



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

LENY CLAUDIA PENHA DE LIMA

**ECOLOGIA DA ICTIOFAUNA DE TRÊS CANAIS DE MARÉ DA BAÍA DE SÃO
MARCOS, MA, BRASIL**

São Luís

2013

LENY CLAUDIA PENHA DE LIMA

**ECOLOGIA DA ICTIOFAUNA DE TRÊS CANAIS DE MARÉ DA BAÍA DE SÃO
MARCOS, MA, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Maranhão como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação em Ecossistemas de Transição.

Orientador: Nivaldo Magalhães Piorski

Área de Concentração: Biodiversidade

Linha de Pesquisa: Diversidade Animal e Vegetal de Áreas de Transição.

São Luís

2013

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Penha de Lima, Leny Claudia.

ECOLOGIA DA ICTIOFAUNA DE TRÊS CANAIS DE MARÉ DA BAÍA
DE SÃO MARCOS, MARANHÃO - BRASIL / Leny Claudia Penha de
Lima. - 2013.

58 f.

Orientador(a): Nivaldo Magalhães Piorski.

Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciencias Biologicas,
Universidade Federal do Maranhão, Sao Luis, 2013.

1. Canais de maré. 2. Estuários tropicais. 3. Golfão
Maranhense. 4. Guildas ecológicas. 5. Guildas tróficas.
I. Magalhães Piorski, Nivaldo. II. Título.

LENY CLAUDIA PENHA DE LIMA

**ECOLOGIA DA ICTIOFAUNA DE TRÊS CANAIS DE MARÉ DA BAÍA DE SÃO
MARCOS, MA, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Maranhão como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação em Ecossistemas de Transição.

Apresentada: em 30 de outubro de 2013.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Nivaldo Magalhães Piorski (Orientador)
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Jorge Luiz Silva Nunes (Membro titular)
Universidade Federal do Maranhão

Prof^a. Dr^a. Zafira da Silva de Almeida (Membro titular)
Universidade Estadual do Maranhão

Aos meus pais, Salvador José de Lima (in
memoriam) e Maria Reis Penha de Lima...
alicerces de minha vida...
Amo vocês!

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelos desafios, pela proteção e pelo “plano B” ter dado certo.

Este trabalho não seria possível sem a contribuição de pessoas que me ajudaram em vários momentos durante a sua realização. Dessa forma, agradeço:

Ao Prof. Drº. Nivaldo Piorski por ter aceitado me orientar (com aquele barrigão), pela paciência, pelos ensinamentos e por ter me ajudado muito, muito durante esses dois anos e meio. De coração... meu muito obrigada!

Ao Prof. Drº. Jorge Nunes e ao Prof. Drº. Luís Fernando Costa Carvalho pelas contribuições durante a elaboração desse trabalho.

A todos os professores do Curso de mestrado em Biodiversidade e Conservação - PPGBC, pelos ensinamentos e incentivo durante o curso.

Aos professores doutores que constituem a banca avaliadora: Profª. Drª. Zafira Silva de Almeida - Professora Titular do Departamento de Oceanografia – UEMA e Prof. Drº. Jorge Luiz Silva Nunes - Centro de Ciências Agrárias – UFMA pelos valiosos comentários.

À coordenação do Mestrado, na pessoa da Profa. Drª. Gilda Vasconcelos, pela acolhida e incentivos recebidos durante o decorrer do Curso de Mestrado.

À secretaria do PPGBC, na pessoa da Sra. Ana Lúcia, sempre disposta a atender e ajudar com presteza.

Aos meus pais, Salvador e Maria Reis por serem peças-chave em minha vida. Obrigada pelos investimentos em minha formação, pela vibração com cada vitória, por me ajudar a levantar em cada queda e, principalmente por cuidarem de Maria Alice nos momentos em que estive ausente... Sem vocês, nada seria.

Aos meus irmãos por estarem sempre comigo em todos os momentos, me ajudando e incentivando, em especial a Lú, minha maninha de todas as horas.

Ao meu esposo e companheiro, Antonio (Tony), por todo o incentivo.

Ao amor da minha vida, minha filha Maria Alice que hoje nada entenderá dessas palavras, mas no amanhã perceberá que sua presença sempre me incentivou e fortaleceu. Te amo!

À família Borges Baltazar, em especial à Lindalva, Rosa Altiva e Rosa Lúcia que ajudaram nos cuidados com Maria Alice nos momentos em que estive ausente.

À Edna Maria pela disponibilidade, pela ajuda e pelas palavras de incentivo.

À minha amiga Aline Castro pelo incentivo, pela preciosa indicação de orientação e pela ajuda no decorrer do curso.

À Glínia, pela amizade, que vai além do curso... pela ajuda e palavras de incentivo.

Aos demais amigos do mestrado com quem compartilhei momentos de descontração e preocupações, em especial a Ana Luísa e aos “peixólogos” Ubiratan e Iranir.

À Fundação Pró-Vida pelo aporte financeiro.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADA!!

RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise espacial da diversidade de peixes da baía de São Marcos, norte do Maranhão, além de utilizar a abordagem de guildas para a descrição das assembleias ictiofaunísticas. Esta abordagem possibilita um conhecimento mais claro do papel das espécies em seus habitats, e permite a comparação com outros ambientes. A ictiofauna foi amostrada em três canais de maré, estando dois localizados na ilha de São Luís e outro na ilha dos Caranguejos. Os peixes foram coletados utilizando-se redes de tapagem e espera, mantidos em gelo e imediatamente transportados para o laboratório. Foram identificadas 59 espécies, distribuídas em 10 ordens e 26 famílias, correspondendo a um total de 19.910 indivíduos. A família Ariidae destacou-se como mais especiosa, sendo *Sciades herzbergii* a mais abundante em todos os pontos de amostragem. O Índice de Importância Relativa (IRI) definiu como espécies dominantes *Sciades herzbergii*, *Anableps anableps*, *Colomesus psittacus* e *Cathorops spixii*. Os estimadores de riqueza indicaram que as comunidades são bastante heterogêneas, com elevada participação de espécies raras em relação ao número de espécies abundantes. Os maiores valores para os estimadores de diversidade foram observados no canal de maré Tronco, localizado na Ilha dos Caranguejos, ocorrendo diferenças significativas na participação relativa das espécies na composição das comunidades entre este e os demais estuários estudados na Ilha de São Luís. *Sciades herzbergii*, *Anableps anableps*, *Cathorops spixii*, *Notarius bonillai* e *Mugil curema* foram as espécies que mais contribuíram para a dissimilaridade entre as áreas. Considerando todas as áreas de amostragem, as espécies estuarinas apresentaram maior índice de contribuição para a composição das assembleias de peixes, representando 46% do total, padrão frequentemente observado em estuários tropicais. No que diz respeito aos grupos tróficos, os zoobentívoros representaram 53% do total de indivíduos em todas as áreas estudadas; onívoros e herbívoros foram as categorias menos abundantes em todos os canais de maré estudados. Os resultados indicam alterações na estrutura das assembleias de peixes estuarinos, quando comparados com estudos anteriores realizados na região.

Palavras-chave: Canais de maré. Estuários tropicais. Golfão Maranhense. Guildas ecológicas. Guildas tróficas.

ABSTRACT

This paper presents a spatial analysis of fish diversity of the Bay of São Marcos, in northern Maranhão, besides using a guild approach to the description of the ichthyofauna assemblies. This approach enables a clearer understanding of the role of species in their habitats, and allows comparison with other environments. The ichthyofauna was sampled in three tidal channels, with two of them located on the island of São Luís and another on Crab Island. Fish were collected using weir and waiting nets, kept on ice and immediately transported to the laboratory. 59 species were identified, distributed to 10 orders and 26 families, representing a total of 19,910 individuals. The *Ariidae* family stood out as most specious *Sciades herzbergii* being the most abundant at all sampling points. The Index of Relative Importance (IRI) defined as dominant species *Sciades herzbergii*, *Anableps anableps*, *Colomesus psittacus* and *Cathorops spixii*. The richness estimators indicated that communities are quite heterogeneous, with high participation of rare species in relation to the number of abundant species. The highest values for diversity estimators were observed in tidal channel Tronco, located on the island of Carangueijos, there are significant differences in the relative contribution of species in community composition between this and other estuaries studied on the island of São Luís. *Sciades herzbergii*, *Anableps anableps*, *Cathorops spixii*, *Notarius bonillai* and *Mugil curema* were the species that contributed most to the dissimilarity between areas. Considering all sampling areas, estuarine species had higher contribution to the composition of fish assemblages, representing 46% of the total pattern frequently observed in tropical estuaries. With respect to trophic groups, zoobentívoros accounted for 53% of all individuals in the study area; omnivores and herbivores were less abundant in all categories tidal channels studied. The results indicate changes in the structure of assemblies of estuarine fish when compared with previous studies in the region.

Keywords: Tidal channels. Tropical estuaries. Golfão Maranhense. Ecological guilds. Trophic guilds.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Capítulo 1

Figura 1 - Canais de maré da Baía de São Marcos utilizados para amostragem da ictiofauna	18
Figura 2 - Estaqueamento de varas para sustentação da rede de tapagem	19
Figura 3 - Pescadores com rede de espera em atividade	20
Quadro 1 - Espécies de peixes identificadas em canais de maré da baía de São Marcos durante o presente estudo.....	23
Figura 4 - Espécies ranqueadas por ordem de abundância nos canais de maré da baía de São Marcos.....	28
Figura 5 - Participação relativa das espécies mais abundantes na captura total nos canais de maré amostrados na baía de São Marcos	29
Figura 6 - Curva de rarefação das comunidades de peixes nos estuários estudados	31

Capítulo 2

Figura 1 - Canais de maré da Baía de São Marcos utilizados para amostragem da ictiofauna	43
Figura 2 - Estaqueamento de varas para sustentação da rede de tapagem	44
Figura 3 - Pescadores com rede de espera em atividade	45
Quadro 1 - Categorias tróficas identificadas nas assembleias de peixes em três estuários da baía de São Marcos	47
Quadro 2 - Categorias ecológicas identificadas nas assembleias de peixes em três estuários da baía de São Marcos	47
Figura 4 - Índice de importância relativa para a composição das assembleias de peixes nas áreas amostradas referente à guildas ecológicas	50
Figura 5 - Índice de importância relativa para a composição das assembleias de peixes nas áreas amostradas, referente à guildas tróficas	50
Figura 6 - Dendrograma da análise de agrupamento demonstrando similaridade dos sistemas estuarinos estudados, referente à guildas ecológicas	51
Figura 7 - Dendrograma da análise de agrupamento demonstrando similaridade dos sistemas estuarinos estudados, referente à guildas tróficas.	53

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1 - Participação relativa de famílias, gêneros e espécies por ordens identificadas em canais de marés da Baía de São Marcos	25
Tabela 2 - Distribuição numérica e percentual de gêneros e espécies para cada família amostrada em canais de maré da baía de São Marcos	26
Tabela 3 - Valores de riqueza para as localidades amostradas, estimadas pelos métodos CHAO1-bc, ACE e Jackknife com seus respectivos intervalos de confiança	27
Tabela 4 - Resultados do teste de Kolmogorov-Smirnov para comparação par-a-par das distribuições de abundância das localidades amostradas.....	28
Tabela 5 - Distribuição espacial das espécies dominantes entre as seis estações de amostragem na Baía de São Marcos	30
Tabela 6 - Índices de diversidade nos canais de maré da baía de São Marcos	31
Tabela 7 - Resultados da ANOSIM entre áreas monitoradas	32
Tabela 8 - Contribuição das espécies para as dissimilaridades reveladas pela ANOSIM	32

Capítulo 2

Tabela 1 - Índice de Importância Relativa (IRI) das espécies mais abundantes nos canais de maré estudados.....	49
Tabela 2 - Dissimilaridades entre as guildas ecológicas em nível de 70% nas áreas estudadas.....	52
Tabela 3 - Dissimilaridades entre as guildas ecológicas em nível de 80% nas áreas estudadas.....	52
Tabela 4 - Dissimilaridades entre as guildas tróficas em nível de 75% nas áreas estudadas.....	54
Tabela 5 - Dissimilaridades entre as guildas tróficas em nível de 84% nas áreas estudadas.....	54
Tabela 6 - Dissimilaridades entre as guildas tróficas em nível de 88% nas áreas estudadas.....	54

LISTA DE SIGLAS

AF	Anfidromas
AN	Anádromas
ANOSIM	Análise de Similaridade
ANOVA	Análise de Variância
APA	Área de Proteção Ambiental
BA	Buenos Aires
BAC	Buenos Aires Cabeceira
BACC	Buenos Aires cabeceira chuvoso
BACE	Buenos Aires cabeceira estiagem
BAF	Buenos Aires Foz
BAFC	Buenos Aires foz chuvoso
BAFE	Buenos Aires foz estiagem
C	Cabeceira
CA	Catádromas
CV	Coeficiente de Variação
CVrara	Coeficiente de Variação para o Grupo de Espécies Raras
EE	Espécies Estuarinas
F	Foz
G	Grupo
IR	Irinema
IRC	Irinema Cabeceira
IRCC	Irinema cabeceira chuvosos
IRCE	Irinema cabeceira estiagem
IRF	Irinema Foz
IRFC	Irinema foz chuvoso
IRFE	Irinema foz estiagem
IRI	<i>Index of Relative Importance</i>
MD	Migrantes de Água Doce
MM	Marinhos Migrantes
MV	Marinhos Vagantes
N	Número de Indivíduos
NPMANOVA	Análise de Variância Multivariada Não Paramétrica

SOBS	Riqueza Observada
TR	Tronco
TRC	Tronco Cabeceira
TRCC	Tronco cabeceira chuvoso
TRCE	Tronco cabeceira estiagem
TRF	Tronco Foz
TRFC	Tronco foz chuvoso
TRFE	Tronco foz estiagem
UFMA	Universidade Federal do Maranhão
VD	Vagantes de Água Doce

SUMÁRIO

CAPÍTULO I: DIVERSIDADE E ABUNDÂNCIA DE ASSEMBLEIAS DE PEIXES EM ÁREAS ESTUARINAS NA BAÍA DE SÃO MARCOS, NORDESTE DO BRASIL	13
INTRODUÇÃO	15
MATERIAL E MÉTODOS	17
Descrição da área de estudo	17
Métodos de amostragem	18
Análise de dados	21
Riqueza	21
Abundância	21
Diversidade	21
RESULTADOS	22
Riqueza de espécies	22
Abundância das espécies de peixes	27
Diversidade e similaridade	30
DISCUSSÃO	32
REFERÊNCIAS	35
CAPÍTULO II: ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE PEIXES EM ÁREAS ESTUARINAS NA BAÍA DE SÃO MARCOS, NORDESTE DO BRASIL	39
INTRODUÇÃO	41
MATERIAL E MÉTODOS	42
Descrição da área de estudo	42
Métodos de amostragem	44
Análise de dados	46
RESULTADOS	49
DISCUSSÃO	54
REFERÊNCIAS	57

CAPÍTULO I: DIVERSIDADE E ABUNDÂNCIA DE ASSEMBLEIAS DE PEIXES EM ÁREAS ESTUARINAS NA BAÍA DE SÃO MARCOS, NORDESTE DO BRASIL

Diversidade e Abundância de assembleias de peixes em áreas estuarinas na baía de São Marcos, nordeste do Brasil.

Leny Claudia Penha de Lima¹; Nivaldo Magalhães Piorski ¹

¹Universidade Federal do Maranhão Departamento de Biologia. Av. dos Portugueses s/n, Campus do Bacanga, CEP 65080-040 São Luís- MA, Brasil. lenyclaudiapl@gmail.com

¹ [nivaldopiorski@yahoo.com.br]

ABSTRACT

This assignment establishes a spatial analysis of the distribution of fish diversity from São Marcos bay, northern Maranhão. The area was sampled in three streams, with two located in São Luís island and another in Caranguejos island. The fish were collected using seine nets and weir-type traps, kept on ice and immediately transported to the laboratory. 59 species were identified, distributed in 10 orders and 26 families, totalizing 19.910 individuals. The Ariidae family stood out as the most specious one, with *Sciades herzbergii* the most abundant in all the sample areas. The richness estimators indicated that the communities are quite heterogeneous, with high participation of rare species related to the number of abundant species. The bigger values to the diversity estimators were observed in tidal channel Tronco, located at Caranguejos island, occurring significant differences in the relative participation of species in communities composition between this and the other estuaries studied at São Luís island. *Sciades herzbergii*, *Anableps anableps*, *Cathorops spixii*, *Notarius bonillai* and *Mugil curema* were the species that contributed the most to the dissimilarity between the areas. The

results indicate alterations on estuarine fish assemblage structure, when compared with previous studies conducted at the region.

Keywords: Equatorial Amazone. Fish ecology. Golfão Maranhense. Tidal channels.

RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise espacial da diversidade de peixes da baía de São Marcos, norte do Maranhão. A ictiofauna foi amostrada em três canais de maré, estando dois localizados na ilha de São Luís e outro na ilha dos Caranguejos. Os peixes foram coletados utilizando-se redes de tapagem e espera, mantidos em gelo e imediatamente transportados para o laboratório. Foram identificadas 59 espécies, distribuídas em 10 ordens e 26 famílias, correspondendo a um total de 19.910 indivíduos. A família Ariidae destacou-se como mais especiosa, sendo *Sciades herzbergii* a mais abundante em todos os pontos de amostragem. Os estimadores de riqueza indicaram que as comunidades são bastante heterogêneas, com elevada participação de espécies raras em relação ao número de espécies abundantes. Os maiores valores para os estimadores de diversidade foram observados no canal de maré Tronco, localizado na Ilha dos Caranguejos, ocorrendo diferenças significativas na participação relativa das espécies na composição das comunidades entre este e os demais estuários estudados na Ilha de São Luís. *Sciades herzbergii*, *Anableps anableps*, *Cathorops spixii*, *Notarius bonillai* e *Mugil curema* foram as espécies que mais contribuíram para a dissimilaridade entre as áreas. Os resultados indicam alterações na estrutura das assembleias de peixes estuarinos, quando comparados com estudos anteriores realizados na região.

Palavras-chave: Amazônia Equatorial. Canais de maré. Ecologia de peixes. Golfão Maranhense.

INTRODUÇÃO

Estuários são zonas de transição onde rios encontram o mar, ocasionando mudança constante na salinidade. Por isso, devem ser tratados como um *continuum* natural do rio para o mar sem limites bem definidos (WOŁOWICZ; SOKOŁOWSKI; LASOTA, 2007). Em média, as águas estuarinas são biologicamente mais produtivas do que as do rio e do oceano adjacente, devido às características hidrodinâmicas da circulação que, aprisionando nutrientes, algas e plantas, estimulam a produtividade (MIRANDA; CASTRO; KJERFVE, 2002). As condições fisiográficas e geográficas da costa Maranhense contribuem de forma positiva para a existência de uma ictiofauna diversificada. Sendo uma região de transição, os ambientes estuarinos apresentam variações sazonais e também diurnas em seus parâmetros ambientais como temperatura, salinidade e maré, ocasionando mudanças na produtividade primária (FLORES-VERDUGO et al., 1990) e consequentemente, na composição ictiofaunística (BLABER; BREWER; SALINI, 1995; MORRISON et al., 2002; OLIVEIRA NETO et al., 2004).

A baía de São Marcos, área deste estudo, caracteriza-se por uma hidrodinâmica regida pelo sistema de marés semi-diurnas (duas preamares e duas baixa-mares por dia lunar com intervalos proporcionais de cerca de 6h) (SANTOS; CARVALHO, 2004), com amplitudes de marés bem acentuadas, que podem chegar a 8 metros nas marés de sizígia (RAMOS; CASTRO, 2004). Suas águas pardas denotam uma alta concentração de material em suspensão (silte e argila) (MOCHEL et al., 2004) que também contribui com o elevado aporte de material orgânico para a região estuarina, característica que favorece o processo de nutrição dos peixes (SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE, 1983).

O estudo de comunidades de peixes estuarinos tem recebido a atenção de pesquisadores, pelo fato destes ecossistemas apresentarem uma grande variedade e abundância de peixes, se tornando uma fonte de obtenção de alimento para as populações humanas (YAÑEZ-ARANCIBIA, 1985) e por muitas espécies de interesse comercial dependerem dos estuários para completar seu ciclo de vida.

Nos estuários, os peixes representam cerca de 99% das espécies nectônicas e desempenham um importante papel ecológico, seja conduzindo energia dos níveis tróficos inferiores para os superiores, trocando energia com os ecossistemas vizinhos e/ou armazenando energia através das espécies que penetram nestes sistemas, passando grande parte de suas vidas (BLABER, 2000). As comunidades de peixes estuarinos mudam

constantemente. No entanto, sua estrutura básica pode apresentar-se relativamente estável, ou mesmo previsível. Esta estabilidade resulta de diversos fatores tais como a distribuição regular de espécies ao longo dos gradientes ambientais (salinidade, temperatura, etc.), as migrações sazonais, e a relativa dominância de poucas espécies que apresentam grande mobilidade em sua posição na cadeia trófica (McERLEAN et al., 1973; BLABER; BLABER, 1980; WHITFIELD, 1999; PATERSON; WHITFIELD, 2000).

Os ambientes estuarinos são muito dinâmicos e apresentam rápidas mudanças físicas e químicas, em períodos que vão desde as estações do ano aos ciclos diários das marés, fazendo com que os peixes sofram grandes pressões fisiológicas (YAÑEZ-ARANCIBIA, 1985). Assim, a estrutura da ictiofauna responde a numerosos fatores ambientais, que provocam esta dinâmica, influenciando na distribuição espacial. Tais fatores incluem: regime de pluviosidade, geomorfologia do estuário, dinâmica da maré, transparência da água, qualidade e tipo de matéria orgânica, velocidade das correntes e disponibilidade dos recursos alimentares (CAMARGO; ISAAC, 2003).

Ainda que exista uma homogeneidade aparente na costa setentrional do norte da América do Sul, sabe-se muito pouco acerca dos limites de distribuição espacial da ictiofauna estuarina ao longo da costa norte do Brasil (CAMARGO; ISAAC, 2001). Na costa do Maranhão os estudos se concentram na ilha de São Luís, formada pelas baías de São Marcos e São José. No litoral nordeste do Pará destaca-se o rio Caeté, no município de Bragança, como o mais estudado da região (HERCOS, 2006). Nele foram realizadas algumas pesquisas de inventariamento da ictiofauna. Capitulando os dados disponíveis, a ictiofauna da costa norte do Brasil conta com, pelo menos, 303 espécies de 86 famílias. Das espécies com registros de ocorrências, 99 foram registradas exclusivamente para a região das reentrâncias maranhense-paraense e 90 espécies são exclusivas da região da foz do Amazonas e litoral do Amapá (CAMARGO; ISAAC, 2001).

Giarrizzo e Krumme (2008) analisaram os dados disponíveis para manguezais em um trecho de 500 km na costa norte do Brasil e observaram que apesar da dominância das mesmas famílias, havia diferenças nas composições das assembleias de cada local estudado. Em uma escala menor, Carvalho-Neta e Castro (2008) sugeriram que as diferenças observadas nos índices de diversidade em estuários da ilha dos Caranguejos pudessem estar associadas às distâncias de cada igarapé em relação à desembocadura do rio Mearim. Até o momento, porém, nenhum estudo foi realizado comparando as assembleias de peixes no Golfão Maranhense presentes em estuários mais internos e externos.

Levantamentos da fauna regional são de grande importância para um melhor entendimento da estrutura, funcionamento e variabilidade de um ecossistema, conferindo requisito fundamental na promoção de programas de monitoramento ambiental, além de funcionarem como base para a conservação da biodiversidade. Qualquer projeto que esteja ligado ao uso sustentável ou à conservação requer conhecimentos prévios de sistemática e ecologia da biota e entendimento das variáveis ao nível dos ecossistemas (SCOTT et al., 1987; SANTOS et al., 2000).

Este trabalho apresenta uma análise espacial da diversidade e abundância de comunidades de peixes de estuários da baía de São Marcos com o objetivo de contribuir para o conhecimento da ictiofauna da região e, ao mesmo tempo, testar a hipótese de que a diversidade entre áreas estuarinas interna e externa da baía são diferentes.

MATERIAL E MÉTODOS

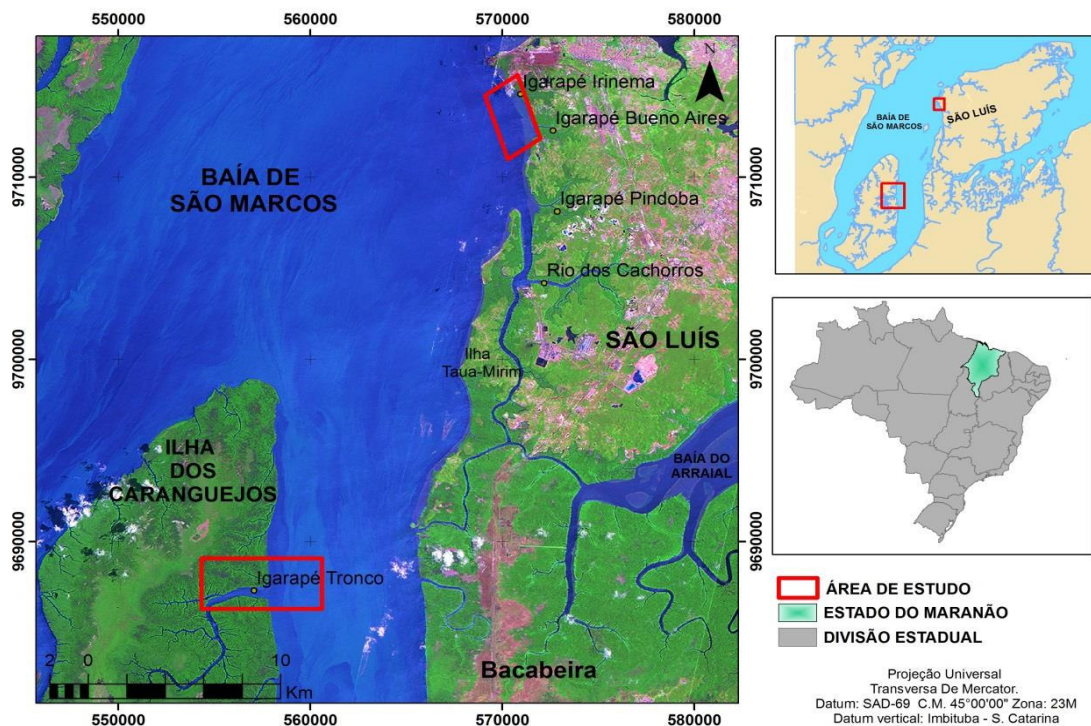
Descrição da área de estudo

A Ilha dos Caranguejos localiza-se na Baía de São Marcos entre as coordenadas 3°2'18" - 02°42'25"S e 44°40'25" - 44°26'46"W, sob influência do Rio Mearim, sendo classificada como uma área de “médio estuário” em que a salinidade se distribui na faixa de 5 - 25‰ e a amplitude de maré pode atingir 7,5 m (Figura 1). Em associação com 22 municípios da Baixada Maranhense, faz parte de uma Área de Proteção Ambiental (APA) criada pelo Governo do Estado do Maranhão, através do decreto nº 11.900 de 05 de outubro de 1991. Juridicamente, essa Ilha faz parte do município de Cajapió, é inabitada e apresenta uma área de 345 km² num perímetro de 166 km, com geomorfologia típica da Baixada Litorânea (UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO, 2003). Nesta ilha foi amostrado o igarapé Tronco, um canal de maré localizado no braço direito do rio Mearim.

Os canais de maré Buenos Aires (BA) (02°35'55"S e 44°20'58"W) e Irinema (02°34'53"S e 44°21'48"W) estão localizados na porção mais externa da Baía de São Marcos, nas imediações da região portuária da Ilha do Maranhão, onde a salinidade é cerca de 35‰. O canal de maré Buenos Aires possui área de 8,5 km² com um perímetro estuarino estimado de 17,2 km, ao passo que o Irinema ocupa área de 4,1 km² com um perímetro estuarino de 9,6 km. Estudos recentes sugerem que as bacias destes estuários sofreram redução de escoamento de base resultante de alterações nos padrões de cobertura vegetal pela ação antrópica do entorno. Entretanto, boa parte destes efeitos são minimizados pela grande extensão do

perímetro estuarino que possibilita elevada renovação hídrica representado pelo ciclo diário das marés em várias ordens de grandeza maior do que o volume associado com o escoamento oriundo de drenagem terrestre. Os valores de renovação hídrica diária no canal de maré Buenos Aires pode variar de 1.464.237 m³ durante a preamar de quadratura a 5.013.020 m³ durante a preamar de sizígia, enquanto que no Irinema esses volumes são da ordem de 274.535 a 1.841.317 m³ (DIFERENCIAL ENERGIA EMPREENDIMENTOS E PARTICIPAÇÃO, 2008).

Figura 1 - Canais de maré da Baía de São Marcos utilizados para amostragem da ictiofauna



Métodos de amostragem

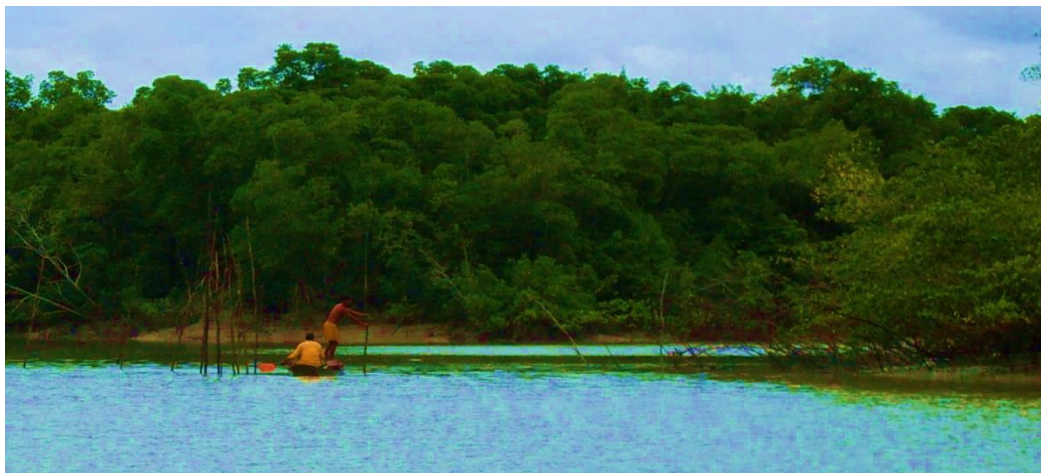
Os dados obtidos foram provenientes de capturas realizadas trimestralmente entre abril de 2010 e junho de 2012 em dois pontos (cabeceira e foz) de cada canal de maré estudado.

Os peixes foram coletados utilizando-se redes de tapagem e de espera. As redes de tapagem são aparelhos de pesca fixos com comprimento variando de 100 a 200 metros que tem como finalidade fechar o igarapé na preamar para recolher os peixes que margeiam o

mangue ou que penetram parcialmente nele. Apresentam um curral (engano) que tem na sua entrada duas varas com uma distância de no mínimo 50 cm entre si, com a finalidade de impedir a saída dos animais capturados. O tamanho da malha é de 2 cm entre nós para as bocas e corpo das enseadas e de 1 cm entre nós para o engano, enquanto que a altura varia de 4 a 5 m, ficando geralmente 1 m acima da água na preamar.

As redes são sustentadas por varas de mangues fincadas no leito e seguras por uma corda que atravessa o igarapé, a qual é amarrada nas margens do manguezal (Figura 2). Durante a baixa-mar as redes são posicionadas próximo ao substrato, estando completamente “fechadas”. Na estofa de preamar a rede é suspensa, retendo os peixes que saem do manguezal acompanhando a maré vazante. A despesca ocorre na baixa-mar, sendo necessários três pescadores e uma canoa para realizar toda a operação. O período entre a suspensão da rede e o recolhimento desta varia entre 4 e 6 horas.

Figura 2 - Estaqueamento de varas para sustentação da rede de tapagem



Fonte: Foto de N.M. Piorski

A rede de espera é um dos equipamentos mais utilizados para amostragem em ictiologia, pois é altamente seletiva. São confeccionadas com fios de náilon e dotadas de linha de boia e chumbada balanceadas de modo que ela se mantenha estendida uniformemente quando colocada na água. A alta seletividade da rede de espera será contrabalanceada pela baixa seletividade da rede de tapagem. Nas campanhas de amostragem foram utilizadas redes com tamanhos de malhas de 2 cm, 4 cm e 6 cm entre nós (Figura 3).

O equipamento de pesca foi instalado em quatro locais de amostragem, distribuídos da seguinte forma: dois no Igarapé Buenos Aires e dois no Igarapé Irinema

Grande. As redes de espera ficaram armadas durante o período em que se executa a operação com as redes de tapagem, correspondendo a um esforço amostral total para cada local de amostragem, em cada campanha, de aproximadamente 60 horas. Além destes, dois locais de amostragem foram instalados na Ilha dos Caranguejos (Igarapé Tronco). Esta área foi definida como controle, pois está localizada na mesma baía dos igarapés e, portanto, teoricamente apresenta características físicas e químicas similares.

