*Centrodoras brachiatus*), mandubé (*Ageneiosus ucayalensis*) e mapará (*Hypophthalmus marginatus*), cujas áreas de distribuição já eram conhecidas para o estuário amazônico (Taylor & Roberts, 1978; Barthem, 1985).

O desaparecimento de algumas destas espécies com a chegada do verão é explicado pelo aumento do gradiente salino na região. Foi o caso do bacu-pedra (*Lithodoras dorsalis*), babão (*Goslinia platynema*), mapará (*Hypophthalmus marginatus*) e o ituí-terçado (*Rhamphichthys* sp.). com a redução da pluviosidade, há um fenômeno de deslocamento das massas de água doce para áreas mais próximas à foz dos rios Amazonas e Tocantins, devido a diminuição da descarga desses rios (Egler & Schwassman, 1962; Gibbs, 1970; Diegues, 1972).

Esta sazonalidade na frequência de ocorrência das espécies dulcícolas foi também observada por Barthem (1985) na baía de Marajó, apresentando padrões de distribuição semelhantes aos registrados aqui. Isto foi observado para o bacu-pedra (*L. dorsalis*), piramutaba (*B. vaillantii*), dourada (*B. flavicans*), mapará (*H. marginatus*), e as pescadas cascuda-preta (*P. auratus*) e branca (*P. squamosissimus*).

Durante o inverno foram também encontradas na foz amazônica várias espécies de peixos marinhos, algumas com ocorrência exclusivamente neste período, como foi o caso do cação (*Carcharhinus limbatus*), cação-bico-de-pato (*Isogomphodon oxyrrhinchus*), martelo (*Sphyrna lewini*), arraia (*Rhinoptera bonasus*), ubarana (*Elops saurus*), moréia (*Cynoponticus savanna*), sardinha (*Engraulis* sp.), sardinha-azul (*Opisthonema oglinum*), rêmora (*Echeneis naucrates*), pampos (*Trachinotus carolinus* e

T. cayennensis) e oveva (*Larimus fasciatus*). Barthem (1985) também havia assinalado a invasão de espécies marinhas na região, embora isto tenha sido mais evidente na transição entre o inverno e verão, coincidindo com o início da estiagem e permanecendo por todo este período. Foi quando observou a entrada de espécies das famílias Carcharhinidae, Sphyrnidae, Pristidae, Elopidae, Ariidae, Aspredinidae, Atherinidae, Lobotidae, Pomadasidae, Sciaenidae, Ehippidae, Scombridae, Stromateidae, Bothidae, Soleidae e Tetraodontidae, na Baía do Marajó.

No presente estudo também foi observado que várias espécies marinhas foram mais abundantes e freqüentes no verão em relação ao inverno. Entre estas, citamos: o cação (*Carcharhinus porosus*); arraia-elétrica (*Narcine brasiliensis*); arraia-anjo (*Dasyatis geijkesi*); arraia-bicuda (*D. guttata*); arraia (*Urotrygon microphthalmum*); jamanta cara-de-gente (*Aetobatis narinari*); sardinha-chata (*Pellona harroweri*); miqui (*Porichthys plectrodon*); peixe-morcego (*Ogcocephalus virgilio*); camorim (*Centropomus parallelus*); pescada-amarela (*Cynoscion acoupa*); pescada-cambuçu (*C. virescens*); goete (*Isopisthus parvipinnis*); pescada-curuca-grande (*Micropogonias furnieri*); pescada-sete-buchos (*Nebris microps*); pescada-flamengo pequena (*Paralanchurus brasiliensis*); pescada-curuca pequena (*Stellifer microps*) e buchudinho (*S. rastrifer*). Algumas das espécies marinhas, provavelmente denotando uma sensibilidade maior às variações do gradiente salino, foram encontradas apenas no verão: sardinha (*Chirocentron bleekermanus*), tainha (*Mugil incilis*), timbiras (*Oligoplites saliens* e *O. saurus*) e piraquara (*Polydactylus virginicus*).

Considerando-se a distribuição espacial das espécies no total, constatou-se que nas áreas de menor profundidade (subárea 1) dois pimelodídeos, a piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) e a dourada (*B. flavicans*), foram mais freqüentes nas amostragens, embora somente a primeira espécie e a pescadinha-gó (*Macrodon*

ancyledon) tenham sido numericamente dominantes tanto no inverno quanto no verão. Na subárea 2, a pescadinha-gó e o bandeirado (*Bagre bagre*) ocorreram com a maior frequência, apesar de que somente a primeira tenha sido numericamente dominante, juntamente com o buchudinho (*Stellifer rastrifer*). Na subárea 3, as mais freqüentes nas amostragens foram novamente a pescadinha-gó e a manjuba-savelha (*Anchoa spinifer*), sendo numericamente dominantes a pescadinha-gó e também o bandeirado (*Bagre bagre*).

4.4 – FATORES AMBIENTAIS E A DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES

A distribuição e abundância das espécies em um sistema estuarino são determinados por diversos fatores abióticos e bióticos. Variações temporais e espaciais nas características físico-químicas do meio, por exemplo, influem sobre aspectos autoecológicos das espécies, que desenvolvem padrões de utilização do sistema adaptando-se a este em função do seu ciclo biológico (Yañez-Arancibia *et al.*, 1985). Assim, de acordo com a ontogenia, uma espécie pode apresentar uma grande diversidade de habitats, explorando nichos distintos ao longo da vida e participando de diferentes comunidades (Weinstein, 1985).

Em sistemas estuarinos e lagunares, a profundidade, o gradiente salino e o substrato são os principais determinantes das fácies ecológicas (Weinstein, 1982; Ross & Epperly, 1985). Yañez-Arancibia *et al.* (1980) também consideram que a temperatura e/ou a salinidade relacionada à pluviosidade e descarga de rios também influenciam a diversidade.

Dentre os fatores acima mencionados, o substrato é certamente um dos mais importantes agentes a ser considerado na distribuição das espécies demersais em uma dada área. As características próprias da fácies sedimentares influenciam as populações

de invertebrados bentônicos e a estrutura da comunidade de peixes que se alimentam daqueles organismos (Mills, 1975). Há várias evidências da preferência de certas espécies por determinados tipos de substratos (Menezes & Figueiredo, 1980; Monteiro-Neto *et al.*, 1990).

Lowe-McConnell (1962) verificou tal associação entre os peixes e o substrato na costa da Guiana, reportando a abundância de certas espécies ou grupos associada a um determinado tipo de substrato. Ela observou que nas áreas muito lodosas de fundos moles houve um certo predomínio de bagres, arraias e indivíduos jovens de muitas espécies. Naquelas áreas onde o substrato se caracterizava por serem mais firmes, lodosos ou lodo-arenosos, as espécies de cianídeos foram predominantes, especialmente a pescada-gó (*M. ancylodon*). Nas áreas em que o substrato era arenoso, com águas claras e esverdeadas, as espécies marinhas pelágicas foram mais abundantes, principalmente os peixes da família Carangidae. Em relação às áreas com fundos arenosos e coralíneos, observou que as espécies oceânicas foram as mais abundantes.

No presente estudo, não foi possível avaliarmos qualquer correlação entre a distribuição das espécies e o substrato, pois verificou-se uma uniformidade do tipo de substrato encontrado ao longo da região estudada, composto predominantemente de lodo. Segundo Morrison *et al.* (1987) nos sistemas de baías que vão da costa do Pará ao Maranhão, há uma tendência regular na distribuição dos sedimentos, havendo uma sucessão progressiva de habitats que vão desde linhas costeiras externas arenosas, passando por áreas de mistura de lodo e areia, lodo firme e baixios lodosos moles formados de sedimentos mais finos, que ocorrem nos recessos mais internos das baías. Pode-se inferir, porém, que os padrões de distribuição de espécies demonstrados na área de foz dos rios Amazonas e Tocantins estão sujeitos às influências de outros fatores,

como a circulação da água, correntes e interações entre as águas doces túrbidas e ricas em sedimentos e as águas oceânicas, relativamente claras.

Curtin & Legeckis (1986) demonstraram que na área de foz do rio Amazonas existe uma complexa interação rio-oceano que se procede através de três zonas, denominadas de Zona de Interação A (IZA), Zona de Interação B (IZB) e Zona de Interação C (IZC). Na IZA, a concentração de sedimentos em suspensão é extremamente alta e a profundidade é relativamente baixa. Esta área mostra-se como um eficiente meio carreador de sedimentos através da faixa de costa em direção ao noroeste. A região denominada IZB é caracterizada por uma alta produtividade biológica, ocorrendo uma explosão de diatomáceas que afeta diretamente as concentrações de nutrientes. Na IZC, a pluma é predominantemente uma lente divergente superficial e flutuante, sensível às flutuações na força dos ventos e às correntes barotrópicas. A estrutura de distribuição de sedimentos superficiais observada na foz amazônica sugere que a circulação no plano horizontal é mais complexa do que o tipo simples de deslocamento da cunha salina apresentado no meio estuarino. Além disso, um componente representado pelas correntes de ventos é provavelmente importante, particularmente por controlar a extensão da lente de superfície na IZC e o transporte de sedimentos superficiais para fora da IZA.

No presente estudo foi observado que existe de fato uma relação linear entre a riqueza de espécies e o gradiente salino, com uma tendência de aumento do número de espécies em relação ao aumento da salinidade ao nível do fundo. A temperatura a este nível variou muito pouco ao longo de um ciclo hidrológico completo, oscilando entre 1°C no inverno e até 3°C no verão. Foi demonstrado que esta variável não apresentou influências significativas sobre a distribuição das espécies. A influência da temperatura sobre a abundância de espécies tem sido mais observada nas áreas de regiões

temperadas. Dahlberg & Odum (1970) e Livingston (1976) fizeram observações sobre a correlação entre temperatura, riqueza de espécies e abundância numérica de indivíduos.

