



**PPG / UEMA**  
Pró-Reitoria de Pesquisa e  
Pós-Graduação



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PPG  
CENTRO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS – CECEN  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA E BIOLOGIA – DQB  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM RECURSOS AQUÁTICOS E PESCA**

**MARCELO HENRIQUE LOPES SILVA**

**VARIABILIDADE DE ÍNDICES ECOLÓGICOS DA ICTIOFAUNA DO  
COMPLEXO PORTUÁRIO DA BAÍA DE SÃO MARCOS, MARANHÃO**

**SÃO LUÍS/NOVEMBRO  
2016**

**MARCELO HENRIQUE LOPES SILVA**

**VARIABILIDADE DE ÍNDICES ECOLÓGICOS DA ICTIOFAUNA DO  
COMPLEXO PORTUÁRIO DA BAÍA DE SÃO MARCOS, MARANHÃO**

Documento de Dissertação  
apresentada ao Programa de Pós-Graduação  
em Recursos Aquáticos e Pesca da  
Universidade Estadual do Maranhão –  
UEMA como requisito para obtenção do  
título de mestre em Recursos Aquáticos e  
Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Audálio Torres Júnior

Co-orientadora: Profa. Dra. Raimunda N.  
Fortes C. Neta

SÃO LUÍS  
2016

Silva, Marcelo Henrique Lopes.

Variabilidade de índices ecológicos da ictiofauna do complexo portuário da baía de São Marcos, Maranhão / Marcelo Henrique Lopes Silva. – São Luís, 2017.

85 f.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos e Pesca, Universidade Estadual do Maranhão, 2017.

Orientador: Prof. Dr. Audálio Torres Júnior.



# VARIABILIDADE DE ÍNDICES ECOLÓGICOS DA ICTIOFAUNA DO COMPLEXO PORTUÁRIO DA BAÍA DE SÃO MARCOS, MARANHÃO

Documento de Dissertação apresentado ao  
Programa de Pós-Graduação em Recursos  
Aquáticos e Pesca da Universidade Estadual do  
Maranhão – UEMA como requisito para obtenção  
do título de mestre em Recursos Aquáticos e Pesca.

---

Dr. Audálio Rebelo Torres Júnior (UFMA)  
**Orientador**

---

Dra. Zafira da Silva de Almeida (UEMA)  
**1º Examinador**

---

Dr. Antonio Carlos Leal de Castro (UFMA)  
**2º Examinador**

---

Dr. Nivaldo Magalhães Piorski (UFMA)  
**3º Examinador**

---

Dr. Jorge Luiz Silva Nunes (UFMA)  
**1º Suplente**

*Dedico a toda minha família, em  
especial à minha esposa, Renata  
Almeida da Fonseca Silva.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente sempre, à Deus pai todo poderoso, pelas oportunidades dadas ao longo da minha vida, por me conceder saúde, força e coragem para encarar os desafios lançados no mar da vida.

À minha família, meu pai, Martinho Silva, e minha mãe, Maria dos Santos, pela honra de poder representa-los como filho. Aos meus irmãos, Márcia, Marília, Marny e Maxwell, pelo orgulho e incentivo a mim, passados. Aos meus sobrinhos amados, Luís Henrique, João Pedro, Mirella Graziella e Manoela, pelo simples fato de existirem e cobrirem minha vida de felicidades. Por fim, nem tão menos importante minha amada esposa e companheira, Renata Silva, pelos incentivos, carinhos, paciência, amor e dedicação ao seu marido.

Ao meu grande mestre, Prof. Dr. Antonio Carlos Leal de Castro (Totó), por todos os ensinamentos, exemplos, direcionamento, apoio incondicional, companheirismo, paciência..., enfim, sem ele nunca teria chegado onde cheguei, só tenho a agradecer por tudo que esse ser humano fantástico já fez por mim.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Audálio Torres, pela confiança e apoio ao longo dessa jornada de quase dois anos, temos que comemorar, Professor!

À minha Co-orientadora, Profa. Dra. Raimunda Fortes, pela orientação na dissertação, pelas magníficas aulas ministradas, pelo brilhante trabalho desempenhado na Coordenação do PPGRAP, pelos ensinamentos, compreensão, tranquilidade e, acima de tudo, dedicação direcionados para todos os seus alunos, que honra ter feito parte da sua equipe!

Às minhas parceiras incríveis e inigualáveis, Cássia Fernanda e Rayssa Cardoso, que me deram o prazer em conviver desde a graduação e ainda tiveram a ousadia de passar e escolher o mestrado da UEMA por minha causa, esse trabalho também é delas, nada teria acontecido sem a ajuda dessas duas pessoas.

À melhor turma de todos os tempos, Adriana, Draytiane, Cássia, Giulliana, Gleison, Jonatas, Rayssa, Ticiane e Wagner, tínhamos que fazer parte da mesma história de vida, passarmos pelos mesmos momentos juntos. Estamos intimados a continuarmos amigos o resto da vida.

Ao meu parceiro de todas as horas, James Werllen, inteligente, parceiro, humano, humilde, companheiro, brilhante professor e meu amigo, devo algumas publicações a essa pessoa, ele é o “cara”! Aos outros integrantes da Equipe Cão da UFMA, Leonardo, Victor Lamarão, Helen Roberta (minha parceira), Gisele Cardoso, Paula Verônica e Michelle, deixo meu muito obrigado por tudo.

À minha amiga, Thamires Barroso, pelas conversas, trocas de informações ecológicas e sua imensa ajuda ao longo do dessa jornada acadêmica.

Aos amigos, Getúlio Júnior, Moci Rodrigues, Davi Miranda, Denilson Matos, Marcelo Berrêdo, Pedro Amaral e Florípes Nunes, a UFMA precisa de vocês, e eu também.

Aos professores do PPGRAP, Zafira Almeida, Débora Martins, Verônica, Lígia, Marina, Raimunda Fortes, Audálio Torres, pelos ensinamentos de VERDADEIROS PROFESSORES repassados à turma, saibam que deixaram algum legado.

Aos funcionários da UEMA, em especial nossa secretária, Hillana.

Aos meus cunhados, sogros e demais familiares, obrigado pelo companheirismo.

Ao CAPES/FAPEMA, pela concessão de uma bolsa de mestrado.

Aos pescadores que realizaram a captura dos peixes, em especial Santico.

À todas as pessoas que contribuíram, direta ou indiretamente, para esse trabalho.



*“Toda a educação, no momento, não parece motivo de alegria, mas de tristeza. Depois, no entanto, produz naqueles que assim foram exercitados um fruto de paz e de justiça”.*

Hebreus, 12:11

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo analisar a distribuição espaço-temporal da assembleia de peixes e integridade ambiental no complexo portuário da Baía de São Marcos, Maranhão. Os peixes foram capturados em quatro pontos (P1, P2, P3 e P4), durante o período de maio de 2011 e novembro de 2014. Foram utilizadas redes de emalhar, com malhas variando de 18 mm a 60 mm entre nós opostos. Os exemplares foram acondicionados em sacos plásticos etiquetados, colocados em caixa de isopor contendo gelo e transportados para o laboratório, onde foram determinadas as características biométricas. Para caracterizar os padrões de abundância das espécies nas comunidades foram utilizados índices informativos que estimam a diversidade, equitabilidade, similaridade integridade biótica, baseada em atributos e características das espécies. Foram capturados 4.257 indivíduos, classificadas em 56 espécies, distribuídas em 15 ordens e 29 famílias. A ordem dos Siluriformes somaram 22%, restando 17% à ordem Clupeiformes, as ordens Mugiliformes, Perciformes, Pleuronectiformes e Tetraodontiformes registraram 8%, cada uma, Beloniformes 6%, Rajiformes 6% e as demais somaram 19%. As famílias com maior número de espécies foram Sciaenidae (12), Ariidae (7), Carangidae (4), Engraulidae (4) e Mugilidae (3). As espécies mais representativas foram *Genyatremus luteus*, *Sciades proops*, *Macrodon ancylodon*, *Bairdiella ronchus*, *Bagre bagre*, *Mugil gaimardianus*, *Sciades herzbergii* e *Sardinella janeiro*, *Centropomus undecimalis*, *Cynoscion acoupa* e *Trichiurus lepturus*. *Genyatremus luteus* foi o táxon mais representativo e *Sciades proops* apresentou maior valor para a biomassa total. As maiores capturas ocorreram nos meses de maio/2011, julho/2013, agosto/2015 e novembro/2015, e os meses de julho/2011, agosto e novembro/2014 tiveram as maiores contribuições para a biomassa. A diversidade foi maior nos meses de maio/2011, janeiro/2012 e agosto/2015, enquanto a equitabilidade foi elevada nos meses de abril/2013 e agosto/2015. A Análise de Variância One-Way (ANOVA) não indicou diferença entre os meses para os índices de diversidade e equitabilidade. O Modelo de Escalonamento Multidimensional não métrico (MDS) indicou a preferência de alguns táxons para uma maior ocorrência no período chuvoso e outros no período de estiagem sem interferência em termos quantitativos. As espécies carnívoras foram as mais abundantes com 51,79%, as detritívoras somaram 32,14% e onívoras 16,07%. As análises temporais e espaciais do IIB indicaram que as classes de integridade foram classificadas como “Pobre”, onde a pontuação variou entre 28 e 36.

Palavras-chave: Assembleia de peixes. Estuário. Qualidade ambiental.

## ABSTRACT

This study aimed to analyze the spatial and temporal distribution of fish assemblage and environmental integrity at the port complex in the Bay of São Marcos, Maranhão. The fish were captured at four points (P1, P2, P3 and P4) during the period between May 2011 and November 2014. Gill nets were used, with mesh sizes ranging from 18 mm to 60 mm between opposite knots. The specimens were placed in labeled plastic bags and then placed in a polystyrene box containing ice and transported to the laboratory where the biometric features were defined. To characterize the patterns of species abundance in the communities were used informative indexes, which estimate the diversity, equitability similarity and integrity, based on attributes and characteristics of the species.. They were collected temperature data, pH, dissolved oxygen, turbidity and salinity using multiparameter kit. An amount of 4,257 individuals was captured and classified obtaining a number of 56 species belonging to 15 orders and 29 families. The order of Siluriformes totaled 22%, leaving 17% to Clupeiformes order, Mugiliformes orders, Perciformes, Pleuronectiformes and Tetraodontiformes recorded 8% each, Beloniformes 6%, 6% Rajiformes and other totaled 19%. The families with the highest number of species were sciaenids (12), Ariidae (7), Carangidae (4), Engraulidae (4) and Mugilidae (3). The families with the highest number of species were sciaenids (12), Ariidae (7), Carangidae (4), Engraulidae (4) and Mugilidae (3). The most representative species were *Genyatremus luteus*, *Sciades proops*, *Macrodon ancylodon*, *Bairdiella ronchus*, *Bagre catfish*, *Mugil gaimardianus*, *Sciades herzbergii* and *Sardinella January undecimalis* *Centropomus*, *acoupa* *Cynoscion* and *Trichiurus lepturus*. *Genyatremus luteus* was the most representative taxon and *Sciades proops* highest values for total biomass. The largest catch occurred in May / 2011 July / 2013 August / 2015 and November / 2015 and the months of July / 2011, August and November / 2014 had the highest contributions to biomass. Was higher in the months of May / 2011, January / 2012 and August / 2015, while the equitability was high in the months of April / 2013 and August / 2015. The One-Way Variance Analysis (ANOVA) did not indicate a difference between the months for diversity and equitability indexes. The non - metric Multidimensional Scheduling Model (MDS) indicated the preference of some taxa for a higher occurrence in the rainy season and others in the dry season without interference in quantitative terms. The carnivorous species were the most abundant with 51.79%, the detritivorous ones were 32.14% and omnivorous 16.07%. The temporal and spatial analyzes of the IIB indicated that the integrity classes were classified as "Poor", where the scores ranged from 28 to 36.