Figura 3 - Pescadores com rede de espera em atividade



Fonte: Foto de N.M. Piorski

A definição dos pontos de coleta segue, grosso modo, a metodologia RAPELD para estabelecimento de parcelas amostrais em ambiente aquático. A aplicação exata deste modelo não é possível para a região alvo, pois a área é pequena, inviabilizando o estabelecimento de grandes parcelas. Assim, uma vez que os igarapés são de pequena extensão (<2 Km), os pontos para coleta de peixes foram definidos levando em consideração o princípio de conectividade, de modo que mais de dois pontos nos maiores igarapés (Buenos Aires e Irinema Grande) são desnecessários, pois resultariam em sobreposição amostral.

Os peixes coletados foram mantidos em gelo e imediatamente transportados para laboratório. Após coleta de informações biológicas, exemplares-testemunho foram fixados em formalina 10% e depositados na Coleção de Peixes do Departamento de Oceanografia e Limnologia da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). As espécies foram identificadas com o uso de chaves dicotômicas, literatura especializada e consulta a especialistas.

Análise de dados

Riqueza

Os estimadores de riqueza foram calculados a partir de uma matriz composta pelo número de indivíduos/espécie em cada localidade. Os índices CHAO1 – bc, ACE, Jackknife de primeira e segunda ordens foram obtidos no software SPADE (CHAO; SHEN, 2010). Além destes estimadores, o software retorna um valor do coeficiente de variação (CV) para o grupo de espécies raras. Este valor permite avaliar o grau de heterogeneidade para as probabilidades de detecção de espécies raras na amostra. Quando $CV=0$, todas as espécies raras têm a mesma probabilidade de serem detectadas na amostra. Para comunidades altamente heterogêneas, os autores recomendam utilizar CHAO1 como um estimador do limite inferior da riqueza local, e ACE ou ACE-1 como um estimador pontual. Para comunidades com baixa a moderada heterogeneidade, CHAO1 pode ser utilizado como um estimador pontual.

Abundância

O gráfico de Whittaker foi utilizado para avaliar os padrões de abundância das assembleias de peixes em cada local de amostragem. O gráfico foi construído a partir do $\log_{10}$ da abundância relativa de cada espécie, ordenadas da maior para a de menor abundância. Dentre as vantagens do gráfico de Whittaker, Magurran (2004) lista a facilidade e a conveniência de observação direta das riquezas entre as localidades comparadas. As diferenças entre os padrões de abundância foram avaliadas através do teste de Kolmogorov-Smirnov, utilizando a rotina implementada no software PAST (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001).

Diversidade

A diversidade foi calculada através do índice de Shannon utilizando o método de jack-knife (ROUTLEDGE, 1980; HELTSHE; FORRESTER, 1983). Este procedimento possibilita a redução de erros associados ao tamanho amostral e estima intervalos de confiança para o índice (MANLY, 1997).

Os pseudovalores gerados durante o procedimento de jack-knife foram utilizados em uma análise de variância (ANOVA) unifatorial para testar as diferenças no índice de Shannon entre as localidades. Também foi calculado o índice α de Fisher, uma vez que este é relativamente pouco afetado pelo tamanho da amostra (MAGURRAN, 2004).

Diferenças espaciais na riqueza de espécies foram comparadas através de curvas de rarefação. Este procedimento foi utilizado para fornecer uma medida robusta da diversidade de espécies em cada localidade quando rarefeitas para um mesmo tamanho amostral (HURLBERT, 1971; SIMBERLOFF, 1972).

O método ANOSIM (CLARKE; GREEN, 1988) foi utilizado para testar a hipótese nula de que a estrutura das assembleias de peixes não difere espacialmente. A estatística R produzida pela análise é definida como as diferenças entre a média de todas as similaridades ranqueadas entre as amostras replicadas dentro dos grupos, e a média das similaridades ranqueadas obtidas de todos os pares de amostras entre os grupos. Em seguida, a significância do valor de R obtido foi calculado utilizando permutações. O procedimento SIMPER (CLARKE, 1983) foi utilizado para determinar as espécies responsáveis pelas diferenças detectadas pela ANOSIM entre pares de localidades.

RESULTADOS

Riqueza de espécies

Nos estuários da baía de São Marcos foram capturados 19.910 exemplares, classificadas em 51 espécies, distribuídas em 11 ordens e 24 famílias (Quadro 1). Perciformes e Siluriformes foram as ordens com maior número de famílias, gêneros e espécies (Tabela 1). Quase 70% das espécies identificadas foram alocadas nestas categorias taxonômicas, sendo 45,3% em Perciformes e 24,5% em Siluriformes. Por outro lado, *Ariidae* foi a família com maior número de espécies e o dobro de gêneros em relação à *Sciaenidae* (Tabela 2).

Quadro 1 - Espécies de peixes identificadas em canais de maré da baía de São Marcos durante o presente estudo

Classe ELASMOBRANCHII	
Ordem Rajiformes	
Família Dasyatidae	
	<i>Dasyatis guttata</i> (Bloch & Schneider, 1801)
Classe ACTINOPTERYGII	
Ordem Elopiformes	
Família Elopidae	
	<i>Elops saurus</i> (Linnaeus, 1766)
Família Megalopidae	
	<i>Megalops atlanticus</i> (Valenciennes, 1847)
Ordem Anguilliformes	
Família Muraenidae	
	<i>Gymnothorax funebris</i> (Ranzani, 1839)
Ordem Clupeiformes	
Família Engraulidae	
	<i>Anchoa spinifer</i> (Valenciennes, 1848)
	<i>Cetengraulis edentulus</i> (Cuvier, 1829)
	<i>Lycengraulis batesii</i> (Günther, 1868)
	<i>Lycengraulis grossidens</i> (Agassiz, 1829)
	<i>Pterengraulis atherinoides</i> (Linnaeus, 1766)
Ordem Siluriformes	
Família Ariidae	
	<i>Amphiarus rugispinis</i> (Valenciennes, 1840)
	<i>Ariopsis felis</i> (Linnaeus, 1766)
	<i>Bagre bagre</i> (Linnaeus, 1766)
	<i>Cathorops spixii</i> (Agassiz, 1829)
	<i>Notarius bonillai</i> (Miles, 1945)
	<i>Sciades couma</i> (Valenciennes, 1840)
	<i>Sciades herzbergii</i> (Bloch, 1794)
	<i>Sciades passany</i> (Valenciennes, 1840)
	<i>Sciades proops</i> (Valenciennes, 1840)
Família Auchenipteridae	
	<i>Pseudauchenipterus nodosus</i> (Bloch, 1794)
Família Aspredinidae	
	<i>Aspredo aspredo</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Aspredinichthys tibicen</i> (Valenciennes, 1840)

Família Loricariidae	<i>Hypostomus verres</i> (Valenciennes, 1840)
Ordem Batrachoidiformes	
Família Batrachoididae	<i>Batrachoides surinamensis</i> (Bloch & Schneider, 1801)
Ordem Cyprinodontiformes	
Família Anablepidae	<i>Anableps anableps</i> (Linnaeus, 1758)
Ordem Beloniformes	
Família Belonidae	<i>Strongylura timucu</i> (Walbaum, 1792)
Ordem Perciformes	
Família Centropomidae	<i>Centropomus parallelus</i> (Poey, 1860) <i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792)
Família Serranidae	<i>Epinephelus itajara</i> (Lichtenstein, 1822)
Família Carangidae	<i>Oligoplites palometa</i> (Cuvier, 1832) <i>Selene vômer</i> (Linnaeus, 1758) <i>Caranx hippos</i> (Linnaeus, 1766)
Família Gerreidae	<i>Diapterus rhombeus</i> (Cuvier, 1829) <i>Eugerres plumieri</i> (Cuvier, 1830)
Família Haemulidae	<i>Genyatremus luteus</i> (Bloch, 1790)
Família Sciaenidae	<i>Cynoscion acoupa</i> (Lacepede, 1801) <i>Cynoscion jamaicensis</i> (Vaillant & Bocourt, 1883) <i>Cynoscion leiarchus</i> (Cuvier, 1830) <i>Cynoscion microlepidotus</i> (Cuvier, 1830) <i>Macrodon ancylodon</i> (Bloch & Schneider, 1801) <i>Stellifer naso</i> (Jordan, 1889) <i>Stellifer rastrifer</i> (Jordan, 1889)
Família Mugilidae	<i>Mugil liza</i> (Valenciennes, 1836) <i>Mugil curema</i> (Valenciennes, 1836) <i>Mugil incilis</i> (Hancock, 1830)

	<i>Mugil trichodon</i> Poey, 1875
Família Trichiuridae	
	<i>Trichiurus lepturus</i> (Linnaeus, 1758)
Família Stromateidae	
	<i>Peprilus paru</i> (Linnaeus, 1758)
Ordem Pleuronectiformes	
Família Achiridae	
	<i>Achirus achirus</i> (Linnaeus, 1758)
Família Cynoglossidae	
	<i>Symphurus plagusia</i> (Bloch & Schneider, 1801)
	<i>Colomesus psittacus</i> (Bloch & Schneider, 1801)
Ordem Tetraodontiformes	
Família Tetraodontidae	
	<i>Sphoeroides testudineus</i> (Linnaeus, 1758)

Tabela 1 - Participação relativa de famílias, gêneros e espécies por ordens identificadas em canais de marés da Baía de São Marcos

Ordens	Famílias		Gêneros		Espécies	
	n	%	n	%	n	%
Anguilliformes	1	3,8	1	2,439	1	1,9
Batrachoidiformes	1	3,8	1	2,439	1	1,9
Beloniformes	1	3,8	1	2,439	1	1,9
Clupeiformes	1	3,8	4	9,7561	5	9,4
Cyprinodontiformes	1	3,8	1	2,439	1	1,9
Elopiformes	2	7,7	2	4,878	2	3,8
Perciformes	11	42,3	16	39,024	24	45,3
Pleuronectiformes	2	7,7	2	4,878	2	3,8
Rajiformes	1	3,8	1	2,439	1	1,9
Siluriformes	4	15,4	10	24,39	13	24,5
Tetraodontiformes	1	3,8	2	4,878	2	3,8
TOTAL	26	100	41	100	53	100

Tabela 2 - Distribuição numérica e percentual de gêneros e espécies para cada família amostrada em canais de maré da baía de São Marcos

Famílias	Gênero		Espécies	
	n	%	n	%
Achiridae	1	2,4	1	1,9
Anablepidae	1	2,4	1	1,9
Ariidae	6	14,6	9	17,0
Aspredinidae	2	4,9	2	3,8
Auchenipteridae	1	2,4	1	1,9
Batrachoididae	1	2,4	1	1,9
Belonidae	1	2,4	1	1,9
Carangidae	3	7,3	3	5,7
Centropomidae	1	2,4	2	3,8
Cichlidae	1	2,4	1	1,9
Cynoglossidae	1	2,4	1	1,9
Dasyatidae	1	2,4	1	1,9
Elopidae	1	2,4	1	1,9
Engraulidae	4	9,8	5	9,4
Gerreidae	2	4,9	2	3,8
Gobiidae	1	2,4	1	1,9
Haemulidae	1	2,4	1	1,9
Loricariidae	1	2,4	1	1,9
Megalopidae	1	2,4	1	1,9
Mugilidae	1	2,4	4	7,5
Muraenidae	1	2,4	1	1,9
Sciaenidae	3	7,3	7	13,2
Serranidae	1	2,4	1	1,9
Stromateidae	1	2,4	1	1,9
Tetraodontidae	2	4,9	2	3,8
Trichiuridae	1	2,4	1	1,9
TOTAL	41	100	53	100

As maiores riquezas de espécies foram encontrados em Irinema-Cabeceira, Tronco-Foz e Tronco-Cabeceira. Os parâmetros estimadores de riqueza indicaram elevada heterogeneidade nas comunidades ocorrendo, dessa forma, um número alto de espécies raras em relação ao número de espécies abundantes (Tabela 3). Consequentemente, a riqueza estimada para cada uma das localidades indicou que nestas o número de espécies observadas

está abaixo dos valores esperados (Tabela 2). As maiores diferenças entre os valores observado e estimado ocorreram em Buenos Aires-Foz e Irinema-Foz, onde houve a expectativa de que cerca de 10 espécies ainda poderiam ser capturadas. Irinema-Cabeceira foi o local onde foram obtidas as menores estimativas de riqueza, estando próximas da riqueza observada.

Tabela 3 - Valores de riqueza para as localidades amostradas, estimadas pelos métodos CHAO1-bc, ACE e Jackknife com seus respectivos intervalos de confiança

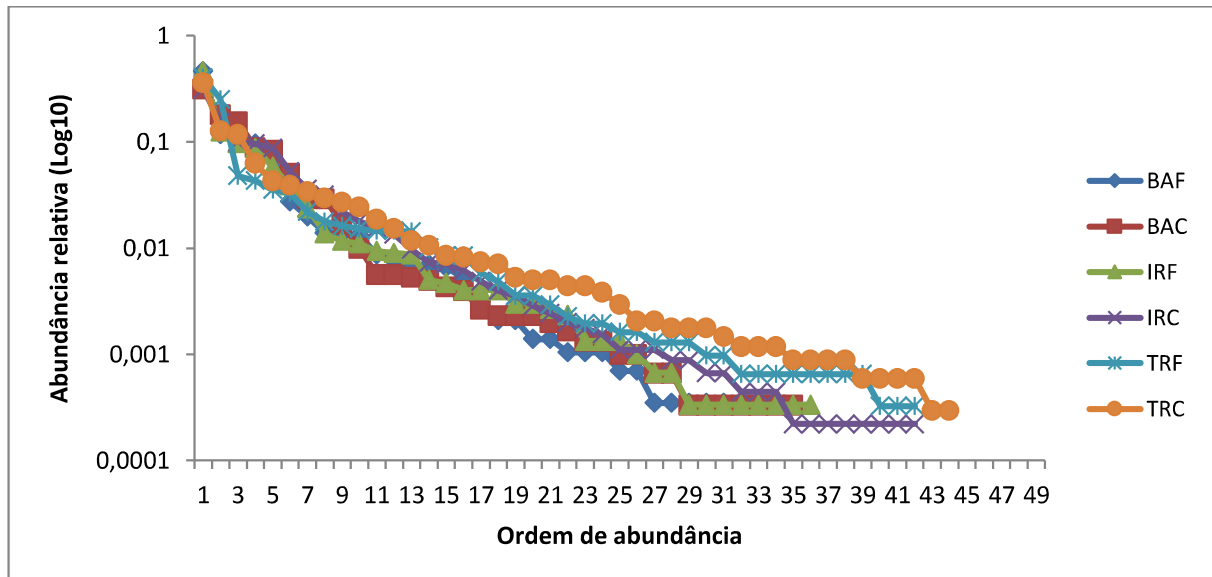
	BAF	BAC	IRF	IRC	TRF	TRC
N	2.866	3.042	3.032	4.534	3.075	3.392
Sobs	34	33	36	42	41	44
CVrara	1,01	0,72	0,87	0,72	0,86	0,73
CHAO1-bc	43,3 ± 8,9 (35,9-79,0)	36,3 ± 4,1 (33,5-55,1)	43,0 ± 7,1 (37,3-72,5)	43,3 ± 1,7 (42,2-51,5)	42,9 ± 2,3 (41,3-53,0)	46,5 ± 3,2 (44,4-61,0)
ACE	46,0 ± 8,5 (37,4-75,8)	36,8 ± 3,3 (33,8-49,6)	43,2 ± 5,4 (38,0-62,7)	46,0 ± 3,3 (43,0-59,0)	47,3 ± 4,7 (42,7-64,1)	48,1 ± 3,4 (45,0-61,0)
Jackknife1	42,0 ± 4,0 (37,2-54,2)	38,0 ± 3,2 (34,6-48,6)	43,0 ± 3,7 (38,6-54,7)	47,0 ± 3,2 (43,6-57,6)	47,0 ± 3,5 (43,1-58,2)	49,0 ± 3,2 (45,6-59,6)
Jackknife2	48,0 ± 6,9 (39,6-69,0)	41,0 ± 5,5 (35,4-60,0)	48,0 ± 6,5 (40,5-68,3)	45,0 ± 5,5 (42,3-74,2)	46,0 ± 6,0 (41,8-72,8)	51,0 ± 5,5 (45,8-71,1)

Número de indivíduos (N), Riqueza observada (Sobs), Coeficiente de variação para o grupo de espécies raras (CVrara), Buenos Aires Foz (BAF), Buenos Aires Cabeceira (BAC), Irinema Foz (IRF), Irinema Cabeceira (IRC), Tronco Foz (TRF), Tronco Cabeceira (TRC).

Abundância das espécies de peixes

Os estuários amostrados apresentaram padrões de abundância similares (Figura 4, Tabela 4). De modo geral, o maior número de indivíduos na comunidade esteve concentrado em cinco ou sete espécies havendo, portanto, elevada participação de espécies raras na amostra. Entretanto, na foz do canal de maré Tronco houve maior participação de espécies raras do que nas demais áreas. Por outro lado, na cabeceira do canal de maré Buenos Aires foram observados os menores números de indivíduos das espécies raras. Estes padrões foram ressaltados pelo teste de Kolmogorov-Smirnov que detectou diferença significativa entre as curvas de dominância das áreas BAF e TRC.