Neste estudo não foram considerados outros diversos fatores como o grau de perturbação do meio e a própria história da região, que podem levar a uma variação temporal a longo prazo, refletindo certos aspectos dos padrões de distribuição exibidos por algumas espécies (Barrela & Petreire Jr., 1993). A curto prazo, modificações do meio físico como, por exemplo, o substrato no fundo também pode produzir mudanças na composição de espécies, pois prejudica aquelas que exploram os recursos neste nível, seja para alimentação ou para atividades reprodutivas (Berkman & Rabeni, 1987).

Alguns aspectos bióticos também devem ser considerados sobre a distribuição espacial e temporal das espécies, principalmente relativos às suas relações tróficas e ciclos reprodutivos (Livingston *et al.*, 1976). Pressões bióticas tais como a predação e competição intraespecífica podem atuar sobre as populações como uma força evolutiva importante na estruturação das comunidades ícticas estuarinas. A própria divisão de recursos dentro da cadeia trófica pode limitar a escolha de habitats por uma espécie (Weinstein, 1985). Além disso, as estratégias de alimentação diversificadas e simultâneas estão geralmente em sincronia com padrões sazonais de produtividade e mudanças nas características principais do habitat (Livingston, 1982).

Variações sazonais na composição e abundância específicas refletem, muitas vezes, os movimentos migratórios dos peixes em busca de alimento, com o recrutamento de juvenis de diversas espécies e a mobilização das que são residentes. A sazonalidade na composição de espécies também pode refletir em grande parte os padrões de desova e recrutamento (Sybrahmanyam & Coultas, 1980). Outras variáveis, como a composição qualitativa e quantitativa do plâncton e do bentos, por exemplo, também interferem decisivamente na distribuição espacial e temporal das populações

ícticas estuarinas que se utilizam destes organismos como recursos alimentares (Livingston *et al.*, 1976).

4.5 – PADRÕES DE RIQUEZA E DIVERSIDADE

No estuário amazônico a riqueza foi estimada em 143 espécies, utilizando-se o modelo log-normal. Isto indica que pelo menos outras 50 espécies poderiam ser encontradas, sugerindo um maior esforço de amostragem e a utilização de técnicas variadas de coleta. Inferências a esse respeito podem ser obtidas a partir dos resultados de outros levantamentos ictiofaunísticos empreendidos na área da costa Norte. O Programa de Estudo dos Recursos Pesqueiros das Áreas de Foz dos Rios Amazonas e Tocantins, citou 104 espécies para a região, incluindo-se as 91 aqui apresentadas em anexo. Isto é explicado porque no referido programa as coletas seguiram durante um ano e meio, enquanto que apenas 2/3 deste tempo foram dedicados às coletas de amostras para o presente trabalho. No delta do Marajó, dentre as 63 espécies citadas por Barthem (1985), 16 não foram aqui registradas. Martins-Juras (1989), estudando a ictiofauna da costa do Maranhão, reportou a presença de 132 espécies na mesma.

Padrões de elevada riqueza com poucas espécies numericamente dominantes são, ao menos aparentemente, características comuns em lagoas costeiras temperadas e tropicais (Stoner, 1986). O padrão de riqueza verificado no estuário amazônico possui características semelhantes ao apresentado pela ictiofauna de diversas áreas estuarinas e lagunares na Região Sul do Brasil (Silva, 1982; Chao *et al.*, 1985; Andreatta *et al.*, 1990; Monteiro-Neto *et al.*, 1990).

As variações na salinidade e precipitação pluviométrica podem influenciar as comunidades a ter um padrão sazonal de variação da diversidade de espécies (Roessler, 1970; Paiva Filho, 1982; Barthem, 1985). Os índices de diversidade apresentados para o

estuário amazônico mostram que ela foi maior no verão em relação ao inverno. Estes dados são congruentes com os obtidos por Barthem (1985) na Baía de Marajó, o qual também havia verificado que a diversidade era maior no verão e diminuía no inverno.

Analisando-se o índice de diversidade de Shannon (H') constatamos que a maior parte das estações amostradas no inverno tiveram um valor de diversidade H' entre 1,0 e 2,0 bits por indivíduo, enquanto a maioria das estações amostradas no verão tiveram valores entre 2,0 e 3,0 bits por indivíduo. Margalef (1974) considera que a diversidade de populações ícticas marinhas está entre 1,0 e 3,5 bits por indivíduo, apesar de não indicar se isto também é válido para regiões tropicais. Observando-se os resultados de outros estudos no litoral brasileiro (Cunningham, 1983; Martins-Juras, 1989; Rocha, 1990) vemos que os valores aqui obtidos se assemelham aos encontrados em regiões tropicais.

As pesquisas indicaram que os valores de H' abaixo de 1 tenderam a se concentrar na área frontal do estuário, estendendo-se desde o canal Norte do rio Amazonas até o banco Santa Rosa. Do mesmo modo, os valores de H' acima de 3 estiveram geralmente distribuídos nas áreas com profundidades inferiores a 10 m. De fato, observou-se que na subárea 3, com profundidades entre 20 e 50 m, a pescadinha-gó (*Macrodon ancylodon*) representou cerca de 70% e 49% da abundância numérica, no inverno e verão respectivamente. Já na subárea 1, com profundidades entre 5 e 10 m, a piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) representou cerca de 39% e 30% da abundância em número de indivíduos.

No estuário amazônico, foram verificados valores de diversidade de Simpson maiores no inverno do que no verão. Como este índice considera não apenas o número de espécies (S) e o número de indivíduos (N), mas também a proporção do total que ocorre em cada espécie, ele funciona como uma medida de dominância (Brower & Zar,

1984). Portanto, pode-se inferir que os resultados aqui encontrados estão associados à maior abundância e dominância de algumas espécies, neste caso a pescadinha-gó (*Macrodon ancylodon*), que representou cerca de 56 % da abundância numérica e teve a maior frequência também. Os resultados aqui produzidos estão próximos aos obtidos por outros autores em regiões tropicais e sub-tropicais (Alcântara, 1989; Rocha, 1990; Chao *et al.*, 1985).

Os índices da série de Hill ($N1$ e $N2$) foram maiores no verão. Estes índices são sensíveis à presença das espécies abundantes e muito abundantes e por isso os valores de $N1$ e $N2$ foram menores no inverno, quando houve maior incidência de espécies com alta abundância numérica.

Em termos sazonais a equitabilidade seguiu as mesmas variações dos outros índices apresentados, o que indica uma diminuição da dominância durante o verão, onde as amostras apresentaram-se mais homogêneas.

Com relação à distribuição dos valores de diversidade no espaço, observa-se que houve uma tendência de diminuição da diversidade com o aumento da profundidade. A literatura científica também apresenta resultados com esta mesma tendência, mostrando que as maiores diversidades são geralmente encontradas em áreas mais rasas (Emery, 1978).

O padrão de diversidade apresentado no estuário amazônico tem relação com as descargas dos rios Amazonas e Tocantins, que oscilam de acordo com a sazonalidade das chuvas na região. Conforme já explicado anteriormente, durante a época das chuvas a descarga do rio Amazonas empurra a cunha salina para longe da costa, ocorrendo uma intrusão das águas doces por uma ampla faixa territorial ao longo da costa. Isto permite que as espécies dulcícolas possam explorar uma área mais extensa do estuário, aumentando assim a diversidade na região como um todo. Um reflexo disto é o padrão

de diversidade no plano espacial. Verifica-se que no estuário amazônico a diversidade é maior nas áreas mais rasas e próximas à desembocadura dos rios Amazonas e Tocantins, diminuindo com o aumento da distância horizontal entre a foz destes rios e o oceano.

4.6 – CONSIDERAÇÕES SOBRE A BIOLOGIA DA ICTIOFAUNA ESTUARINA

Estudos sobre a biologia dos peixes na área do estuário amazônico são relativamente recentes. Barthem (1985) reuniu ao longo de um ano de estudos informações acerca da cadeia trófica e sobre a biologia reprodutiva das espécies ícticas com distribuição na Baía de Marajó. Segundo este autor, a foz do rio Pará é uma importante zona trófica para a maioria dos peixes encontrados nessa região, e provavelmente é também uma importante área de reprodução e/ou criação de pelo menos 28 espécies de peixes de água doce e marinha.

O mesmo autor considera que a composição da ictiofauna da foz amazônica é marcada sazonalmente pelas alterações da salinidade e turbidez da água, devido ao deslocamento da zona de contato entre o rio e o mar. Ele observou que algumas espécies são permanentes e conseguem resistir às variações do gradiente salino na região. Por outro lado, a maioria das populações ícticas aí presentes migra para locais mais distantes do estuário nas épocas menos favoráveis. As espécies dulcícolas deslocam-se para o interior das bacias do Amazonas e Tocantins durante o verão, enquanto que as espécies marinhas se afastam da costa durante o inverno.

Isto foi verificado também no presente estudo. As arraias (*Plesiotrygon* sp.), bacu-rato (*Centrodoras brachiatus*), bacu-pedra (*Lithodoras dorsalis*), mandubé (*Ageneiosus ucayalensis*), carataí (*Pseudauchenipterus nodosus*), filhote (*Brachyplatystoma filamentosum*), dourada (*B. flavicans*), piramutaba (*B. vaillantii*), babão (*Goslinia platynema*), mandi (*Pimelodus* sp.), mapará (*Hypophthalmus*

marginatus), ituí-terçado (*Rhamphichthys* sp.), sarapó (*Sternarchella* sp.), pescada-cascuda-preta (*Plagioscion auratus*) e pescada-branca (*P. squamosissimus*), são abundantes no estuário durante o inverno, reduzindo em número no período menos chuvoso. Algumas delas, inclusive, somente são encontradas na região durante o período de chuvas intensas. Este é o caso do babão, mapará, bacu-pedra e o ituí-terçado. O bagre-branco (*Arius couma*), o canguito (*A. phrygiatus*), as rabecas (*Aspredinichthys filamentosus* e *Aspredo aspredo*) e o amuré (*Gobioides grahamae*) são encontrados no estuário amazônico o ano todo, habitando as áreas mais rasas e com baixas salinidades.