Key words: Assembly of fish. Estuary. Environmental quality.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 4-1. Baía de São Marcos, São Luís, Maranhão, Brasil. ....   | 18 |
| Figura 5-1. Study área: São Marcos Bay. Sites location, Maranhão, Brasil. ....   | 36 |
| Figura 5-2. Temporal variation of the number of individuals collected and biomass<br>(E = drought, C = rainy). ....  | 36 |
| Figura 5-3. Temporal variation of the ecological indexes (Margalef, Shannon and<br>equitability) of the species of fish collected in São Marcos Bay, State<br>of Maranhão. ....  | 37 |
| Figura 5-4. Spatial variation of the ecological indexes (Margalef, Shannon and<br>equitability) of the species of fish collected in São Marcos Bay, State<br>of Maranhão. ....   | 38 |
| Figura 5-5. MDS (A) and Dendrogram (Bray-Curtis) (B) for abundance among fish<br>assemblages for the months of capture in São Marcos Bay, Maranhão,<br>Brazil. ....              | 39 |
| Figura 5-6. Dendrograma de similaridade (Bray-Curtis) da abundância entre as<br>assembleias de peixes para os locais de captura da baía de São Marcos,<br>Maranhão, Brasil. .... | 40 |
| Figura 6-1. Localização da Baía de São Marcos. Pontos de captura dos peixes,<br>Maranhão, Brasil. ....   | 57 |
| Figura 6-2. Variação espacial (A) e temporal (B) do Índice de Integridade Biótica<br>(IIB) na Baía de São Marcos. ....   | 64 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 6-1. Pontuação de Integridade Biótica, classes e atributos.....  | 58 |
| Tabela 6-2. Pontuações utilizadas na determinação da Integridade Biótica para a<br>comunidade de peixes da baía de São Marcos. .... | 59 |
| Tabela 6-3. Lista das espécies registradas ao longo do período de amostragem.....   | 61 |

## SUMÁRIO

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | INTRODUÇÃO .....  | 13 |
| 2   | OBJETIVO GERAL .....  | 14 |
| 2.1 | Objetivos Específicos.....  | 14 |
| 3   | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....   | 14 |
| 4   | MATERIAL E MÉTODOS .....  | 17 |
| 4.1 | Área de Estudo .....  | 17 |
| 4.2 | Coleta e análise dos peixes.....  | 18 |
|     | RESULTADOS .....  | 19 |
| 5   | COMPOSITION OF THE FISH COMMUNITY IN A PORT REGION OF<br>THE AMAZONIC COAST IN THE STATE OF MARANHAO, BRAZIL.....         | 19 |
|     | IntroduCTION .....  | 21 |
|     | METHODS.....  | 22 |
|     | RESULTS.....  | 24 |
| 6   | ICTIOFAUNA COMO INDICADOR DE INTEGRIDADE BIÓTICA EM<br>UMA REGIÃO PORTUÁRIA DA COSTA AMAZÔNICA<br>MARANHENSE, BRASIL..... | 54 |
|     | Introdução.....   | 55 |
|     | MATERIAL E METÓDOS.....   | 56 |
|     | RESULTADOS .....  | 61 |
|     | DISCUSSÃO.....  | 64 |
|     | REFERÊNCIAS .....   | 68 |
|     | AGRADECIMENTOS .....  | 73 |
| 7   | CONCLUSÃO .....   | 77 |
| 8   | REFERÊNCIAS.....  | 79 |

## 1 INTRODUÇÃO

Os ecossistemas costeiros e estuarinos são alguns dos sistemas naturais mais usados e ameaçados no planeta (LOTZE et al., 2006; WORM et al., 2006; HALPERN et al., 2008). As zonas costeiras mundiais estão sob estresse ambiental como resultado das atividades humanas que incluem ocupação irregular, pesca, turismo, agricultura, aquicultura e atividades industriais (RAZ-GUZMAN; HUIDOBRO, 2002).

A zona costeira maranhense abriga um mosaico de ecossistemas de alta relevância ambiental, com destaque para a Baía de São Marcos que está inserida no chamado Golfão Maranhense, formado por estuários, ilhas, praias, manguezais e áreas de proteção ambiental. A área está submetida a grande interferência antrópica, tendo em vista que integra um importante complexo portuário, composto por vários terminais marítimos (Itaqui, VALE, ALUMAR/ALCOA), além de um distrito industrial da capital, São Luís.

A região apresenta necessidade do desenvolvimento de pesquisas que visem fornecer informações sobre os efeitos causados pela interferência humana, baseado no comportamento dos organismos aquáticos. Neste cenário, as comunidades de peixes são indicadores especiais que respondem às alterações nas características físico-químicas do ambiente aquático, refletindo as condições desse ecossistema. As principais respostas destes organismos às mudanças ambientais podem se manifestarem na forma de estresse, alterações nas atividades metabólicas, composição e estruturação das comunidades (ALBINATI et al., 2007; BECKER et al., 2009; REID et al., 2008).

O conhecimento sobre a comunidade de peixes de determinada região constitui-se em importante instrumento para auxiliar na gestão adequada desses recursos naturais e, dentro de uma perspectiva mais ampla, para ordenar de forma integrada os usos dos ecossistemas (CARVALHO-NETA, 2004).

Dentre as vantagens da utilização da comunidade de peixes como indicador da qualidade ambiental, destacam-se a alta sensibilidade de muitas espécies às variações do ambiente, a disponibilidade de informações sobre o ciclo de vida de grande número de espécies, por representarem uma variedade de níveis tróficos, incluindo alimentos tanto de origem aquática como terrestre. Sendo assim, os peixes podem inclusive revelar a qualidade ambiental do entorno, uma vez que a estrutura das comunidades parecem estar diretamente relacionadas com a integridade física do habitat (Casatti et al. 2006).

Portanto, a avaliação dos padrões de distribuição da ictiofauna poderão evidenciar a importância da área como possível zona de reprodução, alimentação e desenvolvimento para algumas espécies de peixes, bem como identificar possíveis interferências ocasionadas pelas atividades portuárias. Os resultados poderão subsidiar o desenvolvimento de estratégias de conservação e/ou de gestão para a fauna de peixes, considerando a importância ecológica e socioeconômica da região.

O trabalho será apresentado da seguinte forma: objetivos, fundamentação teórica sobre baías, áreas portuárias, ecologia das comunidades de peixes em áreas tropicais. Os resultados serão discutidos na forma de dois artigos, sendo: a) o capítulo I, que abordará uma discussão sobre a variabilidade temporal da composição e estrutura ecológica dos peixes capturados no complexo portuário da baía de São Marcos e, b) o capítulo II, que discutirá sobre a utilização dos peixes como indicador de integridade biótica no sistema estuarino, sendo diagnosticadas por atributos e características das espécies.

## **2 OBJETIVO GERAL**

Analisar a distribuição espaço-temporal da assembleia de peixes no complexo portuário da Baía de São Marcos, Maranhão.

### **2.1 Objetivos Específicos**

- Descrever a composição da ictiofauna presente na região;
- Determinar as variações temporais espaciais da biomassa, diversidade, equitabilidade e número de espécies;
- Utilizar a assembleia de peixes para identificar alterações na integridade biótica do sistema estuarino

## **3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A implementação de políticas voltadas para o aproveitamento dos recursos marinhos e estuarinos na produção de alimentos, em grande escala, devem ser priorizadas para os estados localizados na zona costeira (CASTRO, 1997).

Os ecossistemas marinhos cada vez mais têm sofrido exploração de seus recursos e ambientes. As principais ameaças à conservação e aproveitamento sustentável dessas regiões são as atividades relacionadas à especulação imobiliária, ao turismo predatório, às atividades portuárias e de extração de petróleo, bem como o aumento do esforço de pesca por barcos com tecnologias mais efetivas (VERA, 2010).



Os ecossistemas são dinâmicos e complexos, devido às interações entre as suas componentes físicas, químicas e biológicas, por isso o seu estudo requer um elevado conhecimento de todos os seus processos, estrutura e funcionamento (INGLÊS, 2010).

Mudanças nas comunidades de peixes ao longo do tempo foram registradas na maioria dos habitats costeiros e são muitas vezes relacionadas as variáveis abióticas (temperatura, salinidade) ou impactos antropogênicos, como a pesca (JACKSON et al., 2001; LAST et al., 2011), a poluição e degradação do habitat (HEWITT et al., 2008; DEFEO et al., 2009; ECOUTIN et al., 2010).

As zonas costeiras abrigadas, tais como estuários e lagoas são de grande importância para a sobrevivência de uma grande quantidade de espécies (PEREIRA; SOARES-GOMES, 2002). Em virtude da grande oferta de alimento e habitats existentes nas regiões costeiras, muitas das espécies de peixes marinhos escolhem estes ambientes como área de reprodução, desenvolvimento e alimentação (MODDE, 1980; RUPLE, 1984; GAELZER; ZALMON, 2003).

Este fato tem sido amplamente documentado na literatura através da descrição da composição e estrutura, bem como dos padrões de variações espaciais e temporais, dos grupos mais abundantes (LIVINGSTON et al., 1976; AMEZCUA; YAÑEZ, 1980; CUNNINGHAM, 1983; HOOK, 1991; WRIGHT, 1991; NETO et al., 1990; BLABER et al., 1992; SEDBERRY; CARTER, 1993; VILLARROEL, 1994).

O litoral maranhense tem as mais extensas áreas de estuários do país, fato também decorrente das significantes amplitudes de marés e, conseqüentemente, esse complexo estuarino vem representar um dos recursos necessariamente considerado no desenvolvimento econômico do Estado (CASTRO, 1997). Sua costa está localizada em uma área de salinidade variável que se estende até a Venezuela, devido à influência fluvial acumulada principalmente dos rios Amazonas, Orinoco e Tocantins (TORRES et al., 2004).

A Ilha do Maranhão ocupa a parte central do Golfão Maranhense, sendo separada do continente pelo estreito dos Mosquitos, que conjuntamente com o estreito dos Coqueiros, misturam as massas aquosas da baía de São José/Arraial com as da baía de São Marcos (SANTOS et al., 2004).

A Baía de São Marcos é caracterizada como uma extensa zona estuarina, amplamente aberta sobre a plataforma continental interna (EL-ROBRINI et al., 2006),

constituindo um importante local de pesca, onde está localizado o porto mais importante do nordeste do Brasil (CARVALHO-NETA; TORRES; ABREU-SILVA, 2012). A Baía tem um canal central com profundidades de até 97 m (MARINHA DO BRASIL, 1999), que serve para as principais instalações portuárias: Porto de São Luís, Porto de Itaqui, terminal Ponta da Madeira, e Terminal da Alumar (GORBEÑA; QASSIM; ROSMAN, 2015).

Vale ressaltar que estuários apresentam uma importância especial para a economia pesqueira, fundamentando-se essencialmente sobre sua produtividade orgânica. No ambiente estuarino, além da existência do grupo dos moluscos, cujas populações se desenvolvem permanentemente com altas densidades, há a ocorrência de várias espécies marinhas de peixes e crustáceos de importância comercial, que utilizam os estuários durante as primeiras fases do ciclo de vida (MCHUGH, 1985).

Entre os principais recursos potencialmente exploráveis nos estuários, destacam-se as populações de peixes pela expressiva fonte de suprimento alimentar de proteínas e pela notável biomassa disponível. Sob o ponto de vista ecológico, o balanço energético dentro do sistema estuarino é regulado pelas comunidades ictiofaunísticas, que desempenham importantes funções através dos processos de transformação, condução, troca e armazenamento de energia nos vários níveis tróficos do ecossistema (YÁÑEZ-ARANCIBIA, 1978).

As comunidades de peixes são mais frequentemente usadas para avaliar e/ou monitorar mudanças em ambientes estuarinos. Devido sua posição dentro da bacia de drenagem, esses ambientes estão entre os mais impactados por atividades humanas. Por apresentar características marinhas e de água doce, os estuários abrigam uma ampla diversidade faunística com requisitos básicos para seus ciclos de vida, tais como habitats-chaves para reprodução, alimentação e crescimento (LOBRY et al., 2003).

Os peixes têm sido utilizados como bioindicadores representativos para determinar o estado de saúde dos ecossistemas (WHITFIELD, 1996; ARAÚJO, 1998; WHITFIELD & ELLIOT, 2002). A utilização do Índice de Integridade Biótica surge como ferramenta capaz de avaliar mudanças no estado de um ecossistema como resultado de resposta de gestão (PINTO et al., 2009).

A avaliação de integridade biótica utilizando a comunidade de peixes descrita por Karr (1981) é utilizada como modelo e adaptada em diferentes regiões, visto que os

ambientes e a ictiofauna são diferenciados e peculiar para cada local. Os índices de integridade biótica baseados em assembléias de peixes foram aplicados inicialmente em regiões temperadas (DEEGAN et al., 1997; HUGHES et al., 2002; HARRISON & WHITFIELD, 2004), e adaptados no Brasil para avaliar segmentos de grandes rios (PINTO & ARAÚJO, 2007), reservatórios (PETESSE et al., 2007), estuários (PUENTE *et al.* 2008) e canais na região Sul (BOZZETTI & SCHULZ, 2004) e Sudeste (FERREIRA & CASATTI, 2006).

A percepção da crescente predominância de um determinado grupo bioecológico, associado com outros parâmetros tais como riqueza, diversidade e a análise de outros mecanismos básicos que controlam a ecologia dos peixes estuarinos, acabam por gerar subsídio para o correto manejo dos ambientes costeiros e suas comunidades bióticas.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Área de Estudo**

A Baía de São Marcos está localizada no litoral central do Estado do Maranhão, na região conhecida como Golfão Maranhense (Figura 4-1). Possui com orientação principal NE-SW e apresentando largura de 50 Km na porção Norte, 15 Km na região central (entre Alcântara e a Ponta de São Marcos), 25 Km na altura da ilha dos Caranguejos e 4 Km na foz do Rio Mearim (EL-ROBRINI et al., 2006).

O complexo estuarino de São Marcos possui a maior baía da costa Norte do Brasil, sendo delimitada a oeste pelo continente, a leste pela ilha do Maranhão (ou de São Luís) e ao sul pela foz do rio Mearim. Possui um grande canal de entrada, entre a ponta Pirajuba, a oeste, e a ponta do Araçagi, a leste; afinilando-se para o sul, até a foz do rio Mearim. Apresenta canais com grandes profundidades; suas margens são baixas, com algumas pequenas elevações na ilha do Maranhão; sendo o desaguadouro de inúmeros rios (DHN, 2013).