Figura 4 - Espécies ranqueadas por ordem de abundância nos canais de maré da baía de São Marcos



Buenos Aires Foz (BAF), Buenos Aires Cabeceira (BAC), Irinema Foz (IRF), Irinema Cabeceira (IRC), Tronco Foz (TRF), Tronco Cabeceira (TRC).

Tabela 4 - Resultados do teste de Kolmogorov-Smirnov para comparação par-a-par das distribuições de abundância das localidades amostradas

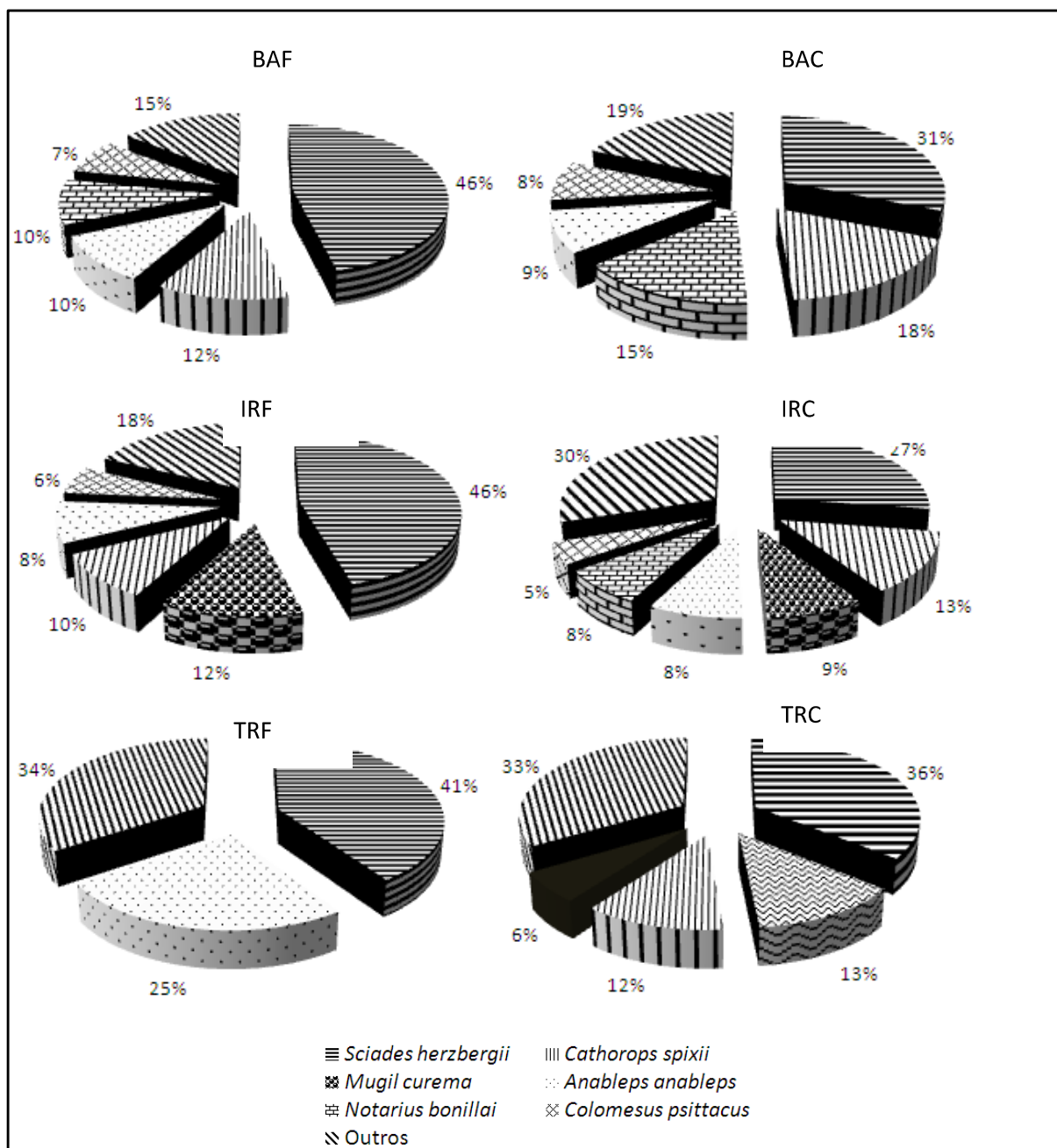
	BAF	BAC	IRF	IRC	TRF	TRC
BAF	-	0,09	0,11	0,25	0,2	0,3
BAC	ns	-	0,91	0,2	0,18	0,25
IRF	ns	ns	-	0,18	0,14	0,23
IRC	ns	ns	ns	-	0,11	0,2
TRF	ns	ns	ns	ns	-	0,18
TRC	0,02	ns	ns	ns	ns	-

Valores de D acima da diagonal e significância abaixo da diagonal. Buenos Aires Foz (BAF), Buenos Aires Cabeceira (BAC), Irinema Foz (IRF), Irinema Cabeceira (IRC), Tronco Foz (TRF), Tronco Cabeceira (TRC).

Sciades herzbergii foi a mais abundante nos três canais de maré estudados (Figura 5). As maiores abundâncias relativas desta espécie ocorreram nas fozes dos canais de maré, onde contribuiu com mais de 40% para o total de indivíduos capturados em cada área. Três espécies se destacaram com a segunda maior abundância: *Cathorops spixii*, *Anableps anableps* e *Mugil curema*. A primeira teve maior participação relativa em três pontos de amostragem (BAF, BAC e IRC). Somente em TRF, *C. spixii* contribuiu com menos de 5% do

total. *Anableps anableps* foi a segunda mais abundante no canal de maré Tronco, sempre estando entre as quatro mais numerosas nas demais áreas de amostragem. Na foz do canal Tronco esta espécie, juntamente, com *S. herzbergii*, correspondeu a cerca de 70% do total de indivíduos amostrados. *Mugil curema*, por sua vez, teve participação significativa apenas no canal de maré Irinema, sendo a segunda mais capturada na foz deste estuário.

Figura 5 - Participação relativa das espécies mais abundantes na captura total nos canais de maré amostrados na baía de São Marcos



Buenos Aires Foz (BAF), Buenos Aires Cabeceira (BAC), Irinema Foz (IRF), Irinema Cabeceira (IRC), Tronco Foz (TRF), Tronco Cabeceira (TRC).

Em todos os pontos de amostragem, as demais espécies contribuíram com pequeno número de indivíduos. De modo geral, a participação relativa destas foi menor do que 5% do total de espécimes capturados.

Considerando-se as espécies dominantes, aquelas com abundância relativa igual ou maior a 5 %, observou-se que cinco foram comuns às seis estações de coleta: *Sciades herzbergii*, *Anableps anableps*, *Cathorops spixii*, *Colomesus psittacus* e *Cynoscion acoupa*. Duas foram mais abundantes nas estações próximas à boca da baía (*Notarius bonillai* e *Mugil curema*), ao passo que *Bagre bagre* foi capturada em maior número no interior da baía (Tabela 5).

Tabela 5 - Distribuição espacial das espécies dominantes entre as seis estações de amostragem na Baía de São Marcos

Espécie	Área externa da baía				Área interna da baía	
	BAF	BAC	IRF	IRC	TRF	TRC
<i>Sciades herzbergii</i>	←	←	←	←	←	←
<i>Anableps anableps</i>	←	←	←	←	←	←
<i>Cathorops spixii</i>	←	←	←	←	←	←
<i>Bagre bagre</i>					←	←
<i>Cynoscion acoupa</i>	←	←	←	←	←	←
<i>Colomesus psittacus</i>	←	←	←	←	←	←
<i>Mugil curema</i>	←	←	←	←		
<i>Notarius bonillai</i>	←	←	←	←		

Buenos Aires Foz (BAF), Buenos Aires Cabeceira (BAC), Irinema Foz (IRF), Irinema Cabeceira (IRC), Tronco Foz (TRF), Tronco Cabeceira (TRC).

Diversidade e similaridade

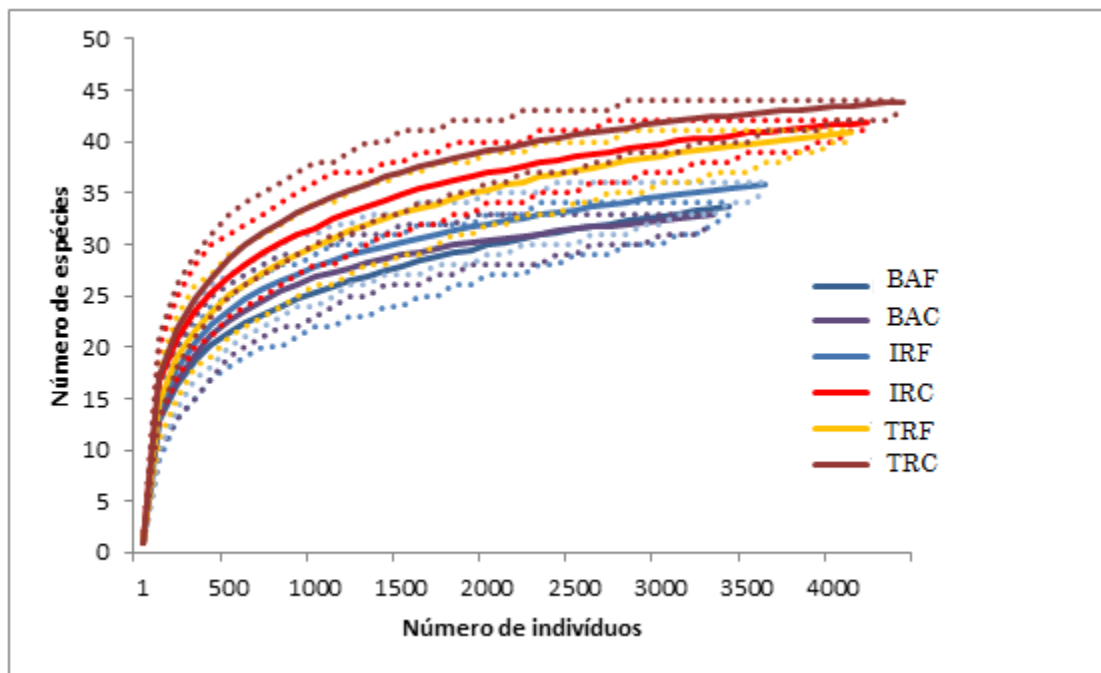
Os maiores valores de diversidade foram observados nas cabeceiras dos três canais (ANOVA, $F_{5,224} = 276,8$, $p < 0,001$). Entretanto, o estimador alfa de Fisher indicou que TRC é a área que abriga maior diversidade de peixes e BAC a menor (Tabela 6). Por outro lado, a rarefação das amostras para um mesmo número de indivíduos sugere a estruturação das áreas em dois grupos: um formado por TRC, IRC e TRF que correspondem às localidades com maior diversidade; e outro composto por IRF, BAF e BAC que seriam as áreas de menor diversidade (Figura 6).

Tabela 6 - Índices de diversidade nos canais de maré da baía de São Marcos

	BAF	BAC	IRF	IRC	TRF	TRC
H_{Jackknife}	1,94 (0,03)	2,16 (0,02)	2,02 (0,03)	2,35 (0,02)	2,07 (0,03)	2,40 (0,02)
α de Fisher	5,42 (0,93)	5,17 (0,90)	5,74 (0,96)	6,40 (0,99)	6,69 (1,04)	7,14 (1,08)

Buenos Aires Foz (BAF), Buenos Aires Cabeceira (BAC), Irinema Foz (IRF), Irinema Cabeceira (IRC), Tronco Foz (TRF), Tronco Cabeceira (TRC). H_{jack-knife} = índice de Shannon

Figura 6 - Curva de rarefação das comunidades de peixes nos estuários estudados



A análise de similaridade (ANOSIM) indicou diferenças significativas ($R=0,025$, $p<0,001$) entre as áreas do canal de maré Tronco e os demais pontos de amostragem (Tabela 8), exceto entre o par TRF x IRC. As dissimilaridades entre as áreas foram determinadas pela participação relativa de sete espécies na composição das comunidades (Tabela 7). Destas, apenas três (*S. herzbergii*, *A. anableps* e *C. spixii*) contribuíram com mais de 5% para a dissimilaridade total. Nas comparações par-a-par entre as áreas dos canais Irinema e Tronco também foi significativa a contribuição de *M. curema* (Tabela 8).

Tabela 7 - Resultados da ANOSIM entre áreas monitoradas

	BAF	BAC	IRF	IRC	TRF	TRC
BAF	-	-0,013	-0,009	0,009	0,047	0,066
BAC	0,955	-	0,005	0,011	0,057	0,053
IRF	0,814	0,217	-	0,003	0,045	0,059
IRC	0,149	0,136	0,278	-	0,006	0,024
TRF	0,007	0,003	0,008	0,228	-	0,017
TRC	0,002	0,005	0,003	0,041	0,078	-

Acima da diagonal (R); Abaixo da diagonal (p), Buenos Aires Foz (BAF), Buenos Aires Cabeceira (BAC), Irinema Foz (IRF), Irinema Cabeceira (IRC), Tronco Foz (TRF), Tronco Cabeceira (TRC).

Tabela 8 - Contribuição das espécies para as dissimilaridades reveladas pela ANOSIM

Espécies	BAFxTRF	BAFxTRC	BACxTRF	BACxTRC	IRFxTRF	IRFxTRC	IRCxTRF	IRCxTRC
<i>Sciades herzbergii</i>	17.75	19.09	16.3	17.76	19.22	19.95	17.03	18.1
<i>Anableps anableps</i>	10.39	5.18	11.38	6.048	11.76	6.601	9.26	5.292
<i>Cathorops spixii</i>	5.236	8.484	5.733	9.127	5.634	8.305	6.014	8.518
<i>Notarius bonillai</i>	2.98	4.201	3.457	4.764	-	-	-	-
<i>Mugi lcurema</i>	-	-	-	-	5.913	5.717	6.115	5.858
<i>Bagre bagre</i>	-	2,81	-	2,90	-	2,80	-	2,31
<i>Colomesus psittacus</i>	2,14	2,38	2,89	3,09	2,91	3,03	2,89	2,97

DISCUSSÃO

Nos estuários estudados na Baía de São Marcos, as ordens Perciformes e Siluriformes foram as que apresentaram o maior número de espécies. Resultado similar foi obtido por Carvalho-Neta e Castro (2008) que identificaram 32 espécies, sendo que 45% eram pertencentes à ordem Perciformes e 28% à ordem Siluriformes. Estudos realizados em cinco estuários da Ilha de São Luís (Cururuca, Paciência, Estreito, Baías e Tibiri) registraram 106

espécies de peixes, com 65% pertencentes às ordens Perciformes e Siluriformes (CASTRO, 1997). Este padrão coincide com os resultados do presente estudo, onde Perciformes e Siluriformes somaram 69,7% de todas as espécies capturadas. No Pará, por outro lado, as ordens dominantes tendem a ser uma combinação de Siluriformes com Tetraodontiformes e Clupeiformes (GIARRIZZO; KRUMME, 2008). Estes autores sugerem que as diferenças observadas entre os estuários maranhenses e paraenses estão relacionadas à influência marinha, que seria maior na primeira. Entretanto, fatores físicos como velocidade do vento, turbidez e macromarés podem alterar a complexidade dos habitats e, dessa forma, influenciar as espécies componentes da assembleia de peixes (LOWE-McCONNEL, 1987; DAY et al., 1989). Azevedo, Feitosa e Koenig (2008), por exemplo, observaram que estas forças físicas são responsáveis pela redução da zona eufótica e consequentemente da biomassa fitoplanctônica na região do Golfão Maranhense (baías de São Marcos, São José e Arraial). Assim, as diferenças apontadas anteriormente podem estar associadas às complexidades inerentes de cada sistema que permitem a ocorrência de espécies de Siluriformes e Perciformes adaptadas para a vida em um ambiente altamente dinâmico.

Na baía de São Marcos, o número de espécies foi diferente entre as áreas comparadas, mas, com igual, predominância das ordens Perciformes e Siluriformes, que apresentam grande tolerância a variações de salinidade. Esta característica também explica a ampla distribuição das famílias Sciaenidae e Ariidae entre os habitats estuarinos ao longo da costa norte brasileira (CAMARGO; ISAAC, 2004). No presente estudo, Ariidae foi a família que mais contribuiu para a diversidade taxonômica. Este resultado é contrastante com estudos anteriores realizados na região, onde a família Sciaenidae é, geralmente, identificada como a mais especiosa (MARTINS-JURAS; JURAS; MENEZES, 1987; BATISTA; REGO, 1996; CASTRO, 2001). Por outro lado, os resultados foram similares aos obtidos por Barthem (1985) na Baía de Marajó e Giarrizzo e Krumme (2008) no sistema Caeté – PA.