As inferências sobre o comportamento e a biologia das espécies aqui mencionadas são inteiramente baseadas sobre os dados disponíveis na literatura especializada. Algumas espécies vivem apenas transitoriamente na foz amazônica, mostrando comportamentos migratórios associados à utilização dos recursos alimentares aí presentes. Barthem *et al.* (1994) verificou indivíduos juvenis de várias espécies de bagres sendo recrutadas nesta região, concluindo que elas utilizam esta área para alimentação e crescimento dos juvenis e adultos. O filhote (*Brachyplatystoma filamentosum*), a dourada (*B. flavicans*), a piramutaba (*B. vaillantii*), o babão (*Goslinia platynema*) e o bacu-pedra (*Lithodoras dorsalis*) são exemplos disto. Outras comportam-se como espécies forrageiras, sendo a dieta principal de alguns predadores de valor comercial, como a piramutaba, dourada, bandeirado (*Bagre bagre*), sarda (*Pellona flavipinnis*) e os cações (*Carcharhinus* spp. e *Sphyrna* spp.). Fazem parte daquele grupo o amuré (*Gobioides grahamae*), que compõe aproximadamente 90% dos recursos utilizados pela piramutaba; representantes de várias espécies de ariídeos, que são predados pelos tubarões e cações na área; além de engraulidídeos, que compõem parte da dieta de peixes pelágicos, como a sarda (*Pellona flavipinnis*), e outras demersais, como a dourada e o bandeirado (Barthem, 1985).

Várias espécies presentes no estuário amazônico também apresentam evidências de atividade reprodutiva na região ou proximidades, seja pela presença de fêmeas grávidas ou ovadas, de alevinos recém-nascidos ou de peixes incubando ovos na boca ou ventre. Barthem (1985) afirma que das espécies de água doce que se reproduzem no estuário, todas o fazem no inverno. As espécies marinhas e estuarinas efetuam suas desovas principalmente durante o verão ou no período de transição, quando aumenta a salinidade na região. Apenas duas espécies estuarino-marinhas citadas pelo autor tinham as desovas no inverno: a rabeca (*Aspredo aspredo*) e o amuré (*Gobioides grahamae*).

Os bagres ariídeos canguito (*A. phrygiatus*), jurupiranga (*A. rugispinnis*), gurijuba (*A. parkeri*), uritinga (*A. proops*), bandeirado (*Bagre bagre*) e uricica (*Cathorops spixii*), além da sardinha manjuba-savelha (*Anchoa spínifer*), da rabeca (*Aspredinichthys filamentosus*) e cações (*Carcharhinus limbatus*, *C. porosus*, *Isogomphodon oxyrhynchus* e *Sphyrna tudes*) utilizam a área para desenvolvimento gonadal e têm o seu período reprodutivo no verão ou na transição deste para o inverno (Barthem, 1985; Barthem *et al.*, 1994). A uricica é também conhecida em outras regiões estuarinas por realizarem deslocamentos sazonais para desovar, penetrando nos rios (Figueiredo & Menezes, 1978).

Durante o inverno, fêmeas ovadas de pescada-branca (*Plagioscion squamosissimus*) e filhote (*Brachyplatystoma filamentosum*), e alevinos de piramutaba (*B. vaillantii*), dourada (*B. flavicans*), mapará (*Hypophthalmus marginatus*) e bacupedra (*Lithodoras dorsalis*), indicam que estas espécies desovam em alguma área às proximidades do estuário, durante o inverno. No caso dos grandes bagres migradores, suas áreas de desova ainda permanecem desconhecidas, com possibilidade de que elas ocorram em áreas longínquas, muito afastadas do estuário (Barthem *et al.*, 1994).

Um número relativamente grande de espécies marinhas foram encontradas com apenas um único indivíduo ou dois. Dada a sua raridade, não nos cabe inferir muito sobre a relação destas espécies com o meio estuarino local e nem acerca das estratégias de vida adotadas por elas no estuário amazônico, haja visto a escassez de dados na literatura. Entre as espécies deste grupo estão a arraia-redonda (*Himantura schmardae*), arraia de fogo (*Urotrygon microphthalmum*), cação bico-de-pato (*Isogomphodon oxyrinchus*), tubarões martelo (*Sphyrna lewini* e *S. tiburo*), baiacu-biriba (*Chilomycterus antillarum*), sardinhas (*Chirocentron bleekermanus* e *Engraulis* sp.), moréia (*Cynoponticus savanna*), rêmora (*Echeneis naucrates*), ubarana (*Elops saurus*), mero (*Epinephelus itajara*), tainha (*Mugil incilis*), peixe-morcego (*Ogcocephalus virgilio*), timbiras (*Oligoplites saliens* e *O. saurus*), sardinha-azul (*Opisthonema oglinum*), piraquara (*Polydactilus virginicus*), miquinho (*Porichthys plectrodon*) e pampos (*Trachinotus carolinus* e *T. cayennensis*).

Ricklefs (1973) afirma que as espécies com baixas abundâncias não são membros permanentes da assembléia e geralmente não se criam ou não mantêm populações sustentadas na região, por isso têm pequenas áreas de distribuição, considerando-se principalmente sua ocorrência em escala local e regional. Tais espécies freqüentemente constituem uma alta proporção da riqueza de espécies. Apesar disso, devemos reconhecê-las como parte integrante da comunidade porque elas contribuem para um número potencialmente grande de interações inter-específicas.

De acordo com a literatura, há espécies marinhas que desovam em mar aberto mas utilizam os estuários para crescimento dos alevinos e juvenis, habitando estes ambientes ou as águas costeiras ao menos durante parte do seu ciclo de vida. Dentre estas espécies com ocorrência no estuário amazônico encontram-se a ubarana (*Elops saurus*), camorins (*Centropomus parallelus*, *C. pectinatus* e *C. undecimalis*), mero

(*Epinephelus itajara*), palombeta-do-alto (*Hemicaranx amblyrhinchus*), gostoso, (*Peprilus paru*), timbiras (*Oligoplites palometa* e *O. saurus*), galo (*Selene vomer*), espada (*Trichiurus lepturus*), pescada-amarela (*Cynoscion acoupa*), pescada-curuca-grande (*Micropogonias furnieri*), tainha (*Mugil incilis*), paru (*Chaetodipterus faber*), arraia-baté (*Gymnura micrura*) e a pescada-jaguara (*C. steindachneri*) (Álvarez León & Blanco Racedo, 1985; Chao, 1978; Chao *et al.*, 1985; Menezes & Figueiredo, 1980 e 1985; Novoa *et al.*, 1982; Oliveira, 1972; Stehmann, 1978; Vergara, 1978a; Whitehead, 1978a; Yañez-Arancibia, 1978).

Outras espécies, também identificadas na foz amazônica, são típicas de águas salobras e permanecem nas zonas estuarinas perenemente ou pela maior parte de sua vida. Entre estas encontram-se o peixe-pedra (*Genyatremus luteus*), a arraia-anjo (*Dasyatis geigkesi*), a arraia-bicuda (*D. guttata*), solha (*Achirus achirus*), sardinha manjuba-savelha (*Anchoa spinifer*), uricica (*Cathorops spixii*), gurijuba (*Arius parkeri*), jurupiranga (*A. rugispinnis*), uritinga (*A. proops*), cangatá (*A. quadriscutis*), bandeirado (*Bagre bagre*), carataí (*Pseudauchenipterus nodosus*), pacamão (*Batrachoides surinamensis*), mamaiacu (*Colomesus psittacus*), sarda (*Pellona flavipinnis*) e solha (*Achirus achirus*) (Álvarez León & Blanco Racedo, 1985; Cervigón, 1982 e 1985; Cervigón *et al.*, 1992; Figueiredo & Menezes, 1978; Novoa *et al.*, 1982; Taylor & Menezes, 1978; Whitehead, 1978b). Alguns cienídeos também são comuns em zonas estuarinas, ocorrendo em águas não muito profundas. No estuário amazônico podem ser encontradas o goete (*Isopisthus parvipinnis*), buchudinho (*Stellifer rastrifer*) e a pescada-amarela (*Cynoscion acoupa*) (Menezes & Figueiredo, 1980).

Finalmente, existem as espécies ditas estuarino-marinhas, que suportam um gradiente salino amplo e vivem tanto em zonas estuarinas como nas águas marinhas próximas de estuários. Estão entre estas os camorins (*Centropomus parallelus* e *C.*

undecimalis), mero (*Epinephelus itajara*), timbira (*Oligoplites palometa*), galo (*Selene vomer*), pescada-amarela (*Cynoscion acoupa*), bandeirado (*Bagre bagre*), pescada-gó (*Macrodon ancylodon*), (Novoa *et al.*, 1982; Álvarez León & Blanco Racedo, 1985).

4.7 – ASSOCIAÇÕES DE ESPÉCIES

Uma análise da comunidade íctica estuarina da foz amazônica havia sido empreendida no âmbito do Programa de Estudo dos Recursos Pesqueiros das Áreas de Foz do Amazonas e Tocantins. Nesta foi empregada uma técnica de análise de agrupamento pelo método de Mountford, em que cada agrupamento é formado pelas espécies ranqueadas nas três primeiras posições quanto ao número médio de indivíduos em cada unidade amostral pelo número médio de indivíduos em todas as unidades amostradas (Sanyo Techno Marine Inc., 1998).