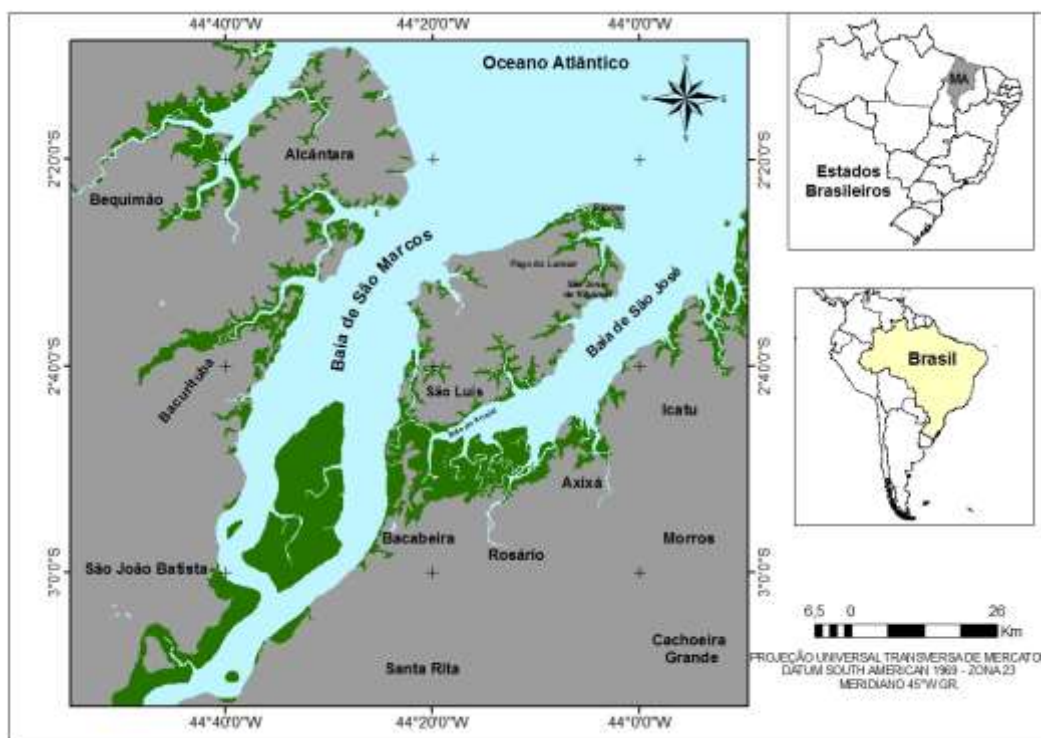


Figura 4-1. Baía de São Marcos, São Luís, Maranhão, Brasil.

#### 4.2 Coleta e análise dos peixes

Foram realizadas 18 coletas no período de maio/2011 a novembro/2015. As amostragens foram realizadas em 04 pontos de coleta (P01, P02, P03 e P04) com auxílio de redes de emalhe, com malhas variando de 18 mm a 60 mm entre nós opostos. Os peixes foram acondicionados em sacos plásticos etiquetados, colocados em caixa de isopor contendo gelo e transportados para o laboratório, onde foram determinadas as características biométricas (comprimento / peso) e biológicas (sexo, estágio gonadal, estágio de repleção, etc.).

A identificação das espécies obedeceu a metodologia empregada por Cervigon *et al.* (1992), Figueiredo (1977) e Fischer (1978).

1 **RESULTADOS**

2 **5 COMPOSITION OF THE FISH COMMUNITY IN A PORT REGION OF**  
3 **THE AMAZONIC COAST IN THE STATE OF MARANHAO, BRAZIL <sup>1</sup>**

4 MARCELO HENRIQUE LOPES SILVA<sup>1</sup>

5 AUDÁLIO REBELO TORRES JÚNIOR<sup>1,2</sup>

6 ANTONIO CARLOS LEAL DE CASTRO<sup>3</sup>

7 JAMES WERLLEN DE JESUS AZEVEDO<sup>4</sup>

8 RAIMUNDA NONATA CARVALHO NETA<sup>1,2</sup>

9 *<sup>1</sup>Master Program in Aquatic Resources and Fisheries (PPGRAP) of the State University of Maranhão*  
10 *(UEMA), Campus Paulo VI, São Luís, Maranhão, Brazil*

11 *<sup>2</sup>Master Program in Oceanografia (PPGOceano), Federal University of Maranhão (UEMA), Campus do*  
12 *Bacanga, São Luís, Maranhão, Brazil*

13 *<sup>3</sup>Master Program in Healthy and Environment, State University of Maranhão (UEMA), Campus Paulo VI,*  
14 *São Luís, Maranhão, Brazil*

15 *<sup>4</sup>Federal University of Maranhão (UEMA), Campus do Bacanga, São Luís, Maranhão, Brazil*

16  
17

18 Author's mail address: Marcelo Henrique Lopes Silva, Rua Nestor Ferreira, nº 65, Sá  
19 Viana, São Luís, Maranhão, Brasil, CEP: 6508-280, e-mail: [marceloh10@yahoo.com.br](mailto:marceloh10@yahoo.com.br)

20

21 Fish community of the Amazonic coast in Maranhão

22

23 **Acknowledgments**

24 We would like to thank the Department of Oceanography and Limnology, linked to the Federal  
25 University of Maranhão, for funding the research, the Master Program in Aquatic Resources and  
26 Fisheries of the State University of Maranhão, for the development of data analysis, and the  
27 Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) for funding the  
28 research grant.

29

---

<sup>1</sup> Artigo submetido a Fisheries Management and Ecology – B1 na área de avaliação em Zootecnia/Recursos  
Pesqueiros

30 COMPOSITION OF THE FISH COMMUNITY IN A PORT REGION OF THE  
31 AMAZONIC COAST IN THE STATE OF MARANHAO, BRAZIL

32

33 ABSTRACT

34 The characterization of the ichthyofaunistic composition in a port area in São Marcos Bay  
35 was evaluated based on the spatial and temporal distributions to identify potential changes  
36 in the structure of the assemblages as a response of anthropic pressure. Abundance,  
37 diversity and some ecological indexes were obtained from the data. The composition of  
38 ichthyofauna was represented by a total of 56 species, distributed in 15 orders and 29  
39 families. The most representative orders were Siluriformes and Clupeiformes. The  
40 families with the highest number of species were Sciaenidae and Ariidae. Seasonal  
41 distributions of abundance and biomass did not reveal significant differences ( $p > 0.05$ ),  
42 unlike abundance between sampling sites. The ANOVA did not indicate difference  
43 between the months for diversity and equitability indexes. The non-metric  
44 Multidimensional Scaling Model indicated the preference of some taxa for rainy season  
45 and others for the dry season.

46 Keywords: Ichthyofauna, estuary, ecological indexes.

47

48 RESUMO

49 A caracterização da composição ictiofaunística na região portuária da Baía de São Marcos foi  
50 avaliada com base nas distribuições espaciais e temporais das espécies para identificar possíveis  
51 mudanças na estrutura das assembleias como reflexo da pressão antrópica. A partir dos dados  
52 obtidos foram determinados a abundância, diversidade e alguns índices ecológicos. A composição  
53 da ictiofauna foi representada por um total de 56 espécies, distribuídas em 15 ordens e 29 famílias.  
54 As ordens mais representativas foram Siluriformes e Clupeiformes. As famílias com maior  
55 número de espécies foram Scianidae e Ariidae. As distribuições sazonais da abundância e  
56 biomassa não revelaram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ), diferentemente da abundância entre  
57 os pontos de coleta. A ANOVA não indicou diferença entre os meses para os índices de  
58 diversidade e equitabilidade. O Modelo de Escalonamento Multidimensional não métrico indicou  
59 a preferência de alguns táxons para uma maior ocorrência no período chuvoso e outros no período  
60 de estiagem.

61 Palavras-chave: Ictiofauna, estuário, índices ecológicos.

## 62 INTRODUCTION

63 Estuaries are transition areas between freshwater and the marine environment  
64 (Whitfield 1999). Thus, estuaries are among the most productive biological areas on Earth  
65 (Costanza *et al.* 1997). Coastal habitats are exposed to marine and terrestrial processes,  
66 which influences their structural characteristics, affecting the distribution patterns of fish  
67 communities (Nero & Sealey 2006).

68 Estuarine environments, particularly the São Marcos Bay (Brazil), where there is  
69 a port area of national and international importance (Carvalho-Neta *et al.* 2014), are  
70 characterized by high primary productivity and provide feeding and breeding places for  
71 many species of fish and other aquatic organisms, many of which are of commercial value  
72 (Viana & Lucena Frédou 2014).

73 The Itaqui Port, together with the private terminals of Vale and Alumar, is part of  
74 the second largest port complex in the country, and it is the main driver of economic and  
75 social development in the state of Maranhão (Assis *et al.* 2013). In this area, the catching  
76 of estuarine and marine fish still is of great relevance for the adjacent fishing  
77 communities.

78 Fish communities have great biological importance, as they can influence the  
79 composition, abundance and distribution of time space of other biotic communities in  
80 estuaries (Borges *et al.* 2010). Many species of ichthyofauna depend on estuaries at some  
81 stage of their lives for recruitment, breeding and feeding activities (Loneragan 1999;  
82 Kimmerer 2002). Changes in the composition of communities act as an important  
83 parameter to indicate the quality of the ecosystem. Thus, several studies have highlighted  
84 the ichthyofaunistic community as an indicator of environmental quality (Falcão *et al.*  
85 2008; Silva-Júnior *et al.* 2013, Mourão 2015 *et al.* Fisch *et al.* 2015).

86           There are different approaches used in describing fish assemblages as well as the  
87 factors that influence their variation. Some studies focus on environmental influences on  
88 the structure of communities (Thiel *et al.* 1995; Lara & González 1998; Marshall & Elliott  
89 1998; Araújo *et al.* 2012), others describe seasonality (Maes *et al.* 1998) and some only  
90 consider spatial patterns (Araújo *et al.* 1997; Araújo *et al.* 1998), without determining an  
91 effective cause. It is important to take into account anthropic actions in the estuarine  
92 habitats and, consequently, in the fish assemblages associated with them, which may  
93 directly affect the biological, physiological and behavioral patterns of the species  
94 (Whintifield 2002).

95           Thus, it is extremely important to identify possible changes in the structure of fish  
96 assemblages in São Marcos Bay, based on spatial and temporal distributions of their  
97 communities, as a response of anthropic pressure increase associated with industrial and  
98 port activities.

## 99 **METHODS**

### 100 **Study area**

101           The collections were carried out in São Marcos Bay, located on the Island of São  
102 Luís, State of Maranhão, Brazil. The following sampling locations were defined: Site 1  
103 (44° 22' 19.745" W and 2° 33' 34.062" S), which is a more sheltered and the densest area  
104 of mangrove plant species; Site 2 (44° 21' 59.359" W and 2° 33' 21.469" S) and Site 3  
105 (44° 21' 47.033"W and 2° 33' 7,150" S), areas closer to the mainland and under the  
106 influence of the port complex; Site 4 (44° 22' 5.857" and W 2° 32' 42.265" S), which is  
107 the farthest site from the port, it is also the deepest site (Figura 5-1).

108

109



## 110 **Sampling**

111 Fish samples were collected from May/2011 to November/2015, with a total of 18  
112 sampling. The species were collected in 4 sites (P1, P2, P3 and P4) with the aid of gillnets,  
113 with meshes ranging from 18 mm to 60 mm between opposing nodes.

114 The samples of fish were placed in plastic bags, stored in the ice and taken to the  
115 Laboratory of Ichthyology of the Federal University of Maranhão. The biological material  
116 was identified up to the species level, using the studies developed by Cervigon *et al.*  
117 (1992), Figueiredo *et al.* (1980, 2000) and Fischer (1978). In addition, some  
118 identifications were updated using the Fishbase database (Froese & Pauly 2009). For each  
119 specimen, the total length (cm), standard length (cm) and total weight (g) were obtained.  
120 Part of the identified material was fixed in 10% diluted formaldehyde and later preserved  
121 in 70% alcohol. Then, it was stored in the Collection Room of the Laboratory of  
122 Hydrobiology of the Federal University of Maranhão.

## 123 **Data analysis**

124 From the results, abundance and biomass data were obtained for the species  
125 captured during the study. For the ecological characterization of the samples of fish  
126 communities, informative indexes that estimate the diversity, dominance and equitability  
127 between the species were used (Pielou 1969; Ludwig & Reynolds 1988). The ecological  
128 attributes of the ichthyofaunistic communities were estimated to distinguish species  
129 composition according to temporal variations (months of capture) and spatial (catching  
130 sites) and to assess changes in the biological community.

## 131 **Statistical Analysis**

132 Abundance data were logarithmized and introduced into matrices in the following  
133 softwares: STATISTICA version 7.0 (Statsoft Corp, USA); PAST, version 2.17  
134 (Paleontological Statistics) and PRIMER 6.0. Statistical analyzes were applied for the

135 interpretation of data on community structure, richness and abundance, both spatial and  
136 temporal.

137 To test the normality of the data and the homogeneity of the variances, the  
138 Kolmogorov-Smirnov and Levene tests were used, respectively. When the normality and  
139 homogeneity assumptions were met, the one-way ANOVA was used to test temporal and  
140 spatial differences between environmental variables, number of fish, number of species,  
141 biomass and between the diversity indexes of Shannon-Wiener and Pielou equitability  
142 (Pielou 1969; Ludwig & Reynolds 1988).

143 Moreover, in cases where only the assumption of variance homogeneity was met,  
144 ANOVA was used, since Variance Analysis is robust for deviations from normality.  
145 When the results of the Analysis of Variance indicated significant differences ( $p < 0.05$ ),  
146 the Tukey test (a posteriori) was used to identify differences between the means. In cases  
147 where both ANOVA assumptions were not met, the Kruskal-Wallis nonparametric  
148 method (Conover 1990; Sokal & Rohlf 1995) was used, followed by the non-parametric  
149 Mann-Whitney test, according to the PAST software routine.