Apesar das diferenças de riquezas, as assembleias de peixes analisadas seguem o padrão geral de maior dominância de Ariidae e Sciaenidae nas regiões estuarinas. Giarrizzo e Krumme (2008) sugerem que a dominância de Ariidae no sistema Caeté pode estar associada com a maior disponibilidade de fauna bentônica devido à carga sedimentar promovida pelos rios da região. Na baía de São Marcos, o aporte fluvial é dado principalmente pela desembocadura do Rio Mearim que forma um longo estuário. Assim, o canal de maré da Ilha dos Caranguejos e aqueles da Ilha de São Luís que desaguam na baía de São Marcos podem ser influenciados diretamente pelo Rio Mearim, pois estão localizados na região estuarina do mesmo. Esta área é caracterizada por águas de elevada turbidez devido à ressuspensão de

sedimentos pela ação dos ventos e macromarés (AZEVEDO; FEITOSA; KOENING, 2008), explicando a dominância das famílias *Ariidae* e *Sciaenidae*.

Quando se considerou o número de espécies capturadas, observou-se uma diminuição em comparação a levantamentos já realizados. No presente estudo, foram capturadas 51 espécies, sendo que *Sciades herzbergii*, *Cathorops spixii*, *Anableps anableps* e *Mugil curema* foram dominantes nas amostras. Foram registradas por Castro (2001), 75 espécies para canais de maré localizados no Golfão Maranhense, sendo que, *M. curema*, *S. herzbergii* e *Genyatremus luteus* ficaram entre as mais abundantes em percentagem do peso total. Estudos anteriores realizados na Ilha dos Caranguejos sugerem que *Anableps anableps* é a espécie dominante nestes ambientes (CARVALHO-NETA; CASTRO, 2008). No entanto, resultados desse estudo indicam uma situação adversa daquela observada por estes autores, destacando *Sciades herzbergii* como espécie mais abundante em todos os locais amostrados. Essa espécie vive nos fundos lamosos dos canais, locais onde há grande disponibilidade de alimento derivado da matéria orgânica que se origina da decomposição das folhas de mangue, demonstrando que os maiores fluxos de energia estão concentrados na comunidade bentônica (WOLFF; KOCH; ISAAC, 2000). Além de ser muito tolerante às variações de salinidade, tem hábito alimentar generalista-oportunista e apresenta adaptações reprodutivas que possibilitam a adultos e juvenis uma maior permanência em ambientes estuarinos (CARVALHO-NETA; SOUSA-NETO; SILVA, 2006). Entretanto, *Anableps anableps* foi a segunda espécie mais abundante no Igarapé Tronco, localizado na mesma região do estudo de Carvalho-Neta e Castro (2008).

Na baía de São Marcos parece haver aumento de riqueza de espécies em direção às partes mais internas da baía, com três espécies apresentando distribuição espacial diferenciada. Condição também observada por Camargo e Issac (2001) em estuários da região Norte do Brasil e por Castro (2001), no canal de maré Iguaiá (baía de São Marcos). Segundo esse autor, a distribuição dos espécimes na zona estuarina interna, reflete provavelmente os impactos na porção externa do estuário. *Notarius bonillai* e *Mugil curema* foram mais comuns nos estuários próximos à boca da baía, ao passo que *Bagre bagre* ocorreu principalmente nas áreas mais internas. Mostrando diferença na composição das comunidades de peixes quando comparou-se as áreas interna e externa da baía.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, A. C. G. de; FEITOSA, F. A. N.; KOENING, M. L. Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica e variáveis ambientais no Golfão Maranhense, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 22, n. 3, p. 870–877. 2008.
- BARTHEM, R. B. Ocorrência, distribuição e biologia dos peixes da Baía de Marajó, Estuário Amazônico. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, v. 2, n. 1, p. 49-69, 1985.
- BATISTA, V. da S.; REGO, F. N. Análise das associações de peixes, em igarapés do estuário do Rio Tibiri, Maranhão. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 56, n. 1, p. 163-176, 1996.
- BLABER, S. J. M.; BLABER, T. G. Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fishes. **Journal Fish Biology**, Malden, v. 17, n. 2, p. 143-162, 1980.
- BLABER, S. J. M. **Tropical estuarine fishes: ecology, exploitation and conservation**. Oxford: Blackwell Science, 2000.
- BLABER, S. J. M.; BREWER, D. T.; SALINI, J. P. Fish communities and the nursery role of the shallow inshore waters of a tropical bay in the Gulf of Carpentaria, Austrália. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, London, v. 40, p. 177-193, 1995.
- CAMARGO, M.; ISAAC, V. Food categories reconstruction and feeding consumption estimatives for the Sciaenids *Macrodon ancylodon* (Bloch & Schneider), and the cogenetic fishes *Stellifer rastrifer* (Jordan) e *Stellifer naso* (Jordan) (Pisces, Perciformes) in the Caete Estuary, Northern Coast of Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 21, n. 1, p. 85-89, 2004.
- CAMARGO, M.; ISAAC, V. J. Ictiofauna estuarina. In: FERNANDES, M. E. B. (Ed.). **Os manguezais da costa norte brasileira**. São Luís: Fundação Rio Bacanga, 2003. p. 105-142.
- CAMARGO, M.; ISAAC, V. Os peixes estuarinos da região norte do Brasil: lista de espécies e considerações sobre sua distribuição geográfica. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, v. 17, n. 2, p. 133-157, 2001.
- CARVALHO-NETA, R. N. F.; CASTRO, A. C. L. Diversidade das assembleias de peixes estuarinos da Ilha dos Caranguejos, Maranhão. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 41, n. 1, p. 48-57, 2008.
- CARVALHO-NETA, R. N. F.; SOUSA-NETO, A. M. S.; SILVA, F. H. R. Dieta de *Arius herzbergii* na Ilha dos Caranguejos, Maranhão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 26., 2006, Londrina. **Resumo...** Londrina, 2006.
- CASTRO, A. C. L. Características ecológicas da ictiofauna da ilha de São Luís - MA. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, São Luís, v. 10, p. 1-18, 1997.

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

CHAO, A.; SHEN, T.-J. **The Program SPADE (Species Prediction And Diversity Estimation)**. 2010. Disponível em: <<http://chao.stat.nthu.edu.tw>>. Acesso em: 10 set. 2015.

CLARKE, K. R. Non parametric multivariate analyses of changes in community structure. **Australian Journal of Ecology**, v. 18, n. 1, p. 117-143, 1993.

CLARKE, K. R.; GREEN, R. H. Statistical design and analysis for a ‘biological effects’ study. **Marine Ecology Progress Series**, Nordbunte, v. 46, p. 213-226, 1988.

DAY, J. W. et al. **Estuarine ecology**. New York: Wiley-interscience, 1989.

DIFERENCIAL ENERGIA EMPREENDIMENTOS E PARTICIPAÇÃO. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA)**: Empreendimento da Usina Termoelétrica Porto do Itaquí (UTE Porto do Itaquí). São Luís, 2008.

FLORES-VERDUGO, F. et al. Mangrove ecology, aquatic primary productivity, and fish community dynamics in the Teacapán-Agua brava Lagoon-estuarine System (Mexican Pacific). **Estuaries**, v. 13, n. 2, p. 219-230, 1990.

GIARRIZZO, T.; KRUMME, U. Heterogeneity in intertidal fish fauna assemblages along the world’s longest mangrove area in northern Brazil. **Journal of Fish Biology**, Malden, v. 72, n. 3, p. 773-779, 2008.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2001.

HELTSHE, J. F.; FORRESTER, N. E. Estimating species richness using a Jack-knife procedure. **Biometrics**, Washington, v. 39, n. 1, p. 1-11, 1983.

HERCOS, A. P. **Diversidade e variabilidade espaço-temporal da ictiofauna da região estuarina do rio Curuçá município de Curuçá, Pará Brasil**. 2006. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.

HURLBERT, S. H. The non-concept of species diversity: a critique and alternative parameters. **Ecology**, v. 52, n. 4, p. 577-586, 1971.

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

MAGURRAN, A. E. **Measuring biological diversity**. New Jersey: Blackwell Publishing, 2004.

MANLY, B. F. J. **Randomization bootstrap and Monte Carlo methods in biology**. London: Chapman & Hall, 1997.

MARTINS-JURAS, I. A. G.; JURAS, A. A.; MENEZES, N. A. Relação preliminar dos peixes da ilha de São Luís, Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 4, n. 2, p. 105-113, 1987.

McERLEAN, A. J. et al. Abundance, diversity and seasonal patterns of estuarine fish populations. **Estuarine and Coastal Marine Science**, v. 1, n. 1, p. 19-36, 1973.

MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. **Princípios de oceanografia física de estuários**. São Paulo: Edusp, 2002.

MOCHEL, F. R. et al. Caracterização geoambiental para a avaliação da Sensibilidade a derrames de óleo na baía de São Marcos, Maranhão, Brasil. WORKSHOP TÉCNICO-CIÊNCIA DO PROJETO PETRORISCO, 3., 2004. Belém. **Anais...** Belém, 2004.

MORRISON, M. A. et al. Diurnal and tidal variation in the abundance of the fish fauna of a temperate tidal mudflat. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, London, v. 54, n. 5, p. 793-807, 2002.

OLIVEIRA NETO, J. F. et al. Variação diuturna na captura de peixes em uma planície de maré da Baía de Paranaguá, PR. **Acta Historica Leopoldina**, São Leopoldo, v. 26, n. 1, p. 25-138, 2004.

PATERSON, A. W.; WHITFIELD, A. K. Do shallow-water habitats function as refugia for Juvenile Fishes?. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, Oxford, v. 51, p. 359-364, 2000.

RAMOS, R. S.; CASTRO, A. C. L. Monitoramento das variáveis físico-química no cultivo de *Crassostea rhizophorae* (Molusca) no estuário de Paquatitua – Alcântara/MA, Brasil. **Boletim do Laboratório de Hidrologia**, v. 17, p. 29-42, 2004.

ROUTLEDGE, R. D. Bias in estimating the diversity of large uncensured communities. **Ecology**, v. 61, p. 276-281, 1980.

SANTOS, M. E. C. M.; CARVALHO, M. S. S. **Paleontologia das bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís**. Rio de Janeiro: CPRM/DIEDIG/DEPAT, 2004.

SANTOS, S. et al. Composição dos Crustácea (Decapoda) na Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 17, n. 1, p. 213-223, 2000.

SCOTT, J. M. et al. Species richness: a geographical approach to protecting future biological diversity. **Bioscience**, v. 37, n. 11, p. 782-788, 1987.

SIMBERLOFF, D. Properties of the rarefaction diversity measurement. **American Naturalist**, v. 106, n. 949, p. 414-418, 1972.

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. **Pesquisas dos recursos pesqueiros da plataforma continental maranhense**. Recife: Divisão de Reprografia, 1976.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO. Laboratório de Hidrobiologia.
Zoneamento costeiro do Estado do Maranhão. São Luís, 2003.

WHITFIELD, A. K. Ichthyofaunal assemblages in estuaries: a South African case study.
Reviews in Fish Biology and Fisheries, v. 9, p. 151-186, 1999.

WOLFF, M.; KOCH, V.; ISAAC, V. J. A trophic flow model of the Caeté mangrove estuary (north Brazil) with considerations for the sustainable use of its resources. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 50, n. 6, p. 789-803, 2000.

WOŁOWICZ, M.; SOKOŁOWSKI, A.; LASOTA, R. Estuaries: a biological point of view.
Oceanological and Hydrobiological Studies, v. 36, n. 3, p. 113-130, 2007.

YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. El necton estuarino: porqué y cómo una monografía ecológica. In: _____. **Ecología de comunidades de peces en estuarios y lagunas costeras: hacia una integración de ecosistemas.** México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1985. p. 1-8.

CAPÍTULO II: ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE PEIXES EM ÁREAS ESTUARINAS NA BAÍA DE SÃO MARCOS, NORDESTE DO BRASIL

Estrutura da comunidade de peixes em áreas estuarinas na baía de São Marcos, nordeste do Brasil.

Leny Claudia Penha de Lima ¹; Nivaldo Magalhães Piorski ^{1,2}

¹Universidade Federal do Maranhão Departamento de Biologia. Av. dos Portugueses s/n, Campus do Bacanga, CEP 65080-040 São Luís- MA, Brasil. lenyclaudiapl@gmail.com

² [nivaldopiorski@yahoo.com.br]

ABSTRACT

In the last years, the numbers of papers using guild approach to fish assemblages have increased. This approach aims a clear knowledge of the function of the species in its habitat and become the results comparable with other environments. In this chapter, the fish assemblages from three creeks located at São Marcos bay, Brazilian north coast, were studied to describe the community patterns by the trophic and ecological guilds identified. The data were obtained from quarterly-made catches between April, 2010 and June, 2012. The fish were collected by seine nets and weir-type traps, kept on ice and immediately transported to laboratory. The ecological and trophic guilds were determined based on FishBase informations and literature, and sorted by Elliott et al. (2007). The Index of Relative Importance (IRI) defined *Sciades herzbergii*, *Anableps anableps*, *Colomesus psittacus* and *Cathorops spixii* as dominant species. Considering all sampling areas, the estuarine species shown the highest contribution to the composition of fish assemblages, representing 46% of the total. In regard to trophic groups, the zoobenthivores summed 53% of all individuals in all studied areas; omnivorous and herbivores were the less abundant categories in all creeks. Additional studies on trophic ecology associated with other biological aspects of the species can provide important information for planning the rational management of ichthyofaunistic resources in the coastal region in Maranhão state.

Keywords: Ecological guilds. Tidal channels. Tropical estuaries. Trophic guilds.

RESUMO

Nos últimos anos tem crescido o número de trabalhos que utilizam a abordagem de guildas para a descrição de assembleias ictiofaunísticas. Esta abordagem possibilita um conhecimento mais claro do papel das espécies em seus habitats, além de permitir a comparação com outros ambientes. Neste capítulo, as assembleias de peixes de três canais de maré situados na baía de São Marcos, costa norte do Brasil, são analisadas com o objetivo de identificar os padrões da comunidade a partir da identificação de guildas tróficas e ecológicas. Os dados obtidos foram provenientes de capturas realizadas trimestralmente entre Abril de 2010 e Junho de 2012. Os peixes foram coletados utilizando-se redes de tapagem e espera, mantidos em gelo e imediatamente transportados para o laboratório. As guildas ecológicas e tróficas foram determinadas com base em informações do FishBase e literatura disponível, e classificadas segundo Elliott et al. (2007). O Índice de Importância Relativa (IRI) definiu como espécies dominantes *Sciades herzbergii*, *Anableps anableps*, *Colomesus psittacus* e *Cathorops spixii*. Considerando todas as áreas de amostragem, as espécies estuarinas apresentaram maior índice de contribuição para a composição das assembleias de peixes, representando 46% do total, padrão frequentemente observado em estuários tropicais. No que diz respeito aos grupos tróficos, os zoobentívoros representaram 53% do total de indivíduos em todas as áreas estudadas; onívoros e herbívoros foram as categorias menos abundantes em todos os canais de maré estudados. Estudos adicionais sobre ecologia trófica associada a outros aspectos biológicos das espécies podem fornecer informações importantes para o planejamento da gestão racional dos recursos ictiofaunístico na região litorânea no estado do Maranhão.

Palavras-chave: Canais de maré. Estuários tropicais. Guildas ecológicas. Guildas tróficas.

INTRODUÇÃO

Estuário é a parte terminal de um rio inundada pela água do mar quando a maré sobe. Devido a isto, as características físicas e químicas do ambiente sofrem grandes variações, desde o mar aberto, passando pelo estuário, até a água doce do rio (ELLIOTT; McLUSKY, 2002). Essas variações ocorrem de forma rápida e determinam uma grande demanda de energia por parte dos organismos (DAY et al., 1989). Interações biológicas como predação e competição também são igualmente importantes na estruturação dessas assembleias (KENNISH, 1986).

Os estuários são formados por um mosaico de habitats, como marisma, manguezal, gamboa e coluna d'água. Esses ambientes são importantes para a distribuição dos organismos ao longo dos estuários (MIRANDA; CASTRO; KJERFVE, 2002; VENDEL et al., 2003), pois fornecem alimentos em abundância, proteção contra predação e condições ambientais favoráveis para o crescimento e sobrevivência dos estágios iniciais de vários organismos. A distribuição dos organismos nestes locais é influenciada principalmente pela salinidade, temperatura e oxigênio dissolvido (SPACH et al., 2004) e é dependente do estágio do ciclo de vida, podendo variar com a estação do ano (WEISTEIN; BROOKS, 1983). Nessas áreas a ictiofauna é composta principalmente de uma combinação de espécies estuarino-residentes, que completam seu ciclo de vida no estuário; estuarino-transientes, que reproduzem na plataforma; os juvenis usam o estuário como berçário, ambiente propício por estar próximo à costa, que oferece refúgio e abundância de alimento; e as espécies visitantes ocasionais, estas geralmente adultas, entram no estuário para se alimentar (DAY et al., 1989; GREENWOOD; HILL, 2003; LOBRY et al., 2003).