Os resultados por eles encontrados evidenciaram a existência de pelo menos três assembléias de peixes demersais no inverno: uma comunidade distribuída sobre as áreas mais rasas no estuário amazônico, compreendendo principalmente a piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) e secundariamente o canguito (*Arius prhygiatus*) e a dourada (*B. flavicans*); uma comunidade cobrindo a maior parte da área estudada, caracterizada pela pescadinha-gó (*Macrodon ancylodon*) e também pela cambéua (*Arius grandicassis*) e bandeirado (*Bagre bagre*); e uma comunidade com distribuição na parte norte da área de estudo e mais afastada da costa, composta principalmente pela sardinha gato (*Odontognathus mucronatus*), incluindo o espada (*Trichiurus lepturus*) e o gostoso (*Peprilus paru*) (Sanyo Techno Marine Inc., *op. cit.*).

No verão, as comunidades foram em número de 7 ou 8, centradas sobre as seguintes espécies: pescadinha gó, cangatá (*Arius quadriscutis*), canguito, sardinha gato, manjuba savelha (*Anchoa spinifer*), piramutaba e rabeça (*Aspredo aspredo*), na primeira

fase de estudo; e pescadinha gó, piramutaba, cangatá, cambéua, buchudinho (*Stellifer rastrifer*), canguito, manjuba savelha e jurupiranga (*Arius rugispinnis*), na segunda fase do estudo (Sanyo Techno Marine Inc., *op. cit.*).

O método de análise de componentes principais aqui utilizado permitiu a identificação de três assembléias de espécies, que serão chamadas simplesmente de A, B e C.

A comunidade A esteve composta em sua maioria por espécies dulcícolas características do canal dos rios Amazonas e Tocantins, com distribuição nas áreas rasas com profundidades de 5 a 20 m (principalmente a subárea 1) e sob influência das águas doces. Tais espécies apresentam um padrão de comportamento semelhante, invadindo o estuário durante as chuvas e depois retraindo-se para as áreas mais rasas e próximas dos rios Amazonas e Tocantins, durante a estiagem. Utilizam a área principalmente para criação de jovens e alevinos e algumas têm o seu ciclo reprodutivo concluído na região, desovando no próprio estuário ou adjacências. São quase todas espécies dulcícolas. Este grupo foi constituído pelo bagre-branco (*Arius couma*), canguito (*A. phrygiatus*), bacurato (*Centrodoras brachiatus*), dourada (*Brachyplatystoma flavicans*), piramutaba (*B. vaillantii*), rabeça (*Aspredo aspredo*), pescada cascuda preta (*Plagioscion auratus*) e pescada branca (*P. squamosissimus*).

A comunidade B apresenta-se principalmente composta de espécies marinhas e estuarino-marinhas, em geral pelágicas mas com bom número de tipos demersais. Apresentam padrão de distribuição da abundância e frequência de ocorrência similares, ocupando as áreas mais profundas e afastadas da costa (principalmente a subárea 3). Estas espécies utilizam-se do estuário por apenas uma parte de sua vida, de acordo com a fase de desenvolvimento ontogenético, seja para alimentação, crescimento de alevinos e juvenis ou mesmo para maturação gonadal e desova. Compuseram este grupo a

sardinha manjuba-savelha (*Anchoa spinifer*), a sardinha-prata (*Lycengraulis batesii*), sardinha-gato (*Odontognathus mucronatus*), pescada-curuca-grande (*Micropogonias furnieri*), pescada-curuca-pequena (*Stellifer microps*), espada (*Trichiurus lepturus*) e o gostoso (*Peprilus paru*).

A assembléia C é a mais diversificada em espécies e parece ser composta de uma mistura de tipos marinhos, dulcícolas e estuarinos propriamente. Distribuem-se preferencialmente sobre uma ampla faixa costeira de profundidade mediana, numa área mais susceptível às variações sazonais do ambiente, marcado pelo avanço e recuo da cunha salina por grande extensão da costa. É constituída principalmente por espécies estenoalinas que habitam perenemente a região, além de espécies transitórias que utilizam os recursos alimentares à disposição quando o ambiente torna-se mais favorável à sua presença. Foram elas: arraia-anjo (*Dasyatis geijkesi*), arraia-bicuda (*D. guttata*), cambéua (*Arius grandicassis*), gurijuba (*A. parkeri*), uritinga (*A. proops*), cangatá (*A. quadriscutis*), jurupiranga (*A. rugispinnis*), bandeirado (*Bagre bagre*), uricica (*Cathorops spixii*), pescada-cambuçu (*Cynoscion virescens*), pescada-flamengo (*Lonchurus lanceolatus*), pescadinha-gó (*Macrodon ancylodon*), pescada sete-buchos (*Nebris microps*) e o buchudinho (*Stellifer rastrifer*).

É possível que as comunidades acima descritas estejam estruturadas em função da salinidade, visto que houve uma correlação estatisticamente significativa entre esta variável e o padrão de distribuição das espécies. Entretanto, mesmo considerando-se os efeitos que um fator ambiental venha produzir isoladamente sobre os organismos, a verdade é que o ambiente apresenta uma composição de vários fatores atuando simultaneamente, que podem agir sinergicamente e produzir efeitos mais extremos sobre as espécies do que um único fator o conseguiria (Vernberg & Vernberg, 1975).

A foz amazônica abriga um complexo ambiente, onde o deslocamento da cunha salina ao longo de um eixo horizontal por cerca de 200 km interage com fenômenos de circulação, transporte de sedimentos, correntes, ação dos ventos e outros eventos físicos, que atuam conjuntamente influenciando a distribuição das espécies ícticas aí presentes. Embora seja notório que a distribuição de certos peixes possa estar relacionado também ao tipo de substrato e à profundidade, verificou-se que o leito estuarino foi em sua maior parte constituído por uma fácies lodosa ou lodo-arenosa, quase uniformemente distribuído às proximidades da costa. Isto pouco ou em nada contribui para o padrão de variabilidade sazonal da composição de espécies.

O padrão de riqueza encontrado demonstra uma relação linear com o aumento do gradiente salino no plano horizontal. Deste modo, limitamo-nos a dizer que a salinidade é certamente um importante fator na estruturação das comunidades ícticas estuarinas da foz amazônica e que investigações mais acuradas dos parâmetros ambientais e das suas relações com a biota tornam-se evidentes para solucionar vários aspectos não abordados devidamente neste trabalho.

5 – CONCLUSÕES

A seguir apresentamos um resumo das principais conclusões acerca dos assuntos discutidos no capítulo anterior:

1. Os grupos Sciaenidae e Ariidae são os mais diversificados no estuário amazônico, com maior número de espécies, independentemente do período do ciclo hidrológico e área considerados.
2. Os cienídeos e ariídeos constituíram os grupos dominantes, independentemente do período do ciclo hidrológico.
3. O gradiente salino influencia significativamente a composição da ictiofauna, promovendo variação espacial e sazonal na estrutura das comunidades.
4. No inverno a riqueza de espécies é maior, refletindo a invasão das espécies continentais durante o aumento da descarga dos rios Amazonas e Tocantins.
5. O estrato de profundidade delimitado pelas isóbatas de 5 a 10 m, apresentou a maior diversidade e equitabilidade, e menor dominância.
6. O estrato de profundidade delimitado pelas isóbatas de 10 a 20 m apresenta a maior riqueza, apresentando espécies estenoalinas e típicas de estuários.
7. O estrato de profundidade delimitado pelas isóbatas de 20 a 50 m apresenta a maior dominância, sendo a pescadinha gó (*Macrodon ancylodon*) a espécie dominante.
8. O estuário amazônico apresenta-se basicamente formado por três comunidades de peixes. Uma é composta de espécies de águas continentais que exploram as áreas rasas entre 5 a 20 m; outra é formada por espécies adaptadas ao gradiente salino, com ampla distribuição no estuário, principalmente na faixa dos 10 a 20 m; e a terceira é composta de espécies marinhas ou estuarino-marinhas, que se distribuem nas áreas de maior profundidade e cujo teor de salinidade é mais elevado, ocorrendo desde os 10 até a faixa dos 50 m.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÂNTARA, A.V. 1989. Ecologia da ictiofauna do estuário do rio Sergipe (Estado de Sergipe, Brasil). Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências. São Paulo. 2 v.
- ÁLVAREZ LEÓN, R. & BLANCO RACEDO, J. 1985. Composición de las comunidades ictiofaunísticas de los complejos lagunares estuarinos de la Bahía de Cartagena, Ciénaga de Tesca y Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe Colombiano. *In*: Yáñez-Arancibia, A. (ed.). Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: towards an ecosystem integration. DR (R) UNAM Press, Mexico, p. 535-556.
- ANDREATA, J.V.; BARBIÉRI, L.R.R.; SILVA, M.H.C. & SANTOS, R.P. 1990. Relação dos peixes da laguna de Marapendi, Rio de Janeiro, Brasil. Atlântica, 12(1): 5-17.
- BALON, E.K.; CRAWFORD, S.S. & LELEK, A. 1986. Fish communities of the upper Danube River (Germany – Austria) prior to the new Rhein-Main-Donan connection. Env. Biol. Fish., 15 (4): 243-271.
- BARBIERI, L.R.R. 1985. Distribuição espacial e temporal de Sciaenídeos no estuário da Lagoa dos Patos e região costeira adjacente, RS, Brasil. *In*: Congresso Brasileiro de Zoologia, 12, Campinas 1985. Resumos. Campinas, UNICAMP. 187 p.
- BARRELA & PETRERE JR., M. 1993. The influence of environmental factors on fish community structure in the Jacaré Pepira River. *In*: Cowx, I. (ed.) Rehabilitation of Inland Fisheries, Oxford, 161-170.
- BARROS, A. C.; EMERENCIANO, I. A. A.; SILVA, P. B.; COUTINHO, P. B. & FERNANDES, L. M. B. 1976. Prospecção dos recursos pesqueiros das

Reentrâncias Maranhenses. Governo do Maranhão / Superintendência do Desenvolvimento da Pesca, 128 + LVI pp., 33 + 51 + 6 figs., 29 mapas, São Luís / Brasília.