## 150 **RESULTS**

### 151 **Composition and structure of the community**

152 A total of 4,257 individuals from 56 species were collected at four sites along São  
153 Marcos Bay between the years of 2011 and 2015. The species were distributed in 15  
154 orders and 29 families, of which 22% belongs to the siluriformes order, 17% to the order  
155 Clupeiformes. The orders Mugiliformes, Perciformes, Pleuronectiformes and  
156 Tetraodontiformes represented 8% each, Beloniformes 6%, Rajiformes 6% and others  
157 represented 19%. The families with the highest number of species were Sciaenidae (12),  
158 Ariidae (7), Carangidae (4), Engraulidae (4) and Mugilidae (3).

159 The species *Genyatremus luteus*, *Sciades proops*, *Macrodon ancylodon*,  
160 *Bairdiella ronchus*, *Catfish catfish*, *Mugil gaimardianus*, *Sciades herzbergii* and  
161 *Sardinella janeiro* presented dominance in numbers of individuals representing 63% of  
162 the total catch (Tabela 6-1). *Genyatremus luteus* was the most significant taxon in  
163 collected specimens, accounting for 10% of the total catch, with a total of 417 individuals.

164 The total catch weight was 544.997,53 g, in which *Sciades proops* was the most  
165 representative with 20% (109,902.29 g) of the total catch, followed by *Macrodon*  
166 *ancylodon*, *Catfish catfish*, *Centropomus undecimalis*, *Genyatremus luteus*, *Sciades*  
167 *herzbergii*, *Cynoscion acoupa* and *Trichiurus lepturus*, with a total of 75% of the sample.

168 The results indicated higher catches in May/2011, July/2013, August/2015 and  
169 November/2015 (Figura 5-2), and the species that contributed most to this result were  
170 *Genyatremus luteus*, *Lile piquitinga*, *Bairdiella ronchus*, *Sciades proops*, *Sardinella*  
171 *janeiro*, *Macrodon ancylodon* and *Mugil gaimardianus*. The months with the lowest catch  
172 rates were February and August 2015.

173 Regarding total biomass, the highest catches were observed in the months of  
174 July/2011, followed by August and November/2014 (Figura 5-2). The species that  
175 contributed most to this increase were *Amphiarius rugispinis*, *Catfish catfish*,  
176 *Centropomus undecimalis*, *Cynoscion acoupa*, *Macrodon ancylodon*, *Micropogonias*  
177 *furnieri* and *Sciades proops*.

178 Regarding the seasonal distribution of abundance and biomass, the homogeneity  
179 of the variances ( $p > 0.05$ ) was verified, thus allowing the use of ANOVA. The results of  
180 the parametric test also indicated seasonal similarity ( $p > 0.05$ ) in the distribution of  
181 abundance ( $p = 0.957$ ) and biomass ( $p = 0.839$ ), from May 2011 to November 2015.

182 The Levene's test indicated that the samples were spatially heterogeneous.  
183 Therefore, the Kruskal-Wallis non-parametric test was used to verify whether there was

184 difference in the species abundance per collection site. The test indicated a significant  
185 difference between the sites ( $p < 0.001$ ), and by applying the non-parametric Mann-  
186 Whitney test the pairs of groups were compared, which only the site P01 showed  
187 difference in relation to the others, confirming the preference of individuals for this area.

### 188 **Fish diversity**

189 The diversity index of Shannon indicated a peak of high diversity in May/2011,  
190 January/2012 and August /2015 (Figura 5-3A). The Pielou equitability was always very  
191 high, with the highest averages for the months of April/2013 and August/2015 (Figura  
192 5-3A). The application of ANOVA did not indicate difference between the months for  
193 the diversity indexes of Shannon and Pielou equitability.

194 Regarding the variation of the indexes for the catch sites, the diversity of Shannon  
195 diversity was observed for P1 (Figura 5-4). For the Pielou equitability, it was verified that  
196 P4 showed better uniformity for the dominance of the species. The analysis of the indexes  
197 showed heterogeneity between the points (Figura 5-4).

### 198 **Ichthyofaunistic similarity**

199 Non-metric multidimensional scaling (MDS) for the sampled months revealed the  
200 formation of two groups, at a level of 66%. The group A, with similarity of 61.55%,  
201 formed mostly during the months of the dry season, October/2011, January/2012,  
202 October/2012, August/2014, November/ 2014, May/2015 and August 2015, and group B  
203 with similarity of 60.37%, with the months of the rainy season, January/2013, April/2013,  
204 February/2014, May/2014 and February/2015 (Figura 5-5A). The species that most  
205 contributed to the formation of group A were *Macrodon ancylodon*, *Catfish catfish* and  
206 *Genyatremus luteus*, whereas *Sciades proops*, *Bairdiella ronchus*, *Genyatremus luteus*  
207 were the species that most contributed to the formation of group B. The dissimilarity

208 between the groups was 39.17%, and the species with the highest contribution percentage  
209 were *Sardinella janeiro* and *Mugil gaimardianus*.

210 The dendrogram of grouping among the 56 taxa identified during the study  
211 revealed the formation of four distinct groups (a, b, c, and d) and three isolated species  
212 (*L. surinanmensis*, *S. setapinis* and *C. jamaicensis*), considering a similarity level of 13%  
213 (Figura 5-5B). In group A, with similarity of 19%, two subgroups were formed, both with  
214 similarity level of 27%, with the first subgroup formed by the the species *M. americans*,  
215 *P. atherinoides*, *S. janeiro*, *M. gaimardianus*, *S. herzbergii*, *B. ronchus*, *S. proops*, *G.*  
216 *luteus*, *B. catfish* and *M. ancylodon* and the other group formed by the species *C.*  
217 *microlepidotus*, *P. castelnaeana*, *C. edentulus*, *M. incilis*, *A. rugispinis*, *S. plagusia*, *M.*  
218 *C. spp.*, And *L. piquitinga*, *S. lepturus*, *C. undecimalis*, *A. lineatus*, *C. acoupa*, *C.*  
219 *leiarchus*, *S. marina*, *B. surinamensis*, *L. jocu*, *P. virginicus*, *S. stellifer*, *C. spixii* and *L.*  
220 *piquitinga*. Group B showed the grouping of the species *C. latus*, *A. tibicen*, *D. rhombeus*,  
221 *C. faber*, *E. saurus*, *M. furnieri*, *H. bonillai*, *S. naso*, *C. jamaicensis*, *P. palometa*, *R.*  
222 *Horkelli* and *T. falcatus*. Group C was formed with a similarity level of 69%, and included  
223 the species *R. lalandii*, *A. quadriscutis*, *A. monóceros* and *N. micros*, and the group D that  
224 was formed by *C. parallelus*, *C. psittacus*, *A. Spinifer*, *S. timucu*, *G. micrura*, *D. guttata*  
225 and *O. vespertilio*, presented similarity level of 19%.

226 The Cluster analysis for the catch sites, showed that the sites 2, 3 and 4 were more  
227 similar at the level of 70%, while site 1 was the most dissimilar (Figura 5-6). The species  
228 that most contributed to the similarity of these sites were *S. proops*, *M. ancylodon*, *B.*  
229 *catfish*, *G. luteus*.

## 230 **DISCUSSION**

231 The composition of the ichthyofauna of São Marcos Bay (Maranhão, Brazil)  
232 presented differences in the spatial distributions of the study area. Schwarz (2005) states

233 that differences in the composition of the ichthyofauna between areas occur in part  
234 because of the relationship among the number of niches available, the total size of the  
235 area and the applied sampling effort. The sites 2, 3 and 4 analyzed in the present study  
236 are located furthest from the areas of mangrove vegetation, while site 1 is located in a  
237 more sheltered area, thus the interference from the port area is lower. Mangrove areas act  
238 as a shelter, breeding ground and source of food for various organisms, while several  
239 species of fish use this habitat for their biological and ecological activities (Moreira  
240 Osório *et al.* 2011)

241 The diversity indexes calculated for the 4 sampling sites are lower than those  
242 recorded in the more internal estuarine zones of the Island of São Luís, for example,  $H' =$   
243 3,086 in the Paciencia River estuary (Castro 2001). This situation can be justified due to  
244 the existence of larger areas of mangrove shelter in the innermost stretches of the  
245 estuarine areas of the island.

246 The MDS technique used in this research, based on the abundance of the fish  
247 species of Sao Marcos Bay, showed a differentiated seasonal occurrence. Similar results  
248 were verified by Veigas *et al.* (2006), and such seasonal variations in fish assemblages  
249 were justified as a common feature of dynamic ecosystems, such as estuaries. The pattern  
250 observed for Sao Marcos Bay reflects variation of the dominant species, represented by  
251 *Genyatremus luteus* in terms of abundance and *Sciades proops* regarding biomass.

252 *Sardinella janeiro* and *Mugil gaimardianus* were the species that most contributed  
253 to the differentiation between the months of the years that were analyzed. These taxa form  
254 schools and seek estuarine areas to carry out their breeding activities. Seasonal peaks are  
255 generally attributed to the arrival of juveniles of many marine species that use shallow  
256 water ecosystems as nurseries (Dulcic *et al.* 1997; Cabral 1999).

257           The Cluster analysis showed differentiation of the species with occurrence both  
258 in the rainy season and in the dry season. This situation can be attributed mainly to the  
259 registration of occasional species in the area, since many juvenile species were present in  
260 the samplings, suggesting that the area acts as a nursery and as a place of growth of many  
261 organisms. In the estuary of Michoacan, Sandoval-Huerta (2014) verified the occurrence  
262 of several juvenile individuals, evidencing the fish preference for these areas, in the initial  
263 stage of life.

264           The similarity observed for the 56 taxa identified in São Marcos Bay port area  
265 indicated the formation of group C, which included species such as *R. lalandii*, *A.*  
266 *hipsristis*, *A. monoceros* and *N. micros*, and group D formed by *C. C. parallelus*, *C.*  
267 *psittacus*, *A. spinifer*, *S. timucu*, *G. micrura*, *D. guttata* and *O. vespertilio*, where the  
268 grouping pattern presented in both groups seems to be associated to the low levels of  
269 occurrence of the individuals, which suggests that these species are rare in the area where  
270 the study was carried out. The richness and composition of rare species may be related to  
271 the characteristics of the estuary, such as the degree of connectivity with the ocean and  
272 the volume of the water body (Mendoza *et al.* 2009).

273           The similarity of group A connected two major subgroups, the first one formed  
274 by species present in all campaigns, with high values of abundance and biomass, in  
275 addition to high relevance for artisanal fishing in the region. Carvalho-Neta (2008) states  
276 that the presence of these individuals, in the area of São Marcos Bay, indicates that this  
277 estuarine environment presents an important ecological role of breeding fish that have an  
278 economic importance for artisanal fishing in the state of Maranhão. Group B showed  
279 species present only at certain periods of the year, showing defined intolerance to  
280 variations in the environment, considering that the temporal distribution of adults and

281 juveniles is strongly influenced by changes in environmental factors such as temperature  
282 and salinity (Yáñez Arancibia 1985; Laroche *et al.* 1997).

283         The temporal occurrence patterns of the species *Sciades proops* (for group A) and  
284 *Lile piquitinga* (for group B) were determinant for the similarities between the months  
285 that the species were collected. *Sciades proops* stands out for its high abundance and  
286 occurrence throughout the year, indicating the strong adaptive capacity that this species  
287 has developed due to oceanographic conditions in these outermost areas of São Marcos  
288 Bay. Studies about first gonadal maturation developed in this same region for *S. proops*  
289 show an atypical variation in the size of individuals as they begin their involvement in  
290 the reproductive cycle (Azevedo *et al.* 2010). The authors attributed such variations to  
291 the adaptation processes resulting from physicochemical and climatic variables that are  
292 changing in the region, as well as a response to the fishing effort directed to this species.

293         In spite of the numerous anthropic interferences due to port activities, the  
294 ichthyofauna of São Marcos Bay is characterized by great diversity, with a total of 56  
295 species that were recorded in the study area. The temporal distribution of the species  
296 presented homogeneous behavior, in other words, there were no changes over the years  
297 for the fish caught. However, the spatial distribution of the species showed variation  
298 regarding the catching sites. These data indicate the need for water and sediment quality  
299 monitoring, as well as analyzes with bioindicators capable of predicting habitat integrity  
300 characteristics for fish species, as normally provided for in environmental monitoring  
301 programs (De Oliveira *et al.* 2008).

302         The results indicated that in the study area there are species commonly caught in  
303 the coastal and estuarine zones of the coast of Maranhão. In general, the assessments did  
304 not detect changes in the ecological patterns of the species. Also, it was not observed



305 measurements indicating loss of biodiversity, abundance, biomass, life cycle breakage or  
306 dominance of more resistant species.

307 The wide use of the area by different ichthyofaunistic groups evidences the section  
308 investigated as of great importance for the development of the ichthyofauna of the  
309 Maranhense Gulf, with the continuous presence of several representatives of the families  
310 Scianidae, Mugilidae, Clupeidae and Engraulidae, which strengthens the need and  
311 responsibility for operational procedures in the port activities in the region, requiring  
312 constant monitoring of these processes.

### 313 **ACKNOWLEDGMENTS**

314 We would like to thank the Department of Oceanography and Limnology, linked  
315 to the Federal University of Maranhão, for funding the research, the Graduate Program in  
316 Aquatic Resources of the State University of Maranhão, for the development of data  
317 analysis, and the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel  
318 (CAPES) for funding the research grant to the first author.