Além das análises taxonômicas, feitas habitualmente, das espécies encontradas, tem crescido a utilização da abordagem de guildas para definir e caracterizar a fauna dos ambientes e tornar mais fácil a comparação com outros locais. O termo “guilda” tem sido bastante utilizado em trabalhos de ecologia de comunidade. Sendo definido como um conjunto de espécies que exploram um dado recurso ambiental de forma semelhante, independentemente da filogenia (ROOT, 1967; SIMBERLOFF; DAYAN, 1991). Ou seja, ao invés de se categorizar espécies com base em afinidades filogenéticas, faz-se a classificação baseada em similaridades de uso e apropriação dos recursos do ambiente.

Comparações de comunidades baseadas em afinidades filogenéticas dentro de áreas geográficas restritas são válidas para o entendimento da estrutura da comunidade, porém essa abordagem taxonômica não é tão eficiente quando as comparações são feitas entre

diferentes regiões biogeográficas (ELLIOTT et al., 2007). As guildas têm sido recorrentemente utilizadas para simplificar a estrutura e a dinâmica de ecossistemas, que são inerentemente complexos, independente dos mecanismos de distribuição dos recursos (GARRISON; LINK, 2000). A composição e a distribuição das espécies que compõe as guildas são dependentes de vários fatores como a estrutura do habitat, disponibilidade de alimento, riqueza e composição de espécies da comunidade, a relação inter e intra-específicas e os fatores ambientais (XIMENES; MATEUS; PENHA, 2011). Em ambientes estuarinos, as guildas estão sendo amplamente empregadas na descrição da estrutura das assembleias de peixes, por considerar padrões ecológicos da ictiofauna estudada. O entendimento de como os peixes utilizam o estuário e de seus papéis ecológicos nesse ambiente são indispensáveis para a tomada de decisões no manejo dessas áreas (MATHIESON et al., 2000).

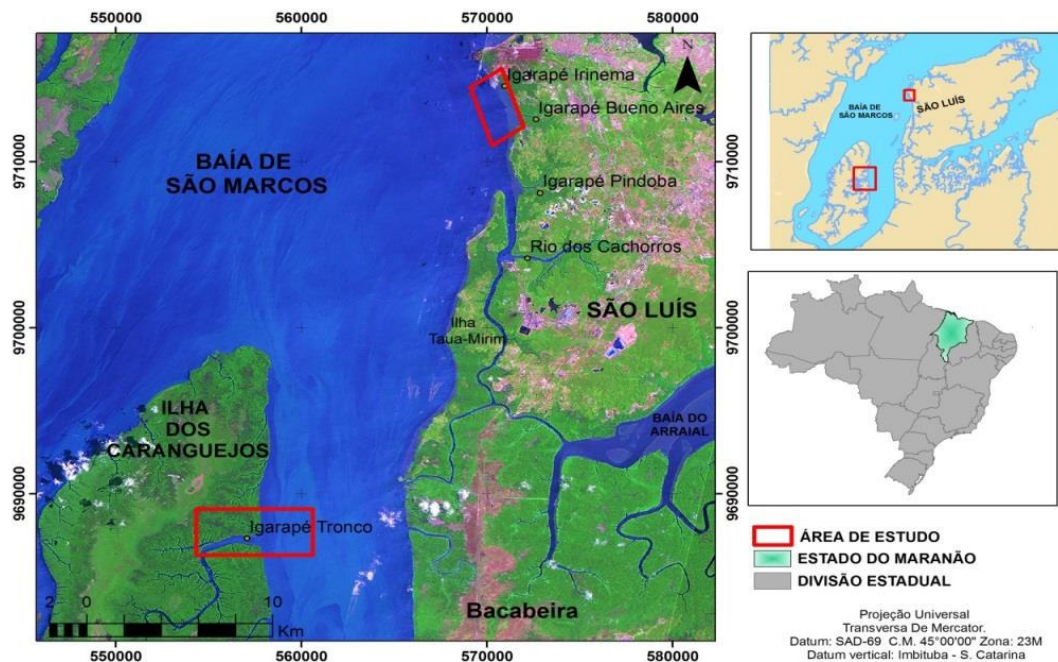
O objetivo deste trabalho consiste em analisar as assembleias de peixes em canais de maré da baía de São Marcos para identificar os padrões da comunidade, analisando como os peixes utilizam os recursos ambientais com base no estudo de guildas.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da área de estudo

A Ilha dos Caranguejos localiza-se na Baía de São Marcos entre as coordenadas 3°2'18" - 02°42'25"S e 44°40'25" - 44°26'46"W, sob influência do Rio Mearim, sendo classificada como uma área de "médio estuário" em que a salinidade se distribui na faixa de 5 - 25‰ e a amplitude de maré pode atingir 7,5 m (Figura 1). Em associação com 22 municípios da Baixada Maranhense, faz parte de uma Área de Proteção Ambiental (APA) criada pelo Governo do Estado do Maranhão, através do decreto nº 11.900 de 05 de outubro de 1991. Juridicamente, essa Ilha faz parte do município de Cajapió, é inabitada e apresenta uma área de 345 km² num perímetro de 166 km, com geomorfologia típica da Baixada Litorânea (UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO, 2003). Nesta ilha foi amostrado o igarapé Tronco, um canal de maré localizado no braço direito do rio Mearim.

Figura 1 - Canais de maré da Baía de São Marcos utilizados para amostragem da ictiofauna



Os canais de maré Buenos Aires ($02^{\circ}35'55''\text{S}$ e $44^{\circ}20'58''\text{W}$) e Irinema ($02^{\circ}34'53''\text{S}$ e $44^{\circ}21'48''\text{W}$) estão localizados na porção mais externa da Baía de São Marcos, nas imediações da região portuária da Ilha do Maranhão, onde a salinidade é cerca de 35%. O canal de maré Buenos Aires possui área de $8,5 \text{ km}^2$ com um perímetro estuarino estimado de 17,2 km, ao passo que o Irinema ocupa área de $4,1 \text{ km}^2$ com um perímetro estuarino de 9,6 km. Estudos recentes sugerem que as bacias destes estuários sofreram redução de escoamento de base resultante de alterações nos padrões de cobertura vegetal pela ação antrópica do entorno. Entretanto, boa parte destes efeitos são minimizados pela grande extensão do perímetro estuarino que possibilita elevada renovação hídrica representado pelo ciclo diário das marés em várias ordens de grandeza maior do que o volume associado com o escoamento oriundo de drenagem terrestre. Os valores de renovação hídrica diária no canal de maré Buenos Aires pode variar de $1.464.237 \text{ m}^3$ durante a preamar de quadratura a $5.013.020 \text{ m}^3$ durante a preamar de sizígia, enquanto que no Irinema esses volumes são da ordem de 274.535 a $1.841.317 \text{ m}^3$ (DIFERENCIAL ENERGIA EMPREENDIMENTOS E PARTICIPAÇÃO, 2008).

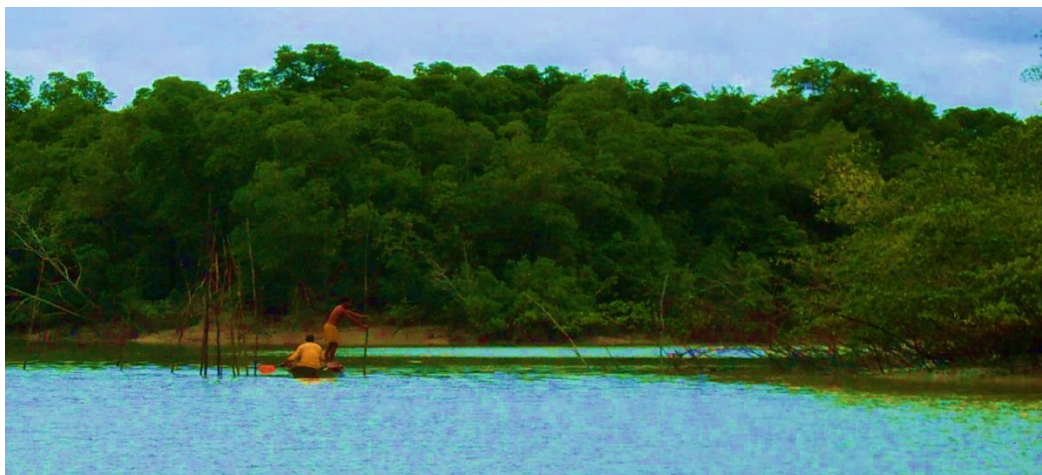
Métodos de amostragem

Os dados obtidos foram provenientes de capturas realizadas trimestralmente entre abril de 2010 e junho de 2012 em dois pontos (cabeceira e foz) de cada canal de maré estudado.

Os peixes foram coletados utilizando-se redes de tapagem e de espera. As redes de tapagem são aparelhos de pesca fixos com comprimento variando de 100 a 200 metros que tem como finalidade fechar o igarapé na preamar para recolher os peixes que margeiam o mangue ou que penetram parcialmente nele. Apresentam um curral (engano) que tem na sua entrada duas varas com uma distância de no mínimo 50 cm entre si, com a finalidade de impedir a saída dos animais capturados. O tamanho da malha é de 2 cm entre nós para as bocas e corpo das enseadas e de 1 cm entre nós para o engano, enquanto que a altura varia de 4 a 5 m, ficando geralmente 1 m acima da água na preamar.

As redes são sustentadas por varas de mangues fincadas no leito e seguras por uma corda que atravessa o igarapé, a qual é amarrada nas margens do manguezal (Figura 2). Durante a baixa-mar as redes são posicionadas próximo ao substrato, estando completamente “fechadas”. Na estofa de preamar a rede é suspensa, retendo os peixes que saem do manguezal acompanhando a maré vazante. A despesca ocorre na baixa-mar, sendo necessários três pescadores e uma canoa para realizar toda a operação. O período entre a suspensão da rede e o recolhimento desta varia entre 4 e 6 horas.

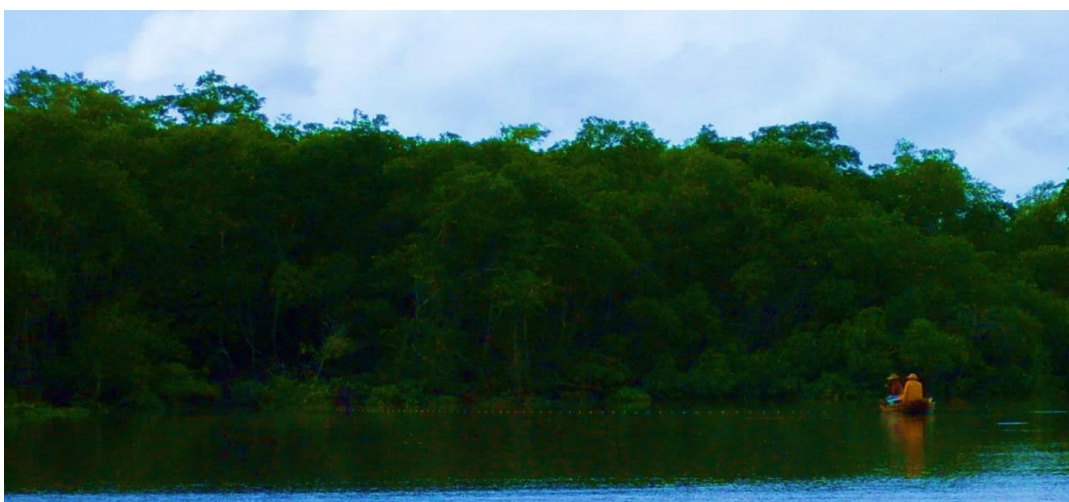
Figura 2 - Estaqueamento de varas para sustentação da rede de tapagem



Fonte: Foto de N.M. Piorski

A rede de espera é um dos equipamentos mais utilizados para amostragem em ictiologia, pois é altamente seletiva. São confeccionadas com fios de náilon e dotadas de linha de boia e chumbada balanceadas de modo que ela se mantenha estendida uniformemente quando colocada na água. A alta seletividade da rede de espera será contrabalanceada pela baixa seletividade da rede de tapagem. Nas campanhas de amostragem foram utilizadas redes com tamanhos de malhas de 2 cm, 4 cm e 6 cm entre nós (Figura 3).

Figura 3 - Pescadores com rede de espera em atividade



Fonte: Foto de N.M. Piorski

O equipamento de pesca foi instalado em quatro locais de amostragem, distribuídos da seguinte forma: dois no Igarapé Buenos Aires e dois no Igarapé Irinema Grande. As redes de espera ficaram armadas durante o período em que se executa a operação com as redes de tapagem, correspondendo a um esforço amostral total para cada local de amostragem, em cada campanha, de aproximadamente 60 horas. Além destes, dois locais de amostragem foram instalados na Ilha dos Caranguejos (Igarapé Tronco). Esta área foi definida como controle, pois está localizada na mesma baía dos igarapés e, portanto, teoricamente apresenta características físicas e químicas similares.

A definição dos pontos de coleta segue, grosso modo, a metodologia RAPELD para estabelecimento de parcelas amostrais em ambiente aquático. A aplicação exata deste modelo não é possível para a região alvo, pois a área é pequena, inviabilizando o estabelecimento de grandes parcelas. Assim, uma vez que os igarapés são de pequena extensão (<2 Km), os pontos para coleta de peixes foram definidos levando em consideração

o princípio de conectividade, de modo que mais de dois pontos nos maiores igarapés (Buenos Aires e Irinema Grande) são desnecessários, pois resultariam em sobreposição amostral.

Os peixes coletados foram mantidos em gelo e imediatamente transportados para laboratório. Após coleta de informações biológicas, exemplares-testemunho foram fixados em formalina 10% e depositados na Coleção de Peixes do Departamento de Oceanografia e Limnologia da UFMA. As espécies foram identificadas com o uso de chaves dicotômicas, literatura especializada e consulta a especialistas.

Análise de dados

Para identificar as espécies dominantes foi usado o IRI desenvolvido por Pinkas, Oliphant e Iverson (1971). O IRI agrega os principais métodos de avaliação (abundância, biomassa e frequência de ocorrência) dentro de um único índice: $IRI = (N\% + W\%) FO\%$, onde N%, W% e FO% são a abundância relativa, biomassa e frequência de ocorrência, respectivamente. Estes índices foram calculados sobre o total de 09 amostras, sendo 4 na estação chuvosa e 5 durante a estiagem, em cada canal de maré estudado.

Em relação aos níveis de organização da comunidade em grupos funcionais, as espécies foram classificadas quanto a sua guilda ecológica, de acordo com a abordagem e a classificação proposta por Elliott et al. (2007). Dessa forma, as espécies identificadas foram categorizadas nas seguintes guildas ecológicas: Marinhos migrantes (MM), marinhos vagantes (MV), espécies estuarinas (EE), migrantes de água doce (MD), vagantes de água doce (VD), anádromas (AN), anfídromas (AF) e catádromas (CA). As guildas tróficas utilizadas nesse estudo foram: Herbívoros, Onívoros, Detritívoros, Piscívoros, Zoobentívoros e Oportunistas.

A descrição destas categorias é apresentada nos Quadro 1 e 2, conforme o trabalho de Elliott et al. (2007).

Quadro 1 - Categorias tróficas identificadas nas assembleias de peixes em três estuários da baía de São Marcos

Categoria	Definição
Zooplancívora	Alimentação predominantemente de zooplâncton (hidróides, crustáceos, peixes, ovos/larvas)
Detritívora	Alimentação predominantemente de detritos e/ou microfitobentos
Herbívora herbívoro-fitoplâncton herbívoro-macroalgas/macrófitas	Pastagem predominantemente de macroalgas, macrófitas ou fitoplâncton.
Onívora	Alimentação composta por algas filamentosas, macrófitas, perifiton, epifauna e infauna
Piscívora	Alimentação predominantemente composta por peixes ósseos, mas podem incluir invertebrados nectônicos
Zoobentívora zoobentívora-hiperbentos zoobentívora-epifauna zoobentívora-infauna	Alimentação predominantemente composta por invertebrados associados ao substrato, incluindo os animais que vivem acima do sedimento (hiperbentos), no sedimento(epifauna) ou no interior do sedimento (infauna).
Diversos/oportunista	Consomem um leque tão diversificado de alimentos, que não podem ser atribuídos a nenhum dos itens especificados acima.