BARTHEM, R.B. 1985. Ocorrência, distribuição e biologia dos peixes da Baía de Marajó, Estuário Amazônico. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, sér. Zool., 2(1): 49-69.

_____ 1990. Descrição da pesca da piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*, Pimelodidae) no Estuário e na calha do Rio Amazonas. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, sér. Antrop., 6(1):15-28.

_____ & SCHWASMANN, H.O. 1994. Amazon river influence on the seasonal displacement of the salt wedge in the Tocantins river estuary, Brazil, 1983-1985. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, sér. Zool., Belém, 10(1): 119-130.

_____ ; RIBEIRO, M.C.L.B. & PETRERE JR., M. 1994. Life strategies of some long-distance migratory catfish in face of hydroelectric dams in the Amazon basin. Biol. Conserv. 55: 339-345.

BERKMAN, H.E. & RABENI, C.F. 1987. Effect of siltation on stream fish communities. Env. Biol. Fishes. 18(4): 285-294.

BROWER, J.E. & ZAR, J.H. 1984. Field and laboratory methods to general ecology. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, Iowa. 226 p.

CERVIGÓN, F. 1982. La ictiofauna estuarina del Cano Mánamo y áreas adyacentes. *In*: NOVOA, R.D. (comp.). Los recursos pesqueros del río Orinoco y su explotación. Corporacion Venezolana de Guayana, Caracas, 205-260.

_____ 1985. La ictiofauna de las aguas estuarinas del delta del Río Orinoco en la costa Atlántica occidental, Caribe. *In*: Yañez-Arancibia, A. (ed.). Fish

- community ecology in estuaries and coastal lagoons: towards an ecosystem integration. DR (R) UNAM Press, Mexico, p. 57-78.
- _____ ; CIPRIANI, R.; FISCHER, W.; GARIBALDI, L.; HENDRICKX, M.; LEMUS, A.J.; MÁRQUEZ, R.; POUTIERS, J.M.; ROBAINA, G. & RODRIGUEZ, B. 1992. Fichas FAO de identificación de especies para los fines de la pesca. Roma, FAO, 513 p.
- CHAO, N.L. 1978. A basis for classifying western atlantic sciaenidae (Teleostei: Perciformes). NOAA Technical Report Circular, v. 415, 65 p.
- _____ ; & MUSICK, J.A. 1982. Faunal and ecological affinities of fish communities in the estuary of Lagoa dos Patos (30° S), Brazil and Lower Chesapeake Bay (37° N), USA. *In: International Symposium on Utilization of Coastal Ecosystems: Planning, Pollution and Productivity, Rio Grande, 1982*. Abstracts. Atlântica, Rio Grande, 5(2): 26.
- _____ ; PEREIRA, L.E. & VIEIRA, J.P. 1985. Estuarine community fishes of the dos Patos Lagoon, Brazil. A baseline study. *In: Yañez-Arancibia, A., (ed.) Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: towards an ecosystem integration*. México DR (R) UNAM. P. 429-450.
- CODY, M.L. & DIAMOND, J.M. 1975. Ecology and evolution of communities. Cambridge, Harvard University Press, 545 p.
- CORNELL, H.V. & LAWTON, J.H. 1992. Species interaction, local and regional processes, and limits to the richness of ecological communities: a theoretical perspective. Journal of Animal Ecology, 61: 1-12.
- CUNNINGHAM, P.T.M. 1983. Estudo comparativo da ictiofauna da costa oeste e Enseada das Palmas da Ilha Anchieta, Enseada do Flamengo e Enseada da Fortaleza (lat. 23° 29'S – 23° 33'S, Long. 45° 03'W – 45° 09'W), Ubatuba, Estado

- de São Paulo – Brasil. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto oceanográfico. São Paulo, 133 p.
- CURTIN, T.B. & LEGECKIS, R.V. 1986. Physical observations in the plume region of the Amazon River during peak discharge – I. Surface variability. Continental Shelf Research, 6 (1): 31-51.
- DAJOZ, R. 1983. Ecologia Geral. Vozes ed. Petrópolis – RJ, 472 p.
- DAHLBERG, M.D. & ODUM, E.P. 1970. Annual cycles of species occurrence, abundance and diversity in Georgia estuarine fish populations. Am. Midl. Naturalist, 83(2): 382-392.
- DIAS NETO, J. & MESQUITA, J.X. 1988. Potencialidade e exploração dos recursos pesqueiros do Brasil. Ciência e Cultura, São Paulo, 40 (5): 427-441.
- DIEGUES, F.M.F. 1972. Introdução à oceanografia do estuário amazônico. Anais do 26º Congresso Brasileiro de Geologia, Belém, 2: 301-317.
- EGLER, W.A & SCHWASSMANN, H.O. 1962. Limnological studies in the Amazon Estuary. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, nova sér. Zool., 1: 2-25.
- EISMA, D. & MAREL, H.W. VAN DER. 1971. Marine muds along the Guyana coast and their origin from the Amazon Basin. Contr. Mineral. and Petrol., 31: 321-334.
- EMERY, A.R. 1978. The basis of fish community structure: marine and freshwaters comparisons. Environ. Biol. Fishes, 3: 33-47.
- FIGUEIREDO, J.L. & MENEZES, N.A. 1978. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. II. Teleostei (1). São Paulo, Museu de Zoologia Universidade de São Paulo, 110 p.
- GIBBS, R.J. 1970. Circulation in the Amazon River estuary and adjacent Atlantic Ocean. J. Mar. Res., 28(2): 113-123.

- GREEN, J. 1968. The biology of estuarine animals. University of Washington Press, Seattle, 401 p.
- GROSSMAN, G.D. 1982. Dynamics and organization of a rocky intertidal fish assemblage: the persistence and resilience of taxocene structure. Am. Nat., 119: 611-637.
- GUNTER, G. 1961. Some relations of estuarine organisms to salinity. Limnol. Oceanogr., (6): 182-190.
- HEMPEL, G. 1971. Southwest Atlantic. In: Gulland, J.A. (ed) – The fish resources of the ocean. London. Fishing News (books) Ltd., I – XXVIII + 1-155p.
- IBAMA. 1994. Camarão Norte e Piramutaba. Coleção Meio Ambiente. Série Estudos Pesca. 150 p.
- IUCN. 1984. Estratégia mundial para a conservação dos recursos vivos para um desenvolvimento sustentado. CESP, São Paulo.
- KREBS, C.J. 1985. Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. New York, Harper Collins Publishers Inc., 800 p.
- _____ 1989. Ecological Methodology. New York, Harper Collins Publishers Inc., 654 p.
- LESSA, R. P. 1997. Sinopse dos estudos sobre elasmobrânquios da costa do Maranhão. Boletim do Laboratório de Hidrobiologia. Ed. UFMA. São Luís, MA. (10): 19-36.
- LIVINGSTON, R.J. 1976. Diurnal and seasonal fluctuations of organisms in a north Florida estuary. Estuar. Coast. Mar. Sci., 4(4): 373-400.
- _____ 1982. Tropical organization of fishes in a coastal seagrass system. Mar. Ecol. Prog. Serv., 7: 1-12.
- _____ ; KOBYLINSKI, C.J.; LEWIS III, F.G. & SHERIDAN, P.F. 1976. Long-term fluctuation of epibenthic fish and invertebrate populations in

Apalachicola Bay, Florida. Fishery Bull. natn. mar. Fish. Serv., U.S., 74 (2): 311-321.

LONGHURST, A.R. & PAULY, D. 1987. Ecology of tropical oceans. San Diego, Academic Press, 407 p.

LOWE-McCONNELL, R.H. 1962. The fishes of the British Guiana continental shelf, Atlantic coast of South America, with notes on their natural history. J. Linn. Soc. London Zool. 44(301): 669-700.

_____ 1987. Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge, Cambridge University, 382 p.

LUDWIG, J.A & REYNOLDS, J.F. 1988. Statistical ecology: a primer on methods and computing. New York, John Wiley & Sons, 337 p.

McARTHUR, R.H. 1972. Geographical ecology: patterns in the distribution of species. New York, Harper & Row, 269 p.

MANLY, B.F.J. 1994. Multivariate statistical methods. A primer. London, Chapman & Hall, 215 p.

MARGALEF, R. 1974. Ecologia. Barcelona, Ed. Omega. 951 p.

MARTINS JURAS, I.A.G. 1989. Ictiofauna estuarina da Ilha do Maranhão (MA – Brasil). Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. São Paulo, 184 p.

_____ ; JURAS, A.A. & MENEZES, N.A. 1987. Relação preliminar dos peixes da ilha de São Luís, Maranhão, Brasil. Revta. Bras. Zool., S. Paulo 4(2): 105-113.

McERLEAN, A.J.; O'CONNOR, S.G.; MIHURSKY, J.A. & GIBSON, C.I. 1973. Abundance, diversity and seasonal patterns of estuarine fish populations. Estuar. coast. mar. Sci., 1(1): 19-36.