### 319 **REFERENCES**

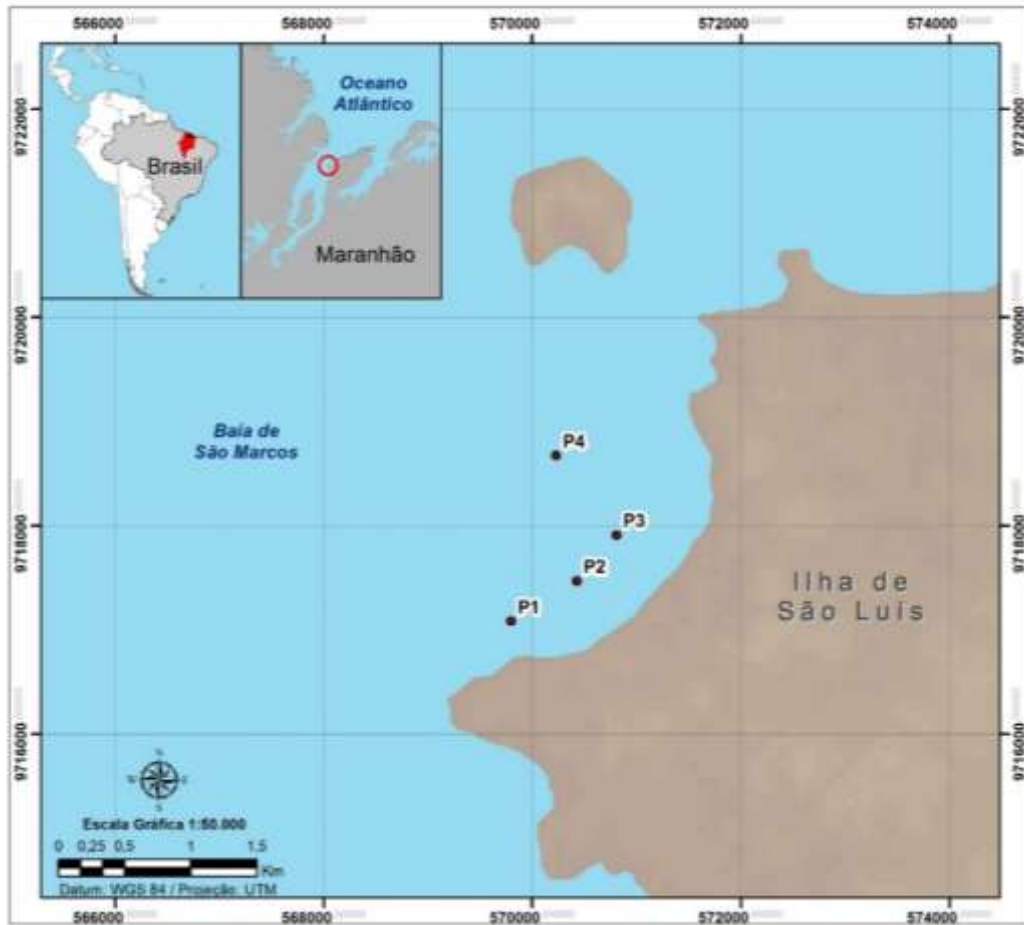
- 320 Araújo F.G. (1988) Distribuição, abundância relativa e movimentos sazonais de bagres  
321 marinhos (Siluriformes, Ariidae) no estuário da lagoa dos Patos (RS), Brasil. *Revista*  
322 *Brasileira de Zoologia*, **5** (4,) 509-543.
- 323 Araújo F.G., Azevedo M.C.C., Silva M.A., Pessanha A.L.M., Gomes I.D., Cruz-Filho  
324 A.G. (2002) Environmental influences on the demersal fish assemblages in the Sepetiba  
325 Bay, Brazil. *Estuaries*, **25**, 441–450.
- 326 Araújo F.G., Cruz-Filho A.G., Azevêdo M.C.C., Santos A.C.A. (1998). Estrutura da  
327 comunidade de peixes demersais da Baía de Sepetiba, RJ. *Revista Brasileira de Biologia*,  
328 **58** (3): 417-430.
- 329 Araújo F.G., Cruz-Filho A.G., Azevedo M.C.C., Santos A.C.A., Fernandes L.A.M.  
330 (1997) Estrutura da comunidade de peixes jovens da margem continental da Baía de  
331 Sepetiba, RJ. *Acta Biológica Leopoldensia*, **19**, 61–83.
- 332 Assis K. M. M., Santos R. O. C. S., Cutrim S. S., Samyr J. C. Planejamento Estratégico  
333 no Setor Portuário: estudo de caso de portos do Nordeste. São Luís, 2013.
- 334 Azevedo J. W. J., Castro A. C. L., Porto H. L. R., Lima P. R. S. (2010). Comprimento e  
335 idade na primeira maturidade sexual do uritinga, *Sciades proops* (Valenciennes,

- 336 1840)(Siluriformes: Ariidae), capturado no litoral ocidental do Maranhão, Brasil. *Arq.*  
337 *Ciê. Mar*, **43** (2): 96 – 102.
- 338 Barletta, M. & Blaber, S. J. M. (2007) Comparison of fish assemblage and guilds in  
339 tropical habitats of the Embley (Indo-West Pacific) and Caeté (Western Atlantic)  
340 estuaries. *Bull. Mar. Sci.*, **80**, 647–680.
- 341 Blaber, S. J. M. Brewer, D. T. & Salini, J. P. (1989) Species composition and biomass of  
342 fishes in different habitats of a tropical northern Australia estuary: their occurrence in the  
343 adjoining sea and estuarine dependence. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **29**, 509–  
344 531.
- 345 Borges P.A., Train S., Dias J. D., Bonecker C. C. (2010) Effects of fish farming on  
346 plankton structure in a Brazilian tropical reservoir. *Hydrobiologia*, **649**, 279-291.
- 347 Cabral H. N. (1999) Ictiofauna do Estuário do Sado. *Relatórios Científicos e Técnicos do*  
348 *Instituto de Investigação das Pescas e do Mar, Lisboa*, **47**, 30.
- 349 Cartagena B.F. C., Hostim-Silva M., Spach H. L. (2014) Composição e variação temporal  
350 da assembleia de peixes na região do Saco dos Limões, Baía Sul, Florianópolis, Santa  
351 Catarina. *Arqui. Ciê. Mar*, **47** (2), 46-56.
- 352 Carvalho-Filho A. (1999) *Peixes: costa brasileira*. 3ª ed., São Paulo: Editora Melro. 320  
353 pp.
- 354 Carvalho-Neta R.N.F., Castro, A.C.L. (2008) Diversidade das assembleias de peixes  
355 estuarinos da Ilha dos Caranguejos, Maranhão. *Arqui. Ciê. Mar*, **41**(1), 48-57.
- 356 Carvalho-Neta R.N.F., Torres JR A.R., Abreu-Silva A. L. (2012) Biomarkers in Catfish  
357 *Sciades herzbergii* (Teleostei: Ariidae) from Polluted and Non-polluted Areas (São  
358 Marcos' Bay, Northeastern Brazil). *Applied Biochemistry and Biotechnology*, **166** (5)  
359 1314-1327.
- 360 Castro A.C.L. (1997) Características ecológicas da icthiofauna da Ilha de São Luís-MA.  
361 *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, **10**, 1-18.
- 362 Cervigón F., Cipriani R., Fischer, W., Garibaldi L., Hendrickx M., Lemus A.J., Márquez  
363 R., Poutiers J.M., Robaina G., Rodriguez B. (1992). Fichas FAO de identificación de  
364 especies para los fines de la pesca: guía de campo de las especies comerciales marinas y  
365 de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América. *FAO*, Rome, 513 pp.
- 366 Costanza R., Arge R., Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K, Naeem S.,  
367 O'Neill R.V., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P., van den Belt M. (1997) O valor dos  
368 serviços dos ecossistemas do mundo e capital natural. *Nature*, **387**, 253-260.
- 369 Dulcic J., Kraljevic M., Grbec B., Pallaoro A. (1997) Composition and temporal  
370 fluctuations of inshore juvenile fish populations in the Kornati Archipelago, eastern  
371 middle Adriatic. *Marine Biology*, **129**, 267–277.
- 372 El-Robrini, M. (1992) Evolution rapide des fonds d'une zone estuarine: le secteur  
373 d'Itaqui-Baie de São Marcos Maranhão (Brésil). Paris. *Editions IFREMER*, 159-175.
- 374 Espírito Santo R.V., Isaas V.J., Silva L.M.A., Martinelli J.M., Higuchi H., Sait-Paul U.  
375 (2005) *Peixes e Camarões do litoral bragantino, Pará, Brasil*. Belém: Madam. 268pp.
- 376 Falcão M.G., Pichler H.A., Félix F.C., Spach H.L, Barril M.E., Araujo K.C.B., Godefroid  
377 R. S. (2008) A icthiofauna como indicador de qualidade ambiental em planícies de maré

- 378 do Complexo Estuarino de Paranaguá, Brasil, *Cadernos da Escola de Saúde Ciências*  
379 *Biológicas*, **1**, 1-16.
- 380 Figueiredo J.L. & Menezes N.A. (1980) *Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil*.  
381 III. Teleostei (2). São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 1-90p.
- 382 Figueiredo J.L. & Menezes N.A. (2000) *Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil*.  
383 VI. Teleostei (5). São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 116 pp.
- 384 Fisch F., Branco J.O., Menezes J.T. (2016) Ictiofauna como indicador de la integridad  
385 biótica de um ambiente estuarino. *Acta biol. Colomb.*, **21(1)**, 27-38.
- 386 Fischer W. (1978). *FAO species identification sheets for fishery purposes*. Western  
387 Central Atlantic (fishing area 31). Vols. 1-7. Roma, FAO, pag. var.
- 388 Froese, R. & Pauly, D. (Eds.) (2009) *FishBase. World Wide Web electronic publication*,  
389 www.fishbase.org, version (09/2009).
- 390 Huerta E.R.S., Guridi X.M., Vázquez L.H.E., Nava M.M., Domínguez O. D. (2014)  
391 Estructura de la comunidad de peces en cuatro estuarios del Pacífico mexicano central.  
392 *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **85**, 1184-1196.
- 393 Ignácio J.M. & Spach H.L. (2010). VARIAÇÃO SAZONAL DA ICTIOFAUNA DO  
394 INFRALITORAL RASO DO MACIEL, BAÍA DE PARANAGUÁ, PARANÁ.  
395 *Atlantica*, **32**, 163-176.
- 396 Kimmerer W.J. (2002) Effects of freshwater flow on abundance of estuarine organisms:  
397 physical effects or trophic linkages? *Marine Ecology Progress Series*, **243**, 39-55.
- 398 Lara E.N. & González E.A. (1998) The relationship between reef fish community  
399 structure and environmental variables in the southern Mexican Caribbean. *Journal of Fish*  
400 *Biology*, **53**, 209–221.
- 401 Laroche J., Baran E., Rasoanandrasana N. B. (1997) Temporal patterns in a fish  
402 assemblage of a semiarid mangrove zone in Madagascar. *Journal of Fish Biology*, **51**, 3-  
403 20.
- 404 Laroche, J., E. Baran y N. B. Rasoanandrasana. 1997. Temporal patterns in a fish  
405 assemblage of a semiarid mangrove zone in Madagascar. *Journal of Fish Biology* **51**,3-  
406 20.
- 407 Lecomte, F., Meunier F. J., ROJAS-BELTRAN R. (1986) Données preliminaires sur la  
408 croissance de deux téléostéens de Guyane, *Arius proops* (Ariidae, Siluriforme)  
409 et *Leporinus friderici* (Anostomidae, Characoidei). *Cybium*, **10(2)**, 121-134.
- 410 Loneragan N.R. (1999) River flows and estuarine ecosystems: implications for coastal  
411 fisheries from a review and a case study of the Logan river, southeast Queensland.  
412 *Australian Journal of Ecology*, **24**, 431-440.
- 413 Ludwig J. A. & Reynolds J. F. (1988) *Statistical ecology: a primer on methods and*  
414 *computing*. Wiley Interscience Publication, 337 pp
- 415 Marshall S. & Elliott M. (1998) Environmental influences on the fish assemblage of the  
416 Humber estuary, UK. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **46**, 175–184.
- 417 Matos I. P. & Lucena, F. (2006) Descrição da pesca da pescada-amarela, *Cynoscion*  
418 *acoupa*, da costa do Pará. *Arqui. Ciên. Mar*, **39**, 66-73.