Fonte: Descritos conforme Elliott et al. (2007)

Quadro 2 - Categorias ecológicas identificadas nas assembleias de peixes em três estuários da baía de São Marcos

(continua)

Categorias	Definição
Marinhos migrantes (MM)	Espécies que desovam no mar e muitas vezes entram em grande número nos estuários, particularmente os juvenis. Algumas destas espécies são altamente eurialinas e mover-se ao longo de todo o comprimento do estuário.
Marinhos vagantes (MV)	Espécies que desovam no mar e, normalmente, entram em estuários apenas em números baixos e ocorrem com mais frequência na parte inferior, onde a salinidade chega a aproximadamente 35%. Estas espécies são muitas vezes stenohalinas, associadas a águas marinhas costeiras.

Quadro 2 - Categorias ecológicas identificadas nas assembleias de peixes em três estuários da baía de São Marcos

(conclusão)

Espécies estuarinas (EE)	Podem ser capazes de completar todo o seu o ciclo de vida dentro do estuário ambiente ou ter fases larvares de seu ciclo de vida concluídas fora do estuário ou também são representados por discreto marinho ou populações de água doce.
Migrantes de água doce (MD)	Espécies de água doce encontradas regularmente e em números moderados em estuários, cuja distribuição pode estender para além das seções oligohalinas nestes sistemas.
Vagantes de água doce (VD)	Encontrados em baixo número em estuários, sua distribuição é geralmente limitada a menores níveis de salinidade, curso superior de estuários.
Anádromas (AN)	Espécies que apresentam maior crescimento no mar e que, antes de chegarem à maturidade, migram para rios onde a desova posteriormente ocorre.
Catádromas (CA)	Espécies que passam toda sua vida se alimentando em água doce e migram para o mar para desovar.
Anfidromas (AF)	Espécies que migram entre mar e água doce, cuja migração em nenhum sentido está relacionado para a reprodução.

Foram usadas técnicas de análise multivariada para detectar e descrever padrões estruturais das assembleias de peixes e verificar como as comunidades se relacionam, ou seja, o quanto estas são semelhantes em relação aos padrões tróficos e ecológicos.

A análise de agrupamento (Cluster) foi utilizada para identificar padrões espaciais e temporais da estrutura da comunidade nos estuários. O índice de Bray-Curtis foi utilizado como medida de similaridade, possibilitando a identificação de grupos espaço-temporais similares quanto ao uso do ambiente, considerando as guildas tróficas e ecológicas separadamente. A validação dos grupos observados na análise de cluster foi testada através de uma Análise de Variância Multivariada Não Paramétrica (NPMANOVA). Quando diferenças significativas foram detectadas entre grupos, uma análise SIMPER foi utilizada para identificar as principais categorias (tróficas ou ecológicas) responsáveis pelas dissimilaridades entre os grupos. Todas as análises foram realizadas no software PAST (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001).

RESULTADOS

Em termos de IRI, *Sciades herzbergii*, *Anableps anableps*, *Colomesus psittacus* e *Cathorops spixii* foram as espécies dominantes. *Sciades herzbergii* dominou claramente as assembleias de peixes durante todo o estudo (tabela 1).

Tabela 1 - Índice de Importância Relativa (IRI) das espécies mais abundantes nos canais de maré estudados

Espécies	BAF	BAC	IRF	IRC	TRF	TRC
<i>Anableps anableps</i>	0,1767	0,2964	0,1376	0,1871	0,4085	0,2056
<i>Bagre bagre</i>	---	---	---	---	0,0701	---
<i>Cathorops spixii</i>	0,091	0,1451	0,1732	0,1449	---	0,1626
<i>Colomesus psittacus</i>	0,2237	0,224	---	0,1432	0,1418	0,1133
<i>Mugil curema</i>	---	---	0,1534	---	---	---
<i>Sciades herzbergii</i>	1,0322	0,6343	0,8587	0,68	0,8736	0,7863

Buenos Aires (BA), Irinema (IR), Tronco (TR), foz (F), cabeceira (C).

Considerando todas as áreas de amostragem, as espécies estuarinas apresentaram maior índice de contribuição para a composição das assembleias de peixes (46%), seguida de espécies vagantes de água doce (19%) e marinhos vagantes (15%) (Figura 4). No que diz respeito aos grupos funcionais quanto à alimentação, os zoobentívoros representaram 53% do total de indivíduos em todas as áreas estudadas, os oportunistas representaram 23%, os piscívoros 21%; onívoros e herbívoros foram as categorias menos abundantes em todos os canais de maré estudados (Figura 5).

Figura 4 - Índice de importância relativa para a composição das assembleias de peixes nas áreas amostradas referente à guildas ecológicas

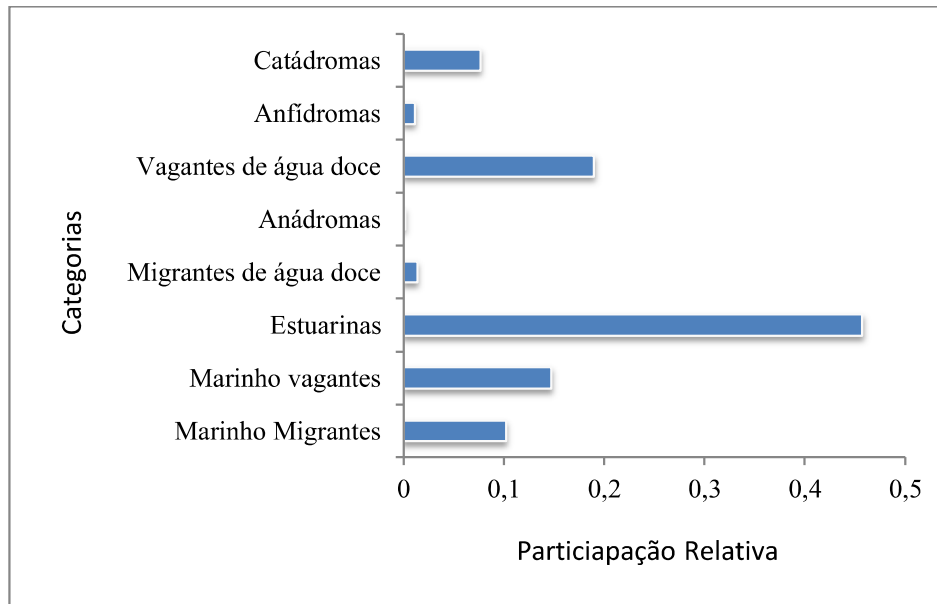
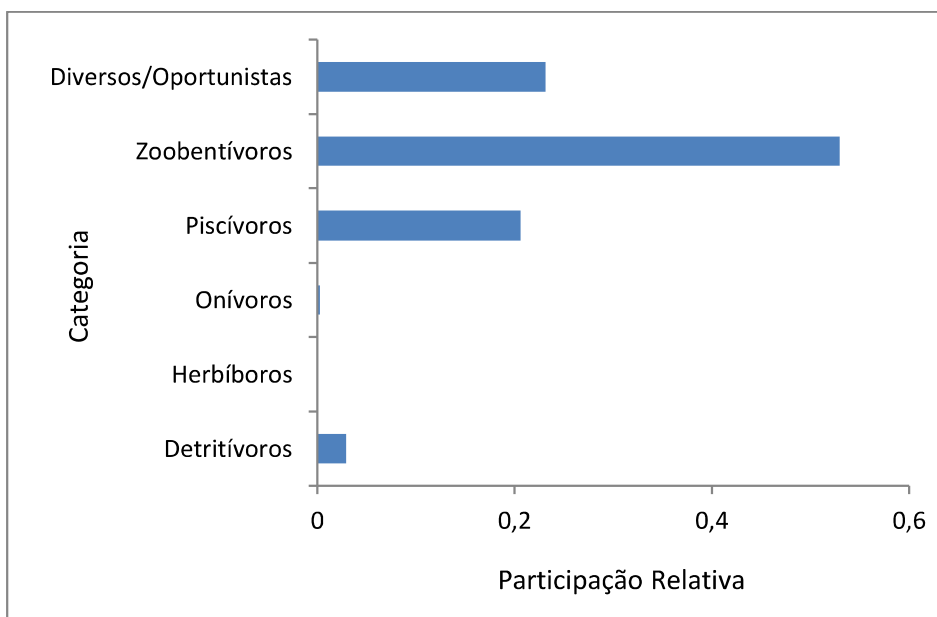


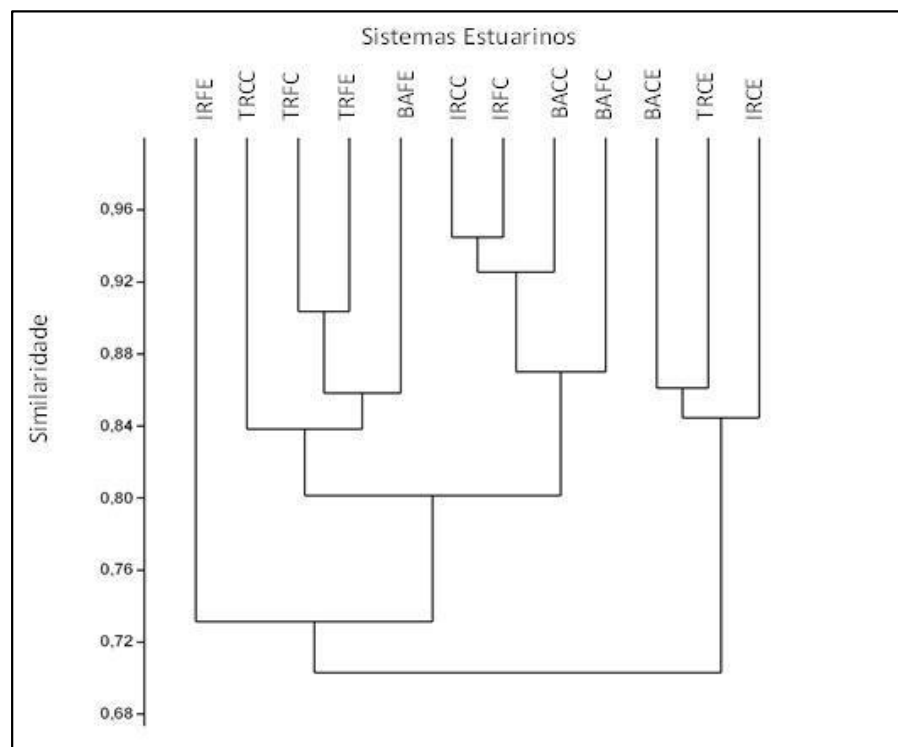
Figura 5 - Índice de importância relativa para a composição das assembleias de peixes nas áreas amostradas, referente à guildas tróficas



A análise de agrupamento referente à guildas ecológicas separou os estuários em quatro grupos distintos (Figura 6), que foram analisados em três níveis percentuais. Ao nível de

70%, foram identificados dois grupos, classificados como G1 (BAME, TRME, IRME) e G2 (IRME, TRMC, TRJC, TRJE, BAJE, IRMC, IRJC, BAMC e BAJC). Estes grupos apresentaram diferenças significativas (NPMANOVA, $F=9,636$; $p=0,0053$), sendo que as guildas que mais contribuíram para a dissimilaridade entre os grupos foram as de espécies estuarinas (39,32%), com maior representatividade em G2 e de marinhos vagantes (26,71%), que foram mais representativos em G1 (Tabela 2). Ao nível de 73%, foram identificados dois grupos, classificados como G3 (IRJE) e G4 (TRMC, TRJC, TRJE, BAJE, IRMC, IRJC, BAMC e BAJC). Não foram identificadas diferenças significativas entre esses grupos (NPMANOVA, $F=2,978$, $p=0,1108$). Ao nível de 80% foram destacados dois grupos, G5 (TRCC, TRFC, TRFE e BAFE) e G6 (IRCC, IRFC, BACC e BAFC) (NPMANOVA, $F=6,555$, $p=0,029$). As espécies estuarinas (25,86%) foram as mais importantes para diferenciação dos grupos, sendo mais abundante em G6. Marinhos vagantes (23,07%) e vagantes de água doce (20,21%), por outro lado, foram mais representativas em G5 (Tabela 3).

Figura 6 - Dendrograma da análise de agrupamento demonstrando similaridade dos sistemas estuarinos estudados, referente à guildas ecológicas



Irinema foz estiagem (IRFE), Tronco cabeceira chuvoso (TRCC), Tronco foz chuvoso (TRFC), Tronco foz estiagem (TRFE), Buenos Aires foz estiagem (BAFE), Irinema cabeceira chuvosos (IRCC), Irinema foz chuvoso (IRFC), Buenos Aires cabeceira chuvoso (BACC), Buenos Aires foz chuvoso (BAFC), Buenos Aires cabeceira estiagem (BACE), Tronco cabeceira estiagem (TRCE), Irinema cabeceira estiagem (IRCE).

Tabela 2 - Dissimilaridades entre as guildas ecológicas em nível de 70% nas áreas estudadas

Táxon	Contrib. %	Abundância média% G1	Abundância Média% G2
Estuarinas	39,32	0,281	0,534
Marinho vagantes	26,71	0,262	0,09
Vagantes de água doce	13,37	0,231	0,172
Catádromas	9,799	0,0924	0,0625
Marinho Migrantes	6,379	0,115	0,108
Migrantes de água doce	2,593	0,00313	0,0185
Anfidromas	1,526	0,0135	0,0135
Anádromas	0,2952	0,00163	0,00143

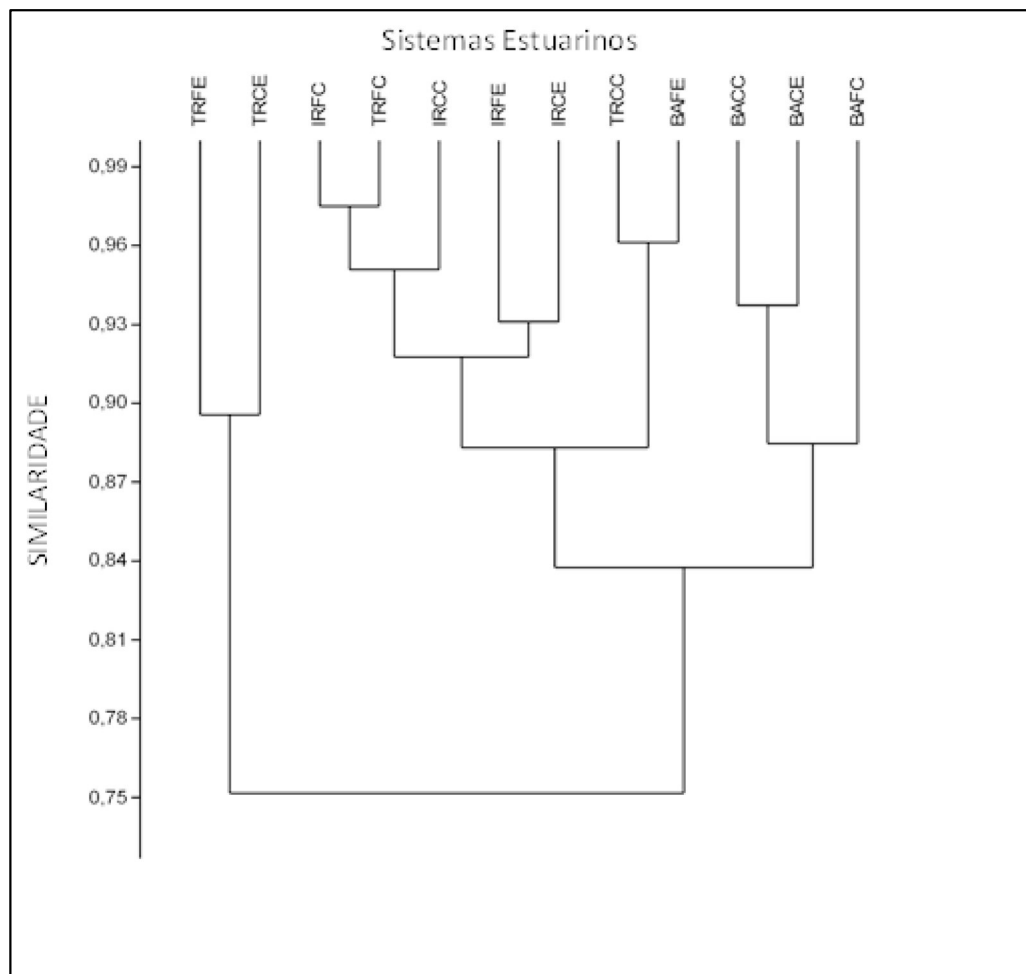
Tabela 3 - Dissimilaridades entre as guildas ecológicas em nível de 80% nas áreas estudadas

Táxon	Contrib. %	Abundância Média% G5	Abundância Média% G6
Estuarinas	25,86	0,487	0,576
Marinho vagantes	23,07	0,129	0,0346
Vagantes de água doce	20,21	0,225	0,15
Marinho Migrantes	14,83	0,0853	0,146
Catádromas	9,235	0,0301	0,0632
Migrantes de água doce	4,009	0,0238	0,0177
Anfidromas	2,403	0,0185	0,0109
Anádromas	0,3781	0,00122	0,00185

A análise de agrupamento sobre a matriz de abundância das guildas tróficas X localidades permitiu a classificação dos estuários em quatro grupos distintos (Figura 7). Ao nível de 75%, foram identificados dois grupos, classificados como G1 (TRFE e TRCE) e G2 (IRFC, TRFC, IRCC, IRFE, IRCE, IRCC, BAFE, BACC, BACE e BAFC) (NPMANOVA, $F=10,3$, $p=0,0165$). As guildas que mais contribuíram para a dissimilaridade entre os grupos foram zoobentívoros (45,5%), mais abundantes em G1, e diversos/oportunistas (31,37%) que foram mais representativos em G2 (Tabela 4). Ao nível de 84%, os grupos G3 (BACC, BACE e BAFC) e G4 (IRFC, TRFC, IRCC, IRFE, IRCE, TRCC e BAFE) foram diferenciados (NPMANOVA, $F= 8,708$, $p= 0,0081$) pelas guildas dos zoobentívoros (41,32%) com maior participação em G3 e dos piscívoros (32,72%), mais abundantes em G4 (Tabela 5). Dois grupos foram identificados ao nível de 88%: G5 (TRCC e BAFE) e G6 (IRFC, TRFC, IRCC,

IRFE e IRCE) (NPMANOVA, $F= 7,911$, $p= 0,0477$). As guildas que mais contribuíram para a dissimilaridade entre os grupos foram as de espécies piscívoras (50%), com maior representatividade em G5 e de diversos/oportunistas (27,91%), mais abundantes em G6 (Tabela 6).