- MENEZES, N.A & FIGUEIREDO, J.L. 1980. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. IV. Teleostei (3). São Paulo, Museu de Zoologia Universidade de São Paulo, 96 p.
-
1985. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. V. Teleostei (4). São Paulo, Museu de Zoologia Universidade de São Paulo, 105 p.
- MENEZES, R.S. de & MENEZES, M.F. 1968. Estudo preliminar sobre a flora e a fauna de águas estuarinas do Estado do Ceará. Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará, Fortaleza. 8(11): 101-106.
- MILLIMAN, J.D. & MEADE, R.H. 1983. World-wide delivery of river sediment to the oceans. J. Geol., 91(1): 1-21.
- MILLS, E.L. 1975. Benthic organisms and structure of marine ecosystems. J. Fish. Res. Bd. Can., 32 (9): 1657-1663.
- MONTEIRO-NETO, C.; BLACHER, C.; LAURENT, A.A.S.; SNIZEK, F.N.; CANOZZI, M.B. & TABAJARA, L.L.C.A. 1990. Estrutura da comunidade de peixes em águas rasas na região de Laguna, Santa Catarina, Brasil. Atlântica, 12(2): 53-69.
- MORRISON, R.I.G.; ANTAS, P.T.Z. & ROSS, R.K. 1987. Migratory routes in the Amazonian coast. *In*: Seminário desenvolvimento econômico e impacto ambiental em áreas de trópico úmido brasileiro – a experiência da CVRD. Anais. Rio de Janeiro, 159-200.
- NONATO, E.F.; AMARAL, A.C.Z. & FIGUEIREDO, J.L. 1983 Contribuição ao conhecimento da fauna de peixes do litoral norte do Estado de São Paulo. Bolm. Inst. Oceanogr., São Paulo, 32 (2): 143-152.

- NOVOA, R.D.; CERVIGÓN, F. & RAMOS, F. 1982. Catalogo de los recursos pesqueros del delta del Orinoco. *In*: NOVOA, R.D. (comp.). Los recursos pesqueros del rio Orinoco y su explotación. Corporacion Venezolana de Guayana, Caracas, 261-360.
- OLIVEIRA, A.M.E. 1972. Peixes estuarinos do nordeste oriental brasileiro. Arq. Ciênc. Mar. Bras., 12(1): 35-41.
- _____ 1976. Composição e distribuição da ictiofauna nas águas estuarinas do Rio Jaguaribe (Ceará, Brasil). Arq. Ciênc. Mar., 16(1): 9-18.
- OLIVEIRA, G. M. [197-?] Análise / refinamento dos dados pretéritos sobre prospecção pesqueira: Região Norte. Programa REVIZEE. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal / Secretaria de Coordenação dos Assuntos do Meio Ambiente. 79 p.
- PAIVA, M.P. 1981. Recursos pesqueiros marinhos e estuarinos do norte do Brasil. SUDEPE, (2): 127 p.
- _____ 1997. Recursos pesqueiros estuarinos e marinhos do Brasil. Fortaleza, EUFC. 278 p.
- PAIVA FILHO, A.M. 1982. Estudo sobre a ictiofauna do canal dos Barreiros, estuário de São Vicente, SP. Tese de Livre-Docência, Instituto Oceanográfico da USP, São Paulo, 189 p.
- _____ & SCHMIEGELOW, J.M.M. 1986. Estudo sobre a ictiofauna acompanhante da pesca do camarão sete-barbas, *Xyphopenaeus kroyeri*, nas proximidades da baía de Santos, SP. Bolm. Inst. Oceanogr., São Paulo. 34:79-85.
- PELLEGRIN Jr., G. 1983. Descarte de pescado en la pesqueria de camarón en el sudeste de Estados Unidos. *In*: FAO/CIID, ed. Pesca acompanante del camarón –

- un regalo del mar. Informe de una consulta técnica sobre la utilización de la pesca acompañante del camarón, Georgetown, Guyana. Ottawa, CIID. P. 56-60.
- PIELOU, E.C. 1966a. Species-diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. J. theor. Biol., 10(2): 370-383
- _____ 1966b. The measurement of diversity in different types of biological collections. J. theor. Biol. 13: 131-144.
- _____ 1975. Ecological Diversity. New York, John Wiley and Sons Inc., 165 p.
- RIBEIRO NETO, F.B. 1989. Estudo da comunidade de peixes da baía de Santos, SP. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. São Paulo. 196 p.
- RICKLEFS, R.E. 1973. Ecology. Newton, Chiron Press., 861 p.
- ROCHA, G.R.A. 1990. Distribuição, abundância e diversidade da ictiofauna na região de Ubatuba – SP (23° 20'S – 24° 00'S; 44° 30'W – 45° 30'W), Brasil. Tese de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. São Paulo, 2 v. 131 p.
- ROESSLER, M.A. 1970. Checklist of fishes in Buttonwood Canal Everglades National Park, Florida, and observation on the seasonal occurrence and life histories of selected species. Bull. mar. Sci. Gulf Caribb., 20: 860-893.
- ROSS, S.W. & EPPERLY, S.P. 1985. Utilization of shallow estuarine nursery areas by fishes in Pamlico Sound and adjacent tributaries. *In*: Yañez-Arancibia, A. (ed.) Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: towards an ecosystem integration, Mexico, UNAM. 900 p.
- RYDER, R.A. & PESENDORFER, J. 1989. Large river are more than flowing lakes: a comparative review. *In*: Proceedings of the International Large River Symposium. Dodge, D.P. (ed.). Ottawa, Canada, p. 65-85.

- SANYO TECHNO MARINE, INC. 1998. Draft final report for the fishery resources study of the Amazon and Tocantins rivers mouth areas in the Federative Republic of Brazil. Tokyo, 334 p.
- SCHWASSMANN, H.O.; BARTHEM, R.B. & CARVALHO, M.L. 1989. A note on the seasonally shifting zone of high primary production in the Bay of Marajó, Pará, Brazil, 1983-1984. Acta Bot. Bras., 2(1): 165-174 (supl.).
- SHIMWELL, D.W. 1971. Description and classification of vegetation. Seattle, University of Washington Press., 56 p.
- SILVA, C.P. 1982. Ocorrência, distribuição e abundância de peixes na região estuarina de Tramandaí, Rio Grande do Sul. Atlântica, 5(1): 49-66.
- SIOLI, H. 1966. General features of the Delta of the Amazon. *In*: Humid Tropics Research, Scientific Problems of the Humid Tropical Zone Deltas and their Implications. Proc. Dacca Symp. UNESCO, p. 381-390.
- STEHMANN, M. 1978. Gymnuridae. *In*: Fischer, W. FAO species identification sheets for fishery purpose Western Central Atlantic (fishing area 31). V.5.
- STONER, A.W. 1986. Community structure of demersal fish species of Laguna Joyiuda, Puerto Rico. Estuaries, 9 (2): 142-152.
- SUDAM. 1984. Projeto de Hidrologia e Climatologia da Amazônia. Atlas Climatológico da Amazônia Brasileira. Belém, 125 p.
- SYBRAHMANYAN, C.B. & COULTAS, C.L. 1980. Studies on the animal communities in two north Florida salt marshes. Part III. Seasonal fluctuations of fish and macroinvertebrates. Bull. mar. Sci. Gulf Caribb., 30 (4): 790-818.
- TAYLOR, W.R. & MENEZES, N.A. 1978. Ariidae – *In*: Fisher, W. ed. FAO species identification sheets for fishery purpose Western Central Atlantic (fishing area 31). V.5.

- _____ & ROBERTS. 1978. Auchenipteridae. *In*: Fisher, W., ed. FAO species identification sheets for fishery purpose Western Central Atlantic (fishing area 31). V.1.
- VAZZOLER, G.; ZANETI-PRADO, E.M.; KAWAKAMI, E. & YAMAGUTI, N. 1982. Teleósteos marinhos coletados entre Cabo Frio (23° S) e Torres (29° 21'S). Programa FAUNEC (1975). Dusenía, 13 (3): 127-133.
- VERGARA, R.R. 1978a. Stromateidae. *In*: Fischer, W. FAO species identification sheets for fishery purpose Western Central Atlantic (fishing area 31). V.5.
- VERNBERG, F. J. & VERNBERG, W.B. 1975. Adaptations to extreme environments. *In*: VERNBERG, W.B. Physiological ecology of estuarine organisms. University of South Carolina Press, Columbia, 165-180.
- WALLACE, J.H. 1975. The estuarine fishes of the coast of South Africa. I. Species composition and length distribution in the estuarine and marine environments. Invest. Rept. Oceanogr. Res. Inst., Durban, (40): 1-27.
- WEINSTEIN, M.P. 1982. Commentary: a need for more experimental work in estuarine fisheries ecology. Northeast Gulf Sci. 5(2): 59-64.
- _____ 1985. Distributional ecology of fishes inhabiting warm-temperate and tropical estuaries: community relationships and implications. *In*: Yañez-Arancibia, A. (ed.). Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: towards an ecosystem integration. DR (R) UNAM Press, Mexico, 285-310.
- WHITEHEAD, P.J.P. 1978a. Elopidae. *In*: Fischer, W. FAO species identification sheets for fishery purpose Western Central Atlantic (fishing area 31). V.5.
- _____ 1978b. Engraulidae. *In*: Fischer, W. FAO species identification sheets for fishery purpose Western Central Atlantic (fishing area 31). V.5.

- YAÑEZ-ARANCÍBIA, A. 1978. Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en las lagunas costeras con bocas efímeras del Pacífico de México. Publicação esp. Centro Cienc. Mar Limnol., Univ. Nal Autón. México (2): 1-306.
- _____ 1985. The estuarine nekton: why and how an ecological monograph. *In*: Yañez-Arancibia, A. (ed.). Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: towards an ecosystem integration. DR (R) UNAM Press, Mexico, p. 1-8.
- _____ & SÁNCHEZ-GIL, P. 1986. Los peces demersales de la plataforma continental del sur del Golfo de Mexico. 1 – Caracterización ambiental, ecología Y evaluación de las especies, poblaciones y comunidades. Publ. Esp. Inst. Cienc. Mar Limnol. Univ. Nac. Autón. Mexico, 9: 1-230.
- _____ ; AMEZCUA-LINARES, F. & DAY Jr., J.W. 1980. Fish community structure and function in Terminos Lagoon, a tropical estuary in southern Gulf of Mexico. *In*: KENNEDY, V. ed. Estuarine perspectives. New York, Academic Press. 465-482.
- _____ ; TAPIA-GARCIA, M. & GARCIA-ABAD, M de la C. 1985. Ecology, community structure and evaluation of tropical demersal fishes in the southern Gulf of Mexico. Cah. Biol. mar., 26: 137-163.
- YESAKI, M. 1974. Os recursos de peixes de arrasto ao largo da costa do Brasil. P.D.P. Documentos Técnicos, Nº 8. Rio de Janeiro. 8 p.