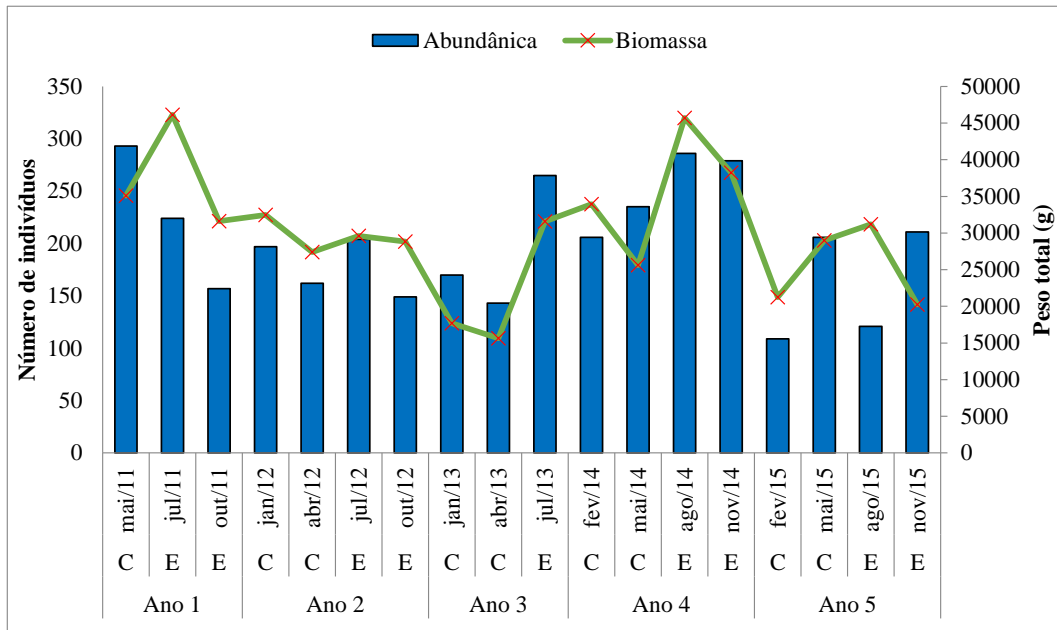
- 419 Mendoza E., M. Castillo-Rivera, R. Zárate-Hernández, S. Ortiz-Burgos. 2009. Seasonal  
420 variations in the diversity, abundance, and composition of species in an estuarine fish  
421 community in the Tropical Eastern Pacific, Mexico. *Ichthyological research* **56**, 330-339.
- 422 Moreira Osório, F., Oliveira Godinho, W., Lotufo, T. M. D. C. (2011). Ictiofauna  
423 associada às raízes de mangue do estuário do Rio Pacoti-CE, Brasil. *Biota Neotrop.*, **11**,  
424 11-15.
- 425 Mourão K.R.M., Frédou T., Frédou F.L. (2015) Spatial and seasonal variation of the  
426 ichthyofauna and habitat use in the inner portion of the Brazilian Amazon Estuary. *Bol.*  
427 *Inst. Pesca*, **41(3)**, 529–545.
- 428 Nero V.L. & Sealey K.S. (2006) Fish-environment associations in the coastal waters of  
429 Andros Island, The Bahamas. *Environmental Biology of Fishes*, **75**, 223-236.
- 430 Obaza A., Hoffman R., Clausing R. (2015) Long-term stability of eelgrass fish  
431 assemblages in two highly developed coastal estuaries. *Fisheries Management and*  
432 *Ecology*, **22**, 224–238.
- 433 Oliveira, R. B. D. S., Castro, C. M., Baptista, D. F. (2008). Desenvolvimento de índices  
434 multimétricos para utilização em programas de monitoramento biológico da integridade  
435 de ecossistemas aquáticos. *Oecol. Brasiliensis*, **12(3)**, 9-21.
- 436 Paiva A.C.G., Lima M.F.V., Souza J.R.B., Araújo M.J. (2009) Spatial distribution of the  
437 estuarine ichthyofauna of the Rio Formoso (Pernambuco, Brazil), with emphasis on reef  
438 fish. *Zoologia*, **26**, 266-278.
- 439 Pielou E.C. (1969) *An introduction to mathematical ecology*. Wilwy-Interscience, New  
440 York, 269 pp.
- 441 Santana, F. M. S. & Severi, W. (2009) Composição e estrutura da assembléia de peixes  
442 da zona de arrebentação da praia de Jaguaribe, Itamaracá (PE). *Bioikos*, **23**, 3-17.
- 443 Silva Jr D.R., Paranhos R., Vianna M. (2016) Spatial patterns of distribution and the  
444 influence of seasonal and abiotic factors on demersal ichthyofauna in an estuarinetropical  
445 bay. *Journal of Fish Biology*, **89**, 821–846.
- 446 Silva Júnior M.G., Castro A.C.L., Saint-Paul U., Porto H.L.R. (2013) Caracterização da  
447 ictiofauna em três canais de maré do estuário do Rio Paciência, Ilha de São Luís, Estado  
448 do Maranhão. *Arq. Ciên. Mar*, **46(1)**, 5-21.
- 449 Simpson, E.H. (1949), Measurement of Diversity, *Nature*, **163**, p.688.
- 450 Thiel R., Sepúlveda A., Kafemann R., Nellen W. (1995) Environmental factors as forces  
451 structuring the fish community of the Elbe estuary. *Journal of Fish Biology*, **46**, 47–69.
- 452 Vazzoler, A. E. A. M. (1996) *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e*  
453 *prática*. Maringá: EDUEM, 196 pp.
- 454 Veiga P., Vieira L., Bexiga C., Sá R., Erzini K. (2006). Structure and temporal variations  
455 of fish assemblages of the Castro Marim salt marsh, southern Portugal. *Estuarine, Coastal*  
456 *and Shelf Science*, **70**, 27-38.
- 457 Viana A.P. & Lucena Frédou, F., (2014) Ichthyofauna as bioindicator of environmental  
458 quality in an industrial district in the amazon estuary, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*,  
459 **74 (2)**, 315-324.

- 460 Whitfield A.K. (1999) Ichthyofaunal assemblages in estuaries: a South African case  
461 study, *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, **9**, 151–186.
- 462 Whitfield A.K., Elliott M. (2002) Fishes as indicators of environmental and ecological  
463 changes within estuaries: a review of progress and some suggestions for the future.  
464 Oxford. *Journal of Fish Biology*, **60**, (A), 1–22.
- 465 Yáñez-Arancibia, A., A. L. Lara-Domínguez, D. Pauly. 1994. Coastal lagoons as fish  
466 habitat. In *Coastal lagoon processes*, K. Kjerfve (ed.). Elsevier, Amsterdam, 363-376.



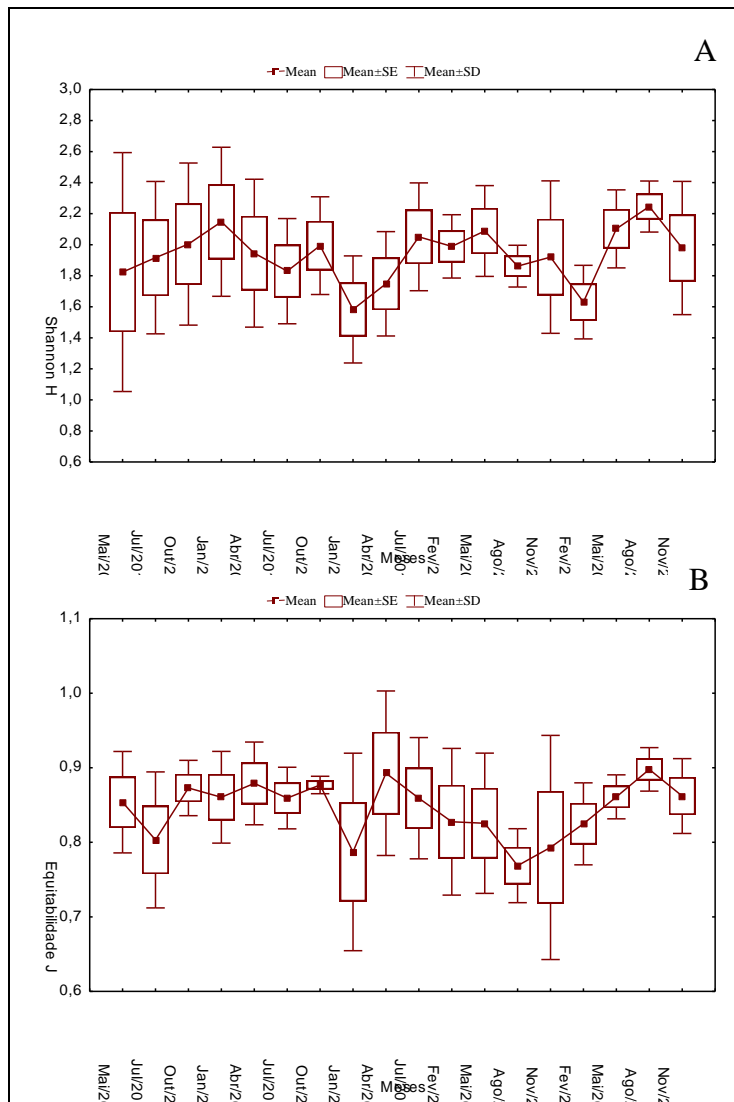
467  
468

Figura 5-1. Study área: São Marcos Bay. Sites location, Maranhão, Brasil.



469  
470  
471

Figura 5-2. Temporal variation of the number of individuals collected and biomass (E = drought, C = rainy).

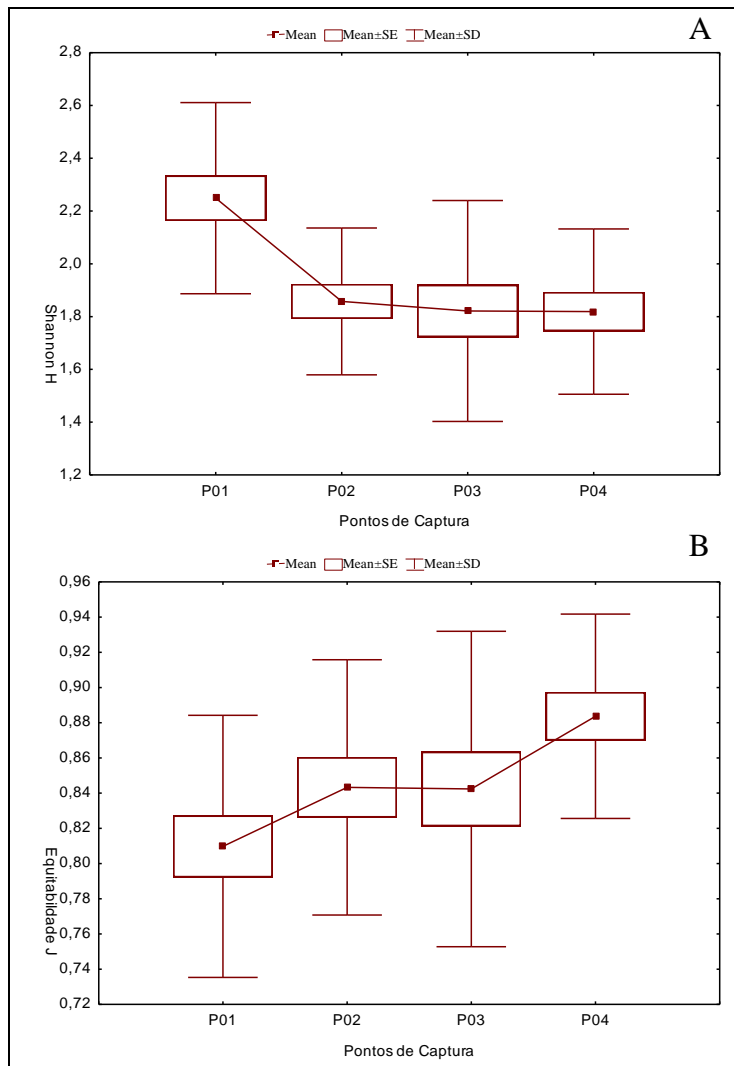


472 Figura 5-3. Temporal variation of the ecological indexes (Margalef, Shannon and equitability)  
 473 of the species of fish collected in São Marcos Bay, State of Maranhão.

474

475

476

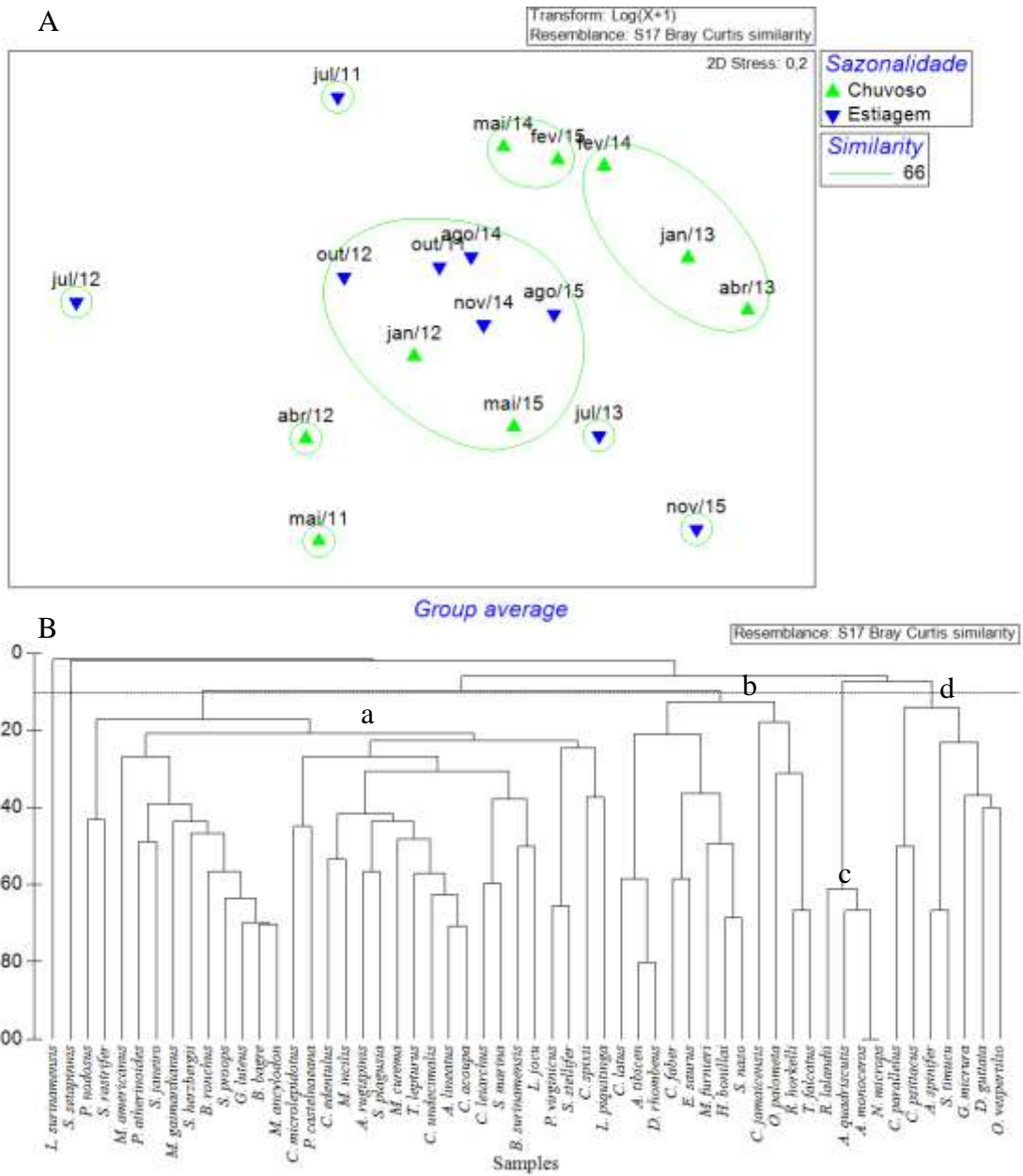


477 Figura 5-4. Spatial variation of the ecological indexes (Margalef, Shannon and equitability) of  
 478 the species of fish collected in São Marcos Bay, State of Maranhão.