Figura 7 - Dendrograma da análise de agrupamento demonstrando similaridade dos sistemas estuarinos estudados, referente à guildas tróficas.



Tronco foz estiagem (TRFE), Tronco cabeceira estiagem (TRCE), Irinema foz chuvoso (IRFC), Tronco foz chuvoso (TRFC), Irinema cabeceira chuvosos (IRCC), Irinema foz estiagem (IRFE), Irinema cabeceira estiagem (IRCE), Tronco cabeceira chuvoso (TRCC), Buenos Aires foz estiagem (BAFE), Buenos Aires cabeceira chuvoso (BACC), Buenos Aires cabeceira estiagem (BACE), Buenos Aires foz chuvoso (BAFC).

Tabela 4 - Dissimilaridades entre as guildas tróficas em nível de 75% nas áreas estudadas

Táxon	Contrib. %	Abundância Média% G1	Abundância Média% G2
Zoobentívoros	45,5	0,405	0,63
Diversos/Oportunistas	31,37	0,385	0,229
Piscívoros	19,51	0,184	0,106
Detritívoros	3,155	0,0238	0,0286
Onívoros	0,3982	0,0018	0,00261
Herbívoros	0,07852	0	0,00039

Tabela 5 - Dissimilaridades entre as guildas tróficas em nível de 84% nas áreas estudadas

Táxon	Contrib. %	Abundância Média % G3	Abundância Média % G4
Zoobentívoros	41,32	0,724	0,59
Piscívoros	32,72	0,0322	0,137
Diversos/Oportunistas	16,2	0,204	0,24
Detritívoros	8,623	0,00947	0,0368
Onívoros	0,96	0,00153	0,00307
Herbívoros	0,1741	0	0,000557

Tabela 6 - Dissimilaridades entre as guildas tróficas em nível de 88% nas áreas estudadas

Táxon	Contrib. %	Abundância Média % G5	Abundância Média % G6
Piscívoros	50	0,222	0,103
Diversos/Oportunistas	27,91	0,193	0,259
Detritívoros	10,69	0,0187	0,0441
Zoobentívoros	9,842	0,593	0,589
Onívoros	1,089	0,0014	0,00374
Herbívoros	0,4686	0,0011	0,00034

DISCUSSÃO

No presente trabalho o IRI mostrou que nos estuários da baía de São Marcos as espécies dominantes foram *Sciades herzbergii*, *Anableps anableps*, *Colomesus psittacus* e *Cathorops spixii*, sendo que *Sciades herzbergii* (família *Ariidae*) domina as assembleias de

peixes em todo o período de estudo. Este, aparentemente pode ser considerado um padrão para a região do Golfão Maranhense, uma vez que outros estudos obtiveram resultados similares em outros estuários da área (CASTRO, 2001; CARVALHO-NETA; CASTRO, 2008; SILVA JÚNIOR; CASTRO; SAINT-PAUL, 2013, 2014). Segundo Barletta e Blaber (2007), uma considerável tolerância das espécies da família Ariidae a áreas com águas turvas e de baixa salinidade explica por que essa família é dominante em assembleias de peixes estuarinos ao longo de sua distribuição mundial. No Pará, por exemplo, Giarrizzo e Krumme (2008) encontraram uma maior abundância de Ariidae no estuário do Caeté, quando comparado a Curuçá. Os autores concluem que esta ocorrência pode estar associada a um maior aporte de água doce no sistema Caeté e, por conseguinte, uma maior deriva de sedimento, determinando o aumento no número de indivíduos desta família nas gamboas do Caeté.

Numa análise geral das áreas estudadas, as espécies estuarinas apresentam maior índice de contribuição para a composição das assembleias de peixes. Resultados similares foram obtidos nos estuários dos rios Caeté, no Pará (BARLETTA; BLABER, 2007), Cururuca e Anil (SILVA JÚNIOR; CASTRO; SAINT-PAUL, 2014) no Maranhão. Provavelmente essas similaridades estão associadas ao aporte fluvial característico dessas áreas e importante para determinação da composição da ictiofauna. Blaber (2007) afirma que o tipo de substrato, profundidade e turbidez podem ser fatores mais importantes que a salinidade para determinar a distribuição de espécies em estuários tropicais. O estuário do Caeté no estado do Pará, por exemplo, é influenciado pelo Rio Amazonas, onde o alto grau de turvação e sedimentação torna o ambiente propício para o desenvolvimento de espécies estuarinas. Em estuários tropicais é frequente a maior contribuição de espécies estuarinas nas assembleias de peixes (ELLIOTT; DEWAILLY, 1995; BLABER, 2002; ELLIOTT; HEMINGWAY, 2002). Segundo Andrade-Tubino, Ribeiro e Vianna (2008), as costas Norte e Nordeste do Brasil têm os maiores números de espécies estuarino residentes. Castro (1997) comenta que este padrão ocorre devido às características do ambiente e ao comportamento das espécies, o que está relacionado principalmente com padrões tróficos e reprodutivos. Selleslagh e Amara (2008) observaram que em Canche, um pequeno estuário, localizado no norte da França, as assembleias de peixes foram dominadas por espécies estuarinas, que representaram 66,2% da abundância total durante o período de estudo; o que também foi observado por Ley e Halliday (2007) em estuários do norte da Austrália. Segundo Elliott et al. (2007) certas espécies de peixes podem apresentar padrões diferentes em relação ao uso do ambiente dependendo da área geográfica.

No presente trabalho, os zoobentívoros representaram mais da metade do total de indivíduos em todas as áreas estudadas, ao passo que onívoros e herbívoros foram as categorias menos abundantes. Segundo Silva Júnior, Castro e Saint-Paul (2014) a maioria das espécies que ocorrem no Golfão Maranhense são detritívoras e zoobentívoras. Em um estudo comparativo, Giarrizzo e Krumme (2008) também observaram que a contribuição das espécies zoobentívoras nos estuários do Maranhão foi cerca de cinco vezes maior do que aqueles do Pará. Trabalhos que abordam o estudo de guildas tróficas em gamboas do Golfão Maranhense indicam uniformidade na dieta de espécies de peixes capturados, principalmente porque poucas espécies tropicais se especializaram (ABELHA; AGOSTINHO; GOULART, 2001). Paiva, Chaves e Araújo (2008) observaram no estuário do rio Formoso, Pernambuco, que a maioria das espécies que constituem a ictiofauna enquadraram-se como carnívora (especialmente invertebrados). Em consonância com outros estuários como o da Baía de Guaratuba, Paraná, em que este hábito foi evidenciado em 64,9% das espécies (CHAVES; BOUCHEREAU; CHAVES, 2004). Ainda segundo os autores, quanto à classificação das categorias de carnivorina, a maior percentagem (37,5%) de espécies no estuário do Rio Formoso foi de carnívoros de segunda ordem, ou seja, consumidores de invertebrados bentônicos e peixes. Em Manche-à-Eau, Antilhas Francesas, essa categoria trófica foi verificada em 20,1% das espécies de peixes.

É relevante enfatizar o valor quantitativo de obtenção de dados sobre a contribuição de diferentes espécies de peixes para o funcionamento dos estuários. Variações nestas contribuições podem ser utilizadas para a hipótese de como diferenças de pressões seletivas em diferentes tipos de estuário levam a diferenças nas características dos ictiofauna local (ELLIOTT et al., 2007).

No litoral Maranhense é escasso o conhecimento referente ao estudo da ictiofauna e sua relação com estuários e áreas adjacentes, fator limitante para utilização de metodologias padronizadas e comparação com pesquisas de outras áreas. Portanto através deste estudo buscou-se aprimorar o conhecimento referente à comunidade de peixes de canais de maré da baía de São Marcos e descrever alguns processos biológicos e ecológicos (diversidade, distribuição espacial, composição de guildas ecológicas e tróficas, etc.). Os dados obtidos neste estudo acrescentam informações essenciais para o conhecimento das espécies de peixes da ilha do Maranhão.

REFERÊNCIAS

- ABELHA, M. C. F.; AGOSTINHO, A. A. GOURLAT, E. Plasticidade trófica em peixes de água doce. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 23, n. 2, p. 425-434, 2001.
- ANDRADE-TUBINO, M. F.; RIBEIRO, A. L. R.; VIANNA, M. Organização espaço-temporal das ictiocenoses demersais nos ecossistemas estuarinos brasileiros: uma síntese. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 4, p. 640-661, 2008.
- BARLETTA, M.; BLABER, S. J. M. Comparision of fish assemblage and guilds in tropical habitats of the Embley (Indo-West Pacific) and Caeté (Western Atlantic) estuaries. **Bulletin of Marine Science**, v. 80, n. 3, p. 647-680, 2007.
- BLABER, S. J. M. 'Fish in hot water': the challenges facing fish and fisheries research in tropical estuaries. **Journal of Fish Biology**, v. 61, , p. 1-20, 2002. Supplement 1.
- BLABER, S. J. M. Mangroves and fishes: Issues of diversity, dependence, and dogma. **Bulletin of Marine Science**, v. 80, n. 3, p. 457-472, 2007.
- CABERTY, S.; BOUCHEREAU, J. ; CHAVES, P. T. Organisation et fonctionnement trophiques de l'assemblage ichtyque d'un écosystème lagunaire à mangrove antillais au moyen de l'indice trophique de contribution. **Cahier de Biologie Marine**, v. 45, p. 243-254, 2004.
- CARVALHO-NETA, R. N. F.; CASTRO, A. C. L. Diversidade das assembleias de peixes estuarinos da Ilha dos Caranguejos, Maranhão. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 41, n. 1, p. 48-57, 2008.
- CASTRO, A. C. L. Características ecológicas da ictiofauna da ilha de São Luís - MA. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, São Luís, v. 10, p. 1-18, 1997.
- CASTRO, A. C. L. Diversidade da assembleia de peixes em igarapés do estuário do rio Paciência (MA – Brasil). **Atlântica**, Rio Grande, v. 23, p. 39-46, 2001.
- CHAVES, P. T.; BOUCHEREAU, J. L. Trophic organization and functioning of fish populations in the Bay of Guaratuba, Brazil, on the basis of a trophic contribution factor. **Acta Adriatica**, v. 45, n. 1, p. 83-94, 2004.
- DAY, J. W. et al. **Estuarine ecology**. New York: Wiley-interscience, 1989.
- DIFERENCIAL ENERGIA EMPREENDIMENTOS E PARTICIPAÇÃO. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA)**: Empreendimento da Usina Termoelétrica Porto do Itaqui (UTE Porto do Itaqui). São Luís, 2008.
- ELLIOTT, M. et al. The guild approach to categorizing estuarine fish assemblages: a global review. **Fish and Fisheries**, v. 8, n. 3, p. 241-268, 2007.

ELLIOTT, M.; DEWAILLY, F. Structure and components of European estuarine fish assemblages. **Netherlands Journal of Aquatic Ecology**, v. 29, p. 397-417, 1995.

ELLIOTT, M.; HEMINGWAY, K. L. (Eds.). **Fishes in estuaries**. Oxford: Blackwell Science, 2002.

ELLIOTT, M.; McLUSKY, D. S. The need for definitions in understanding estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 55, n. 6, p. 815-827, 2002.

GARRISON, L. P.; LINK, J. S. Dietary guild structure of fish community in the Northeast United States continental shelf ecosystem. **Marine Ecology Progress Series**, v. 202, p. 231-240, 2000.

GIARRIZZO, T.; KRUMME, U. Heterogeneity in intertidal fish fauna assemblages along the world's longest mangrove area in northern Brazil. **Journal of Fish Biology**, Malden, v. 72, n. 3, p. 773-779, 2008.

GREENWOOD, M. F. D.; HILL, A. S. Temporal, spatial and tidal influences on benthic and demersal fish abundance in the Forth Estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, London, v. 58, p. 211-225, 2003.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2001.

KENNISH, M. J. **Ecology of estuaries**. Boston: CRC Press, 1986.

LEY, J. A.; HALLIDAY, I. A. Diel variation in mangrove fish abundances and trophic guilds of northeastern Australian estuaries with a proposed trophodynamic model. **Bulletin of Marine Science**, v. 80, n. 3, p. 681-720, 2007.

LOBRY, J. et al. Structure of the Gironde estuarine fish assemblages: a comparison of European estuaries perspective. **Aquatic Living Resources**, v. 16, n. 2, p. 47-58, 2003.

MATHIESON, S. et al. Fish assemblages of European tidal marshes: a comparison based on species, families and functional guilds. In: HEMINGWAY, K. L.; ELLIOTT, M. (Eds.). **Fishes in estuaries**. Oxford: Blackwell Science, 2000. p. 225-242. (Marine Ecology Progress Series, 204).

MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. **Princípios de oceanografia física de estuários**. São Paulo: Edusp, 2002.

PAIVA, A. C. G.; CHAVES, P. T. C.; ARAÚJO, M. E. Estrutura e organização trófica da ictiofauna de águas rasas em um estuário tropical. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 25, n. 4, p. 647-661, 2008.

PINKAS, L.; OLIPHANT, M. S.; IVERSON, I. L. K. Food habits of albacore, blue-fintuna, and bonito in California waters. **Fish Bulletin**, v. 152, p. 1-105, 1971.

ROOT, R. B. The Niche Exploitation Pattern of the Blue-Gray Gnatcatcher. **Ecological Monographs**, v. 37, n. 4, p. 317-350, 1967.

SELLESLAGH, J.; AMARA, R. Environmental factors structuring fish composition and assemblages in a small macrotidal estuary (eastern English Channel). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 79, v. 3, p. 507-517, 2008.

SILVA JÚNIOR, M. G.; CASTRO, A. C. L.; SAINT-PAUL, U. Caracterização da ictiofauna de três canais de maré do estuário do rio Paciência, Ilha de São Luís, Estado do Maranhão. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 46, p. 5-21, 2013.

SILVA JÚNIOR, M. G.; CASTRO, A. C. L.; SAINT-PAUL, U. Comparative analysis of distribution of intertidal fish assemblages in different estuarine systems on northern coast of Brazil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 6., 2014, Itajaí. **Anais...**, Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí, 2014. p. 874-875.

SIMBERLOFF, D.; DAYAN, T. The guild concept and structure of ecological communities. **Annual Review of Ecology**, v. 22, p. 115-143, 1991.

SPACH, H. L. et al. Temporal variation in fish assemblage composition on a tidal flat. **Brazilian Journal of Oceanography**, São Paulo, v. 52, n. 1, p. 47-58, 2004.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO. Laboratório de Hidrobiologia. **Zoneamento costeiro do Estado do Maranhão**. São Luís, 2003.

VENDEL, A. L. et al. Fish assemblages in tidal flat. **Brazilian Archives an Biology and Technology**, v. 46, n. 2, p. 233-242, 2003.

WEISTEIN, M. P.; BROOKS, H. A. Comparative ecology of nekton residing in a tidal creek and adjacent seagrass meadow: community composition and structure. **Marine Ecology Progress Series**, v. 12, p. 15-27, 1983.

XIMENES, L. Q. L.; MATEUS, L. A. F.; PENHA, J. M. F. Variação temporal e espacial na composição de guildas alimentares da ictiofauna em lagoas marginais no Rio Cuiabá, Pantanal Norte. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 1, p. 205-215, 2011.