ANEXO I

(Lista de Espécies)

Anexo 1A – Lista das espécies ícticas encontradas no estuário amazônico

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME LOCAL	PERÍODO	CLASSIFICAÇÃO
Carcharhiniformes	Carcharhinidae	<i>Carcharhinus limbatus</i>	Caçãõ-galha-preta	I	Acidental
		<i>Carcharhinus porosus</i>	Caçãõ	I + V	Acidental
		<i>Isogomphodon oxyrinchus</i>	Caçãõ-bico-de-pato	I	Acidental
		<i>Sphyrna lewini</i>	Martelo	I	Acidental
		<i>Sphyrna tiburo</i>	Caçãõ-rodela	I + V	Acidental
		<i>Sphyrna tudes</i>	Caçãõ-rodela; Martelo	I + V	Acidental
		<i>Narcine brasiliensis</i>	Arraia-elétrica	I + V	Acidental
		<i>Dasyatis geijkesi</i>	Arraia-morengo, Anjo	I + V	Constante
		<i>Dasyatis guttata</i>	Arraia-bicuda	I + V	Constante
		<i>Himantura schmardae</i>	Arraia-redonda	I	Acidental
Rajiformes	Torpedinidae	<i>Plesioxygon sp.</i>	Arraia	I + V	Acidental
		<i>Uroxygon microphthalmum</i>	Arraia	V	Acidental
		<i>Gymnura micrura</i>	Arraia	I + V	Acidental
		<i>Aetobatis narinari</i>	Jamanta-Cara-de-gente	I + V	Acidental
		<i>Rhinoptera bonasus</i>	Arraia	I	Acidental
		<i>Elops saurus</i>	Moréia	I	Acidental
		<i>Cynoponticus savanna</i>		I	Acidental
		<i>Anchoa spinnifer</i>	Manjuba-savelha	I + V	Constante
		<i>Anchoviella lepidentostole</i>		I + V	Acidental
		<i>Engraulis sp.</i>		I	Acidental
Elopiiformes	Elopiidae	<i>Lycengraulis batesii</i>	Sardinha-prata	I + V	Acidental
		<i>Chirocentrodon bleekeriannus</i>	Sardinha	V	Acidental
		<i>Odontogranthus mucronatus</i>	Sardinha-gato	I + V	Acidental
		<i>Pellona flavipinnis</i>	Sarda, Apapá-branco	I + V	Acidental
		<i>Pellona harroweri</i>	Sardinha-chata	I + V	Acidental
		<i>Opishonema oglinum</i>	Sardinha-azul	I	Acidental
		<i>Arius couma</i>	Bagre-branco	I + V	Acidental
		<i>Arius grandicaissis</i>	Cambéua	I + V	Constante
		<i>Arius parkeri</i>	Gurijuba	I + V	Constante
		<i>Arius phrygiatus</i>	Canguito	I + V	Acidental
Siluriformes	Clupeidae	<i>Arius proops</i>	Uritinga	I + V	Acidental
		<i>Arius quadriscutis</i>	Cangará	I + V	Constante

Anexo 1B – Lista das espécies ícticas encontradas no estuário amazônico

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME LOCAL	PERÍODO	CLASSIFICAÇÃO
		<i>Arius rugispinnis</i>	Jurupiranga	I + V	Acessória
		<i>Bagre bagre</i>	Bandeirado	I + V	Constante
		<i>Cathorops spixii</i>	Uricica	I + V	Constante
	Doradidae	<i>Centrocoras brachiatas</i>	Bacu-rato	I + V	Acidental
		<i>Lithodoras dorsalis</i>	Bacu-pedra	I	Acidental
	Ageneiosidae	<i>Ageneiosus ucayalensis</i>	Mandubé	I + V	Acidental
	Auchenipteridae	<i>Pseudanchipterus nodosus</i>	Carataí	I + V	Acidental
		<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	Filhoite, Piratiba	I + V	Acidental
		<i>Brachyplatystoma flavicans</i>	Dourada	I + V	Accessória
		<i>Brachyplatystoma vaillanti</i>	Piranutaba	I + V	Accessória
		<i>Gostinia plagnema</i>	Babão	I	Acidental
		<i>Pimelodus sp.</i>	Mandi	I + V	Acidental
	Hypophthalmidae	<i>Hypophthalmus marginatus</i>	Mapará	I	Acidental
	Aspredinidae	<i>Aspredinichthys filamentosus</i>	Rebeca	I + V	Acidental
		<i>Aspredo aspredo</i>	Rebeca	I + V	Accessória
Gymnotiformes	Rhamphichthidae	<i>Rhamphichthys sp.</i>	Itui-terçado	I	Acidental
	Apteronotidae	<i>Sternarchella sp.</i>	Sarapó	I + V	Acidental
Batrachoidiformes	Batrachoididae	<i>Batrachoides surinamensis</i>	Pacamão	I + V	Acidental
		<i>Porichthys plectrodon</i>	Miquinho, Miqui	V	Acidental
Lophiiformes	Ogcocephalidae	<i>Ogcocephalus virgilio</i>	Peixe-morcego	V	Acidental
Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil inchis</i>	Tainha	V	Acidental
Perciformes	Centropomidae	<i>Centropomus parallelus</i>	Camurim	I + V	Acidental
		<i>Centropomus pectinatus</i>	Camurim	I + V	Acidental
		<i>Centropomus undecimalis</i>	Camurim	I + V	Acidental
	Serranidae	<i>Epinephelus itajara</i>	Mero	I + V	Acidental
	Echeneidae	<i>Echeneis naucrates</i>	Piolho-de-tubarão	I	Acidental
	Carangidae	<i>Hemicarax amblyrhynchus</i>	Palombeta-do-alto	I + V	Acidental
		<i>Oligopites palometa</i>	Timbira, Pratiúira	I + V	Acidental
		<i>Oligopites saliens</i>	Timbira	V	Acidental
		<i>Oligopites saurus</i>	Timbira	V	Acidental
		<i>Selene vomer</i>	Galo, Galo-de-fita	I + V	Acidental
		<i>Trachinotus carolinus</i>	Pampo	I	Acidental

Anexo 1C – Lista das espécies ícticas encontradas no estuário amazônico

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME LOCAL	PERÍODO	CLASSIFICAÇÃO
		<i>Trachinotus corymenensis</i>	Pampo	I	Acidental
	Haemulidae	<i>Gerytides luteus</i>	Coró, Peixe-pedra	I + V	Acidental
	Polynemidae	<i>Polydactylus virginicus</i>	Piraguara	V	Acidental
	Sciaenidae	<i>Cynoscion accoupa</i>	Pescada-amarela	I + V	Acidental
		<i>Cynoscion steindachneri</i>	Pescada-jaguara	I + V	Acidental
		<i>Cynoscion vitescens</i>	Pescada-cambuçu	I + V	Accessória
		<i>Isopisthus parvipinnis</i>	Falsa-gó, Goete	I + V	Acidental
		<i>Larimus fasciatus</i>	Oveva	I	Acidental
		<i>Lonchurus lanceolatus</i>	Pescada-flamengo	I + V	Constante
		<i>Macrodon ancylodon</i>	Pescadinha-gó	I + V	Constante
		<i>Micropogonias furnieri</i>	Pescada-curuca-grande	I + V	Acidental
		<i>Nehris microps</i>	Pescada-sete-buchos	I + V	Accessória
		<i>Paralanchurus brasiliensis</i>	Pescada-flamengo-peq.	I + V	Acidental
		<i>Plagoscion auratus</i>	Pescada-cascuda-preta	I + V	Acidental
		<i>Plagoscion squamosissimus</i>	Pescada-branca	I + V	Acidental
		<i>Stellifer microps</i>	Pescada-curuca-pequen.	I + V	Acidental
		<i>Stellifer rastriifer</i>	Buchudinho	I + V	Accessória
	Gobiidae	<i>Gobioides broussonnetii</i>	Amuré	I + V	Acidental
		<i>Gobioides grahamae</i>	Amuré	I + V	Acidental
	Ephippidae	<i>Chaetodipterus faber</i>	Paru	I + V	Acidental
	Trichuridae	<i>Trichurus lepturus</i>	Espada	I + V	Acidental
	Scombridae	<i>Scomberomorus brasiliensis</i>	Serra	I + V	Acidental
	Stromateidae	<i>Peprilus paru</i>	Gostoso	I + V	Acidental
	Pleuronectiformes	<i>Achirus achnirus</i>	Xula, Solha	I + V	Acidental
	Soleidae	<i>Apionichthys dumerili</i>	Xula	I	Acidental
		<i>Colomesus psittacus</i>	Mamaiaçu	I + V	Acidental
Tetraodontiformes	Tetraodontidae	<i>Chilomycterus antillarum</i>	Baiacu-biriba	I + V	Acidental
	Diodontidae				

ANEXO II

(Abundância Numérica da Ictiofauna)

Anexo 2A – Abundância numérica das espécies ícticas do estuário amazônico, por período do ciclo hidrológico e profundidade.