479

480



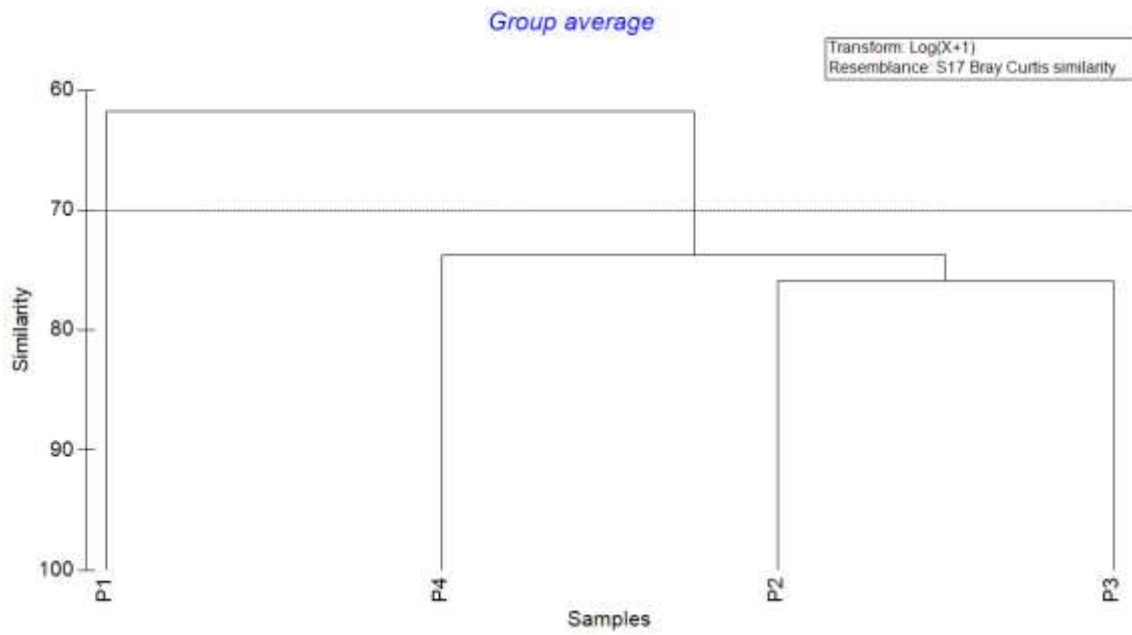


481

482

483 Figura 5-5. MDS (A) and Dendrogram (Bray-Curtis) (B) for abundance among fish assemblages  
484 for the months of capture in São Marcos Bay, Maranhão, Brazil.

485



486

487 Figura 5-6. Dendrograma de similaridade (Bray-Curtis) da abundância entre as assembleias de  
 488 peixes para os locais de captura da baía de São Marcos, Maranhão, Brasil.

489

490 **Author Guidelines - Fisheries Management and Ecology**

491 Edited By: I.G. Cowx and H.L. Schramm

492 Impact Factor: 1.51

493 ISI Journal Citation Reports © Ranking: 2015: 19/52 (Fisheries)

494 Online ISSN: 1365-2400

495 **1. GENERAL**

496 *The only fully peer-reviewed fisheries management and ecology journal*

497 *Fisheries Management and Ecology* presents international papers that cover all aspects  
498 of the management, ecology and conservation of inland, estuarine and coastal fisheries  
499 including:

- 500 • Fisheries policy, management, operational, conservation and ecological issues  
501 • Fisheries managers' and ecologists' need for information, techniques, tools and concepts  
502 • Integration of ecological studies with all aspects of fisheries management  
503 • Promoting the conservation of fisheries and their environment as a recurring theme in  
504 fisheries work

505 *Fisheries Management and Ecology* aims to foster an understanding of the maintenance,  
506 development and management of the conditions under which fish populations thrive, and  
507 how they and their habitat can be conserved and enhanced. The journal further seeks to  
508 promote a thorough understanding of the dual nature of fisheries as valuable resources  
509 and as pivotal indicators of aquatic ecosystem quality and conservation status.

510 Please read the instructions below carefully for details on the submission of manuscripts,  
511 the journal's requirements and standards as well as information concerning the procedure  
512 after a manuscript has been accepted for publication in *Fisheries Management and*  
513 *Ecology*. Authors are encouraged to visit [Wiley Blackwell Author Services](#) for further  
514 information on the preparation and submission of articles and figures.

515 **2. ETHICAL GUIDELINES**

516 *Fisheries Management and Ecology* adheres to the below ethical guidelines for  
517 publication and research.

518 **2.1. Authorship and Acknowledgments**

519 **Authorship:** Authors submitting a paper do so on the understanding that the manuscript  
520 has been read and approved by all authors and that all authors agree to the submission of  
521 the manuscript to the Journal. ALL named authors must have made an active contribution  
522 to the conception and design and/or analysis and interpretation of the data and/or the  
523 drafting of the paper, and ALL must have critically reviewed its content and have  
524 approved the final version submitted for publication. Participation solely in the  
525 acquisition of funding or the collection of data does not justify authorship.

526 *Fisheries Management and Ecology* adheres to the definition of authorship set up by The  
527 International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE). According to the ICMJE  
528 authorship criteria should be based on 1) substantial contributions to conception and  
529 design of, or acquisition of data or analysis and interpretation of data, 2) drafting the  
530 article or revising it critically for important intellectual content and 3) final approval of  
531 the version to be published. Authors should meet conditions 1, 2 and 3.

532 It is a requirement that all authors have been accredited as appropriate upon submission  
533 of the manuscript. Contributors who do not qualify as authors should be mentioned under  
534 Acknowledgments.

535 **Acknowledgments:** Under Acknowledgments please specify contributors to the article  
536 other than the authors accredited.

## 537 **2.2. Ethical Approvals**

538 When experimental animals are used the methods section must clearly indicate that  
539 adequate measures were taken to minimize pain or discomfort. Experiments should be  
540 carried out in accordance with the Guidelines laid down by the National Institute of  
541 Health (NIH) in the USA regarding the care and use of animals for experimental  
542 procedures or with the European Communities Council Directive of 24 November 1986  
543 (86/609/EEC) and in accordance with local laws and regulations.  
544 Ethics of investigation: Papers not in agreement with the guidelines of the Helsinki  
545 Declaration as revised in 1975 will not be accepted for publication.

## 546 **2.3 DNA Sequences and Crystallographic Structure Determinations**

547 Papers reporting protein or DNA sequences and crystallographic structure determinations  
548 will not be accepted without a Genbank or Brookhaven accession number, respectively.

549 Other supporting data sets must be made available on the publication date from the  
550 authors directly.

#### 551 **2.4 Appeal of Decision**

552 Authors who wish to appeal the decision on their submitted paper may do so by e-mailing  
553 the editors with a detailed explanation for why they find reasons to appeal the decision.

#### 554 **2.5 Permissions**

555 If all or parts of previously published illustrations are used, permission must be obtained  
556 from the copyright holder concerned. It is the author's responsibility to obtain these in  
557 writing and provide copies to the Publishers.

#### 558 **2.6 Copyright Assignment**

559 If your paper is accepted, the author identified as the formal corresponding author for the  
560 paper will receive an email prompting them to login into Author Services; where via the  
561 Wiley Author Licensing Service (WALS) they will be able to complete the license  
562 agreement on behalf of all authors on the paper.

#### 563 **For authors signing the copyright transfer agreement**

564 If the OnlineOpen option is not selected the corresponding author will be presented with  
565 the copyright transfer agreement (CTA) to sign. The terms and conditions of the CTA can  
566 be previewed in the samples associated with the Copyright FAQs below:  
567 CTA Terms and Conditions [http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs\\_copyright.asp](http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs_copyright.asp)

#### 568 **For authors choosing OnlineOpen**

569 If the OnlineOpen option is selected the corresponding author will have a choice of the  
570 following Creative Commons License Open Access Agreements (OAA):

571 Creative Commons Attribution License OAA

572 Creative Commons Attribution Non-Commercial License OAA

573 Creative Commons Attribution Non-Commercial -NoDerivs License OAA

574 To preview the terms and conditions of these open access agreements please visit the  
575 Copyright FAQs hosted on Wiley Author  
576 Services [http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs\\_copyright.asp](http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs_copyright.asp) and

577 visit <http://www.wileyopenaccess.com/details/content/12f25db4c87/Copyright-->  
578 [License.html](#).

579 If you select the OnlineOpen option and your research is funded by The Wellcome Trust  
580 and members of the Research Councils UK (RCUK) or the Austrian Science Fund (FWF)  
581 you will be given the opportunity to publish your article under a CC-BY license  
582 supporting you in complying with your Funder requirements. For more information on  
583 this policy and the Journal's compliant self-archiving policy please  
584 visit: <http://www.wiley.com/go/funderstatement>.

### 585 **3. SUBMISSION OF MANUSCRIPTS**

586 Manuscripts should be submitted electronically via the online submission  
587 site <http://mc.manuscriptcentral.com/fme> The use of an online submission and peer  
588 review site enables immediate distribution of manuscripts and consequentially speeds up  
589 the review process. It also allows authors to track the status of their own manuscripts.  
590 Complete instructions for submitting a paper are available online and below. Further  
591 assistance can be obtained  
592 from [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1365-2400](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1365-2400)

#### 593 **3.1. Getting Started**

594 Launch your web browser (supported browsers include Internet Explorer 6 or higher,  
595 Netscape 7.0, 7.1, or 7.2, Safari 1.2.4, or Firefox 1.0.4) and go to the journal's online  
596 Submission Site: <http://mc.manuscriptcentral.com/fme>

- 597 • Log-in or click the 'Create Account' option if you are a first-time user.
- 598 • If you are creating a new account.
- 599 - After clicking on 'Create Account', enter your name and e-mail information and click  
600 'Next'. Your e-mail information is very important.
- 601 - Enter your institution and address information as appropriate, and then click 'Next.'
- 602 - Enter a user ID and password of your choice (we recommend using your e-mail address  
603 as your user ID), and then select your area of expertise. Click 'Finish'.
- 604 • If you have an account, but have forgotten your log -in details, go to Password Help on  
605 the journals online submission system <http://mc.manuscriptcentral.com/fme> and enter  
606 your e-mail address. The system will send you an automatic user ID and a new temporary

607 password.

608 • Log- in and select Author Center“.

### 609 **3.2. Submitting Your Manuscript**

610 • After you have logged in, click the 'Submit a Manuscript' link in the menu bar.

611 • Enter data and answer questions as appropriate. You may copy and paste directly from  
612 your manuscript and you may upload your pre-prepared covering letter.

613 • Click the 'Next' button on each screen to save your work and advance to the next screen.

614 • You are required to upload your files.

615 - Click on the 'Browse' button and locate the file on your computer.

616 - Select the designation of each file in the drop-down menu next to the Browse button.

617 - When you have selected all files you wish to upload, click the 'Upload Files' button.

618 • Review your submission (in HTML and PDF format) before sending to the Journal.

619 Click the 'Submit' button when you are finished reviewing.

### 620 **3.3. Manuscript Files Accepted**

621 Manuscripts should be uploaded as Word (.doc, .docx) or Rich Text Format (.rfttrf) files

622 (not write-protected) plus separate figure files. GIF, JPEG, PICT or Bitmap files are

623 acceptable for submission, but only high-resolution TIF or EPS files are suitable for

624 printing. The files will be automatically converted to HTML and PDF on upload and will

625 be used for the review process. The text file must contain the entire manuscript including

626 title page (as a separate file), abstract, text, references, tables, and figure legends, but no

627 embedded figures. Figure tags should be included in the file. Manuscripts should be

628 formatted as described in the Author Guidelines below.

### 629 **3.4. Blinded Review**

630 All manuscripts submitted to *Fisheries Management and Ecology* will be reviewed by at

631 least two experts in the field. *Fisheries Management and Ecology* uses double-blinded

632 review. The names of the reviewers will thus not be disclosed to the author submitting a

633 paper and the name(s) of the author(s) will not be disclosed to the reviewers.

634 To allow double-blinded review, please submit (upload) your main manuscript and title

635 page as separate files.

636 Please upload:

- 637 • Your manuscript without title page under the file designation 'main document'  
638 • Figure files under the file designation 'figures'  
639 • The title page, Acknowledgements and Conflict of Interest Statement, where applicable,  
640 should be uploaded under the file designation 'title page'

641 All documents uploaded under the file designation 'title page' will not be viewable in the  
642 HTML and PDF format you are asked to review at the end of the submission process. The  
643 files viewable in the HTML and PDF format are the files available to the reviewer in the  
644 review process.

### 645 **3.5. Suggest Reviewers**

646 *Fisheries Management and Ecology* attempts to keep the review process as short as  
647 possible to enable rapid publication of new scientific data. In order to facilitate this  
648 process, please suggest the names and current e-mail addresses of at least three potential  
649 international reviewers whom you consider capable of reviewing your manuscript.

### 650 **3.6. Suspension of Submission Mid-way in the Submission Process**

651 You may suspend a submission at any phase before clicking the 'Submit' button and save  
652 it to submit later. The manuscript can then be located under 'Unsubmitted Manuscripts,'  
653 and you can click on 'Continue Submission' to continue your submission when you choose  
654 to.

### 655 **3.7. E-mail Confirmation of Submission**

656 After submission you will receive an e-mail to confirm receipt of your manuscript. If you  
657 do not receive the confirmation e-mail after within 24 hours, please check your e-mail  
658 address carefully in the system. If the e-mail address is correct please contact your IT  
659 department. The error may be caused by spam filtering software on your e-mail server.  
660 Also, the e-mails should be received if the IT department adds our e-mail server  
661 (uranus.scholarone.com) to their whitelist.

### 662 **3.8. Manuscript Status**

663 You can access ScholarOne Manuscripts (formerly known as Manuscript Central) any  
664 time to check your 'Author Center' for the status of your manuscript. The Journal will  
665 inform you by e-mail once a decision has been made.

### 666 **3.9. Submission of Revised Manuscripts**



667 Revised manuscripts must be uploaded within 60 days of authors being notified of  
668 conditional acceptance pending satisfactory revision. Locate your manuscript under  
669 'Manuscripts with Decisions' and click on 'Submit a Revision' to submit your revised  
670 manuscript. Please remember to delete any old files uploaded when you upload your  
671 revised manuscript. Please also remember to upload your manuscript document  
672 separately from your title page.

#### 673 **4. MANUSCRIPT TYPES ACCEPTED**

674 **Full Papers:** The first page of text must provide the title of the paper and a short abstract  
675 not exceeding 150 words but must not carry the author's name or affiliation. The text  
676 should contain an Introduction, Methods , Results, and Discussion. Pages should be  
677 numbered consecutively in Arabic numerals, but tables, figure legends (including  
678 magnifications) and acknowledgements should be submitted on separate sheets. Tables  
679 and figures should be referred to consecutively in the text.

680 **Management and Ecological Notes:** These should differ from full papers on the basis  
681 of scope or completeness, rather than quality of research. They may report on new or  
682 modified techniques or methodology, significant new information arising from problems  
683 with narrow, well-defined limits, or important findings that warrant rapid publication  
684 before broader studies are complete. Their text should not be longer than 1500 words and  
685 should not include an abstract or be divided up into conventional sections. One table or  
686 figure may be included.

#### 687 **5. MANUSCRIPT FORMAT AND STRUCTURE**

##### 688 **5.1. Page Charge**

689 There are no page charges for papers published in *Fisheries Management and Ecology*.

##### 690 **5.2. Format**

691 **Language:** The language of publication is UK English. Authors for whom English is a  
692 second language should have their manuscript edited by an English -speaking person  
693 before submission to make sure the English is of high quality. A list of independent  
694 suppliers of editing services can be found  
695 at [http://authorservices.wiley.com/bauthor/english\\_language.asp](http://authorservices.wiley.com/bauthor/english_language.asp). All services are paid

696 for and arranged by the author, and use of one of these services does not guarantee  
697 acceptance or preference for publication.

698 **Latin Names:** The full scientific name, including the authority correctly noted (i.e. with  
699 or without parentheses), should appear for each species when first mentioned in the  
700 abstract and again in the text or elsewhere, thus: Atlantic salmon, *Salmo salar* L., or  
701 rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). The authority should not be included  
702 in the title if the Latinized name is included in the title. For further information see  
703 American Fisheries Society Special Publication No. 20, *A List of Common and Scientific*  
704 *Names of Fishes from the United States and Canada*. For fishes occurring in British  
705 waters, give precedence to: Wheeler A. (1992) A list of the common and scientific names  
706 of fishes of the British Isles. *Journal of Fish Biology* **41**, Supplement A, 36 pp.  
707 Alternatively check FISHBASE.

708 **Units and Spelling:** Spelling should conform to *The Concise Oxford Dictionary*. Units  
709 of measurement, symbols and abbreviations must be given in metric units. Where any  
710 doubt arises as to the correct abbreviations, reference should be made to *Quantities, Units*  
711 *and Symbols*, 2nd edn, 1975, published by the Royal Society, London (ISBN: 0 85403  
712 0719).

### 713 **5.3. Structure**

714 All manuscripts submitted to *Fisheries Management and Ecology*, except reviews or  
715 Management and Ecological Notes, should generally be arranged in the following  
716 sequence: Abstract, Key Words, Introduction, Methods, Results, Discussion (a combined  
717 Results and Discussion is not normally acceptable), Acknowledgments and References.  
718 Typing should be **double-spaced** throughout the text, including tables, figure legends and  
719 reference lists. **The maximum length of a regular article should not exceed 15 pages,**  
720 **excluding references, figures, and tables. Authors wishing to submit a longer paper**  
721 **should consult with the Editors. Text should not be written in the first person (i.e**  
722 **adopt the passive voice).** Within sections, subdivisions should not normally exceed two  
723 grades; decimal number classification of headings and subheadings should not be used.  
724 Pages should be numbered consecutively in Arabic numerals. Tables, figure legends  
725 (including scale) must be submitted in separate files. Tables and figures should be referred  
726 consecutively in the text. **All lines should be numbered consecutively throughout the**

727 **manuscript (do not restart line numbers on each page). Files should not be saved as**  
728 **PDF (portable document format) files.** The title page, which contains the following  
729 information, should be submitted in a separate file.

730 Title Page:

- 731 • the full title of the paper;
- 732 • the full names of all the authors;
- 733 • the name(s) and address(es) of the institution(s) at which the work was carried out (the  
734 present address(es) of the author(s), if different from above, should appear as a footnote);
- 735 • the name, address and e-mail address of the author to whom all correspondence and  
736 proofs should be sent;
- 737 • a suggested running title of not more than 50 characters, including spaces.

738 **The first page of text must provide the title of the paper and a short abstract not**  
739 **exceeding 150 words but must not carry the author's name or affiliation.** Please also  
740 provide six key words in alphabetical order to aid indexing.

#### 741 **Optimizing Your Abstract for Search Engines**

742 Many students and researchers looking for information online will use search engines  
743 such as Google, Yahoo or similar. By optimizing your article for search engines, you will  
744 increase the chance of someone finding it. This in turn will make it more likely to be  
745 viewed and/or cited in another work. We have compiled these guidelines to enable you  
746 to maximize the web-friendliness of the most public part of your article.

#### 747 **5.4. References**

748 The Journal follows the Harvard reference style.

749 The editor and publisher recommend that citation of online published papers and other  
750 material should be done via a DOI (digital object identifier), which all reputable online  
751 published material should have - see [www.doi.org/](http://www.doi.org/) for more information. If an author  
752 cites anything that does not have a DOI they run the risk of the cited material not being  
753 traceable.

754 We recommend the use of a tool such as EndNote or Reference Manager for reference  
755 management and formatting.

756 EndNote reference styles can be searched for here:

757 [www.endnote.com/support/enstyles.asp](http://www.endnote.com/support/enstyles.asp)

758 Reference Manager reference styles can be searched for here:

759 [www.refman.com/support/rmstyles.asp](http://www.refman.com/support/rmstyles.asp)

760 **Reference examples**

761 **Journal**

762 Brittain J.E., Lillehammer A. & Hoffmann D. (1987) Cardiopulmonary effects of  
763 clenbuterol in the horse. *Journal of Nutrition* **17**, 565–568.

764 Brittain J.E. & Hoffmann D. (1987) Cardiopulmonary effects of clenbuterol in the  
765 horse. *Journal of Fish Diseases* **17** (Suppl. 5), 565–568.

766 **Book**

767 Avise J.C. (1994) *Cardiovascular Physiology*. London: Chapman & Hall, 399 pp.

768 **Edited book**

769 Bleed A. & Flowerday C. (eds) (1989) *An Atlas of the Sand Hills*. Lincoln, NE: University  
770 of Nebraska-Lincoln, 260 pp.

771 **Chapter in an edited book**

772 Bleed A. & Flowerday C. (1989) Introduction. In: A. Bleed & C. Flowerday (eds) *An*  
773 *Atlas of the Sand Hills*. Lincoln, NE: University of Nebraska-Lincoln, pp. 1-5.

774 **Report**

775 Devlin T.M. (1993) *Textbook of Biochemistry with Clinical Correlations*. Atlantis  
776 Technical Report on Aquatic Pollution No. 76. 23 pp.

777 **Proceedings**

778 Johnston A. & Johnson J.P. (eds) *Proceedings of the 6th Interscience Conference on*  
779 *Cardiopulmonary Effects on Animals*. 7–11 August 1985. Washington: Pulmonary  
780 Institute, 340 pp.

781 **Title/Paper in proceedings**

782 Brittain J.E., Lillehammer A. & Hoffmann D. (1987) Cardiopulmonary effects of  
783 clenbuterol in the horse. In: A. Johnston & J.P. Johnson (eds) *Proceedings of the 6th*

784 *Interscience Conference on Cardiopulmonary Effects on Animals. 7–11 August 1985.*  
785 Washington: Pulmonary Institute, pp. 42–50.

786 **Thesis**

787 Britton J.R. (1999) *The Impact of Cormorants (Phalacrocorax carbo carbo (L.)*  
788 *and Phalacrocorax carbo sinensis (Blumenbach)) on Inland Fisheries in the UK.* PhD  
789 Thesis, Hull: University of Hull, 98 pp.

790 **5.5. Citations**

791 The Journal follows the Harvard reference style. *et al.* should be used for in-text citations  
792 with 3 or more authors.

793 **Citation examples**

794 **Direct citations**

795 Smith (1997, 1999), Andrew (1998a, b), Coleman and Tauber (2000a, b, c), Coleman *et*  
796 *al.* (1990)

797 **Indirect citations**

798 (Smith & Coleman 1997, 1999; Andrew 1998a, b; Coleman *et al.* 1990)

799 **5.6. Tables, Figures and Figure Legends**

800 **Tables:** should only be used to clarify important points. Tables must, as far as possible,  
801 be self-explanatory. The tables should be numbered consecutively with Arabic numerals.

802 **Figures:** should only be used to clarify important points. All graphs, drawings and  
803 photographs are considered figures and should be numbered in sequence with Arabic  
804 numerals. Each figure should have a legend and legends for all figures should be typed  
805 together on a separate sheet and numbered correspondingly. Figures should not contain  
806 detail that may be lost when reduced in size for printing. Figure axis titles should use  
807 Arial font, sentence case and units of measure should be set off with a comma from the  
808 parameter in the legend.

809 If all or parts of previously published illustrations are used, permission must be obtained  
810 from the copyright holder concerned. It is the author's responsibility to obtain these in  
811 writing and provide copies to the Publisher.

812 All figures and artwork must be provided in electronic format. Please save vector  
813 graphics (e.g. line artwork) in Encapsulated Postscript Format (EPS) and bitmap files  
814 (e.g. halftones) or clinical or in vitro pictures in Tagged Image Format (TIFF). In the full-  
815 text online edition of the journal, figure legends may be truncated in abbreviated links to  
816 the full screen version. Therefore, the first 100 characters of any legend should inform  
817 the reader of key aspects of the figure. Further information can be obtained at Wiley  
818 Blackwell's guidelines for  
819 illustrations: <http://authorservices.wiley.com/bauthor/illustration.asp>

## 820 **Preparation of Electronic Figures for Publication**

821 Although low quality images are adequate for review purposes, print publication requires  
822 high quality images to prevent the final product being blurred or fuzzy. Submit EPS (line  
823 art) or TIFF (halftone/photographs) files only. MS PowerPoint and Word Graphics are  
824 unsuitable for printed pictures. Do not use pixel-oriented programmes. Scans (TIFF only)  
825 should have a resolution of at least 300 dpi (halftone) or 600 to 1200 dpi (line drawings)  
826 in relation to the reproduction size (see below). Please submit the data for figures in black  
827 and white or submit a Colour Work Agreement Form (see Colour Charges below). EPS  
828 files should be saved with fonts embedded (and with a TIFF preview if possible).

829 For scanned images, the scanning resolution (at final image size) should be as follows to  
830 ensure good reproduction: line art: >600 dpi; halftones (including gel photographs): >300  
831 dpi; figures containing both halftone and line images: >600 dpi.

832 Further information can be obtained at Wiley Blackwell's guidelines for  
833 figures: <http://authorservices.wiley.com/bauthor/illustration.asp>

834 Check your electronic artwork before submitting  
835 it: <http://authorservices.wiley.com/bauthor/eachecklist.asp>

836 **Permissions:** If all or parts of previously published illustrations are used, permission  
837 must be obtained from the copyright holder concerned. It is the author's responsibility to  
838 obtain these in writing and provide copies to the Publisher.

839 **Colour Charges:** It is the policy of Fisheries Management and Ecology for authors to  
840 pay the full cost for the reproduction of