Espécies	Ciclo Hidrológico						Profundidade						
	Freq. Ocorrência		No de Indivíduos		Freq. Ocorrência		No de Indivíduos		Freq. Ocorrência		No de Indivíduos		
	Inv.	Ver.	I + V	Inv.	Ver.	I + V	5-10	10-20	20-50	5-10	10-20	20-50	
<i>Achirus achirus</i>	3	4	7	4	4	8	0	7	0	0	0	8	0
<i>Aetobatis narinari</i>	1	2	3	1	2	3	0	0	3	0	0	0	3
<i>Ageneiosus ucayalensis</i>	14	9	23	41	57	98	14	9	0	66	32	0	0
<i>Anchoa spinifer</i>	83	85	168	1208	1379	2587	43	96	29	345	1374	868	0
<i>Anchoviella lepidentostole</i>	8	3	11	37	3	40	3	4	4	4	15	21	0
<i>Apionichthys dumerilii</i>	3	0	3	3	0	3	2	1	0	2	1	0	0
<i>Arius couma</i>	15	24	39	73	102	175	24	15	0	124	51	0	0
<i>Arius grandicassis</i>	78	91	169	2012	3246	5258	35	107	27	1030	3767	461	0
<i>Arius parkeri</i>	58	63	121	388	534	922	28	82	11	202	683	37	0
<i>Arius phrygiatus</i>	37	21	58	1105	492	1597	40	18	0	1218	379	0	0
<i>Arius proops</i>	29	26	55	122	150	272	16	39	0	82	190	0	0
<i>Arius quadriscutis</i>	73	86	159	1677	7745	9422	44	102	13	900	8219	303	0
<i>Arius rugispinnis</i>	55	62	117	1292	3228	4520	30	83	4	783	3709	28	0
<i>Aspredinichthys filamentosus</i>	13	11	24	19	22	41	13	9	2	24	15	2	0
<i>Aspredo aspredo</i>	54	36	90	294	283	577	54	36	0	367	210	0	0
<i>Bagre bagre</i>	80	89	169	2649	3083	5732	33	110	26	497	3962	1273	0
<i>Batrachoides surinamensis</i>	4	12	16	5	12	17	4	11	1	4	12	1	0
<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	7	1	8	12	3	15	5	3	0	8	7	0	0
<i>Brachyplatystoma flavicans</i>	54	36	90	519	474	993	55	35	0	525	468	0	0
<i>Brachyplatystoma vaillantii</i>	65	35	100	9664	2937	12601	60	40	0	9968	2633	0	0
<i>Carcharhinus limbatus</i>	2	0	2	2	0	2	1	1	0	1	1	0	0
<i>Carcharhinus porosus</i>	9	12	21	22	28	50	0	6	15	0	6	44	0
<i>Cathorops spixii</i>	76	87	163	1906	4010	5916	38	105	20	526	4352	1038	0
<i>Centrodoras brachiatas</i>	23	6	29	129	34	163	19	10	0	84	79	0	0
<i>Centropomus parallelus</i>	2	3	5	2	3	5	1	2	2	1	2	2	0
<i>Centropomus pectinatus</i>	3	1	4	4	1	5	1	2	1	1	2	2	0
<i>Centropomus undecimatis</i>	3	1	4	4	1	5	0	4	0	0	5	0	0
<i>Chaetodipterus faber</i>	5	3	8	17	3	20	0	5	3	0	17	3	0
<i>Chilomycterus antillarum</i>	1	1	2	1	1	2	0	0	2	0	0	2	0
<i>Chirocentron bleekeri</i>	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0

Anexo 2B – Abundância numérica das espécies ícticas do estuário amazônico, por período do ciclo hidrológico e profundidade.

Espécies	Ciclo Hidrológico						Profundidade					
	Freq. Ocorrência		No de Indivíduos		Freq. Ocorrência		No de Indivíduos		No de Indivíduos			
	Inv.	Ver.	I + V	Inv.	Ver.	I + V	5-10	10-20	20-50	5-10	10-20	20-50
<i>Cynopotilicus savanna</i>	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0
<i>Cynoscion accoupa</i>	12	22	34	17	33	50	6	22	6	9	32	9
<i>Cynoscion steindachneri</i>	4	1	5	4	1	5	1	4	0	1	4	0
<i>Cynoscion virescens</i>	52	54	106	144	194	338	15	68	23	37	235	66
<i>Dasyatis geijkesi</i>	65	72	137	282	355	637	42	80	15	178	360	99
<i>Dasyatis guttata</i>	72	88	160	586	1049	1635	44	91	25	398	1047	190
<i>Echeneis nancrates</i>	1	0	1	2	0	2	0	0	1	0	0	2
<i>Elops saurus</i>	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0
<i>Engraulis sp.</i>	1	0	1	2	0	2	0	0	1	0	0	2
<i>Epinephelus itajara</i>	1	1	2	1	1	2	0	2	0	0	2	0
<i>Genypterus bluneri</i>	11	10	21	17	10	27	0	11	10	0	16	11
<i>Gobioides broussoneti</i>	1	2	3	2	9	11	1	2	0	2	9	0
<i>Gobioides grahamae</i>	1	7	8	1	36	37	7	1	0	36	1	0
<i>Gostinia platynema</i>	3	0	3	3	0	3	3	0	0	3	0	0
<i>Gymnura micrura</i>	5	1	6	7	1	8	0	3	3	0	5	3
<i>Hemicaranx amblyrhynchus</i>	6	1	7	16	1	17	0	3	4	0	9	8
<i>Himantura schmardae</i>	2	0	2	2	0	2	2	0	0	2	0	0
<i>Hypophthalmus marginatus</i>	2	0	2	5	0	5	2	0	0	5	0	0
<i>Isogomphodon oxyrinchus</i>	2	0	2	2	0	2	0	2	0	0	2	0
<i>Isophisus parvipinnis</i>	11	17	28	168	76	244	1	9	18	1	27	216
<i>Larimus fasciatus</i>	3	0	3	3	0	3	2	1	0	2	1	0
<i>Lithodoras dorsalis</i>	12	0	12	27	0	27	11	1	0	23	4	0
<i>Lonchurus lanceolatus</i>	63	57	120	946	239	1185	43	68	9	467	675	43
<i>Lycengraulis batesii</i>	20	5	25	114	6	120	5	13	5	10	101	9
<i>Macrodon ancylodon</i>	97	108	205	39950	20294	60244	52	121	32	7882	41268	11094
<i>Microgomias furnieri</i>	5	24	29	11	91	102	2	12	15	2	52	48
<i>Mugil incisus</i>	0	2	2	0	2	2	0	2	0	0	2	0
<i>Narcine brasiliensis</i>	2	8	10	2	26	28	0	7	4	0	24	4
<i>Nebris microps</i>	41	50	91	439	686	1125	20	58	13	87	936	102
<i>Odontognathus mucronatus</i>	40	30	70	710	683	1393	7	42	21	42	560	791

Anexo 2C – Abundância numérica das espécies ícticas do estuário amazônico, por período do ciclo hidrológico e profundidade.

Espécies	Ciclo Hidrológico				Profundidade							
	Freq. Ocorrência		No de Indivíduos		Freq. Ocorrência		No de Indivíduos					
	Inv.	Ver.	I + V	Inv.	Ver.	I + V	5-10	10-20	20-50			
<i>Oligopites palometa</i>	14	3	17	24	3	27	1	7	9	1	10	16
<i>Oligopites saliens</i>	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0
<i>Oligopites scurus</i>	0	2	2	0	3	3	0	0	2	0	0	0
<i>Opisthonema oginum</i>	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	3
<i>Paralanchurus brasiliensis</i>	1	7	8	1	20	21	1	2	5	3	2	1
<i>Pellona flavipinnis</i>	7	2	9	8	7	15	4	4	1	5	5	16
<i>Pellona harroweri</i>	5	10	15	20	29	49	0	4	11	0	5	5
<i>Peprilus paru</i>	23	11	34	317	63	380	0	4	18	0	5	44
<i>Pimelodus sp.</i>	11	6	17	31	13	44	14	16	0	0	207	173
<i>Plagioscion auratus</i>	22	10	32	125	47	172	24	3	0	36	8	0
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	17	10	27	72	32	104	22	8	0	105	67	0
<i>Plesiopygon sp.</i>	5	1	6	12	1	13	5	5	0	85	19	0
<i>Polydactylus virginicus</i>	0	1	1	0	1	1	0	1	0	11	2	0
<i>Porichthys plectrodon</i>	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1
<i>Pseudacanthopterus nodosus</i>	10	6	16	20	9	29	11	5	0	18	11	1
<i>Rhamphichthys sp.</i>	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Rhinoptera bonasus</i>	3	0	3	3	0	3	1	2	0	1	0	0
<i>Scomberomorus brasiliensis</i>	14	1	15	55	2	57	1	10	4	1	45	11
<i>Selene vomer</i>	5	4	9	8	6	14	1	4	1	1	6	7
<i>Sphyrna lewini</i>	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1
<i>Sphyrna tiburo</i>	1	1	2	1	1	2	0	0	0	0	0	2
<i>Sphyrna tudes</i>	12	10	22	17	13	30	0	0	2	0	0	2
<i>Stellifer microps</i>	6	13	19	19	122	141	2	13	9	0	18	12
<i>Stellifer rastrijer</i>	54	61	115	3187	10335	13522	20	3	10	6	8	127
<i>Sternarchella sp.</i>	15	5	20	45	34	79	13	7	19	712	12136	674
<i>Trachinotus carolinus</i>	1	0	1	1	0	1	0	1	0	61	18	0
<i>Trachinotus cayanensis</i>	3	0	3	3	0	3	0	1	0	0	1	0
<i>Trichinurus lepturus</i>	30	21	51	373	131	504	2	27	22	8	263	233
<i>Urotrygon microphthalmus</i>	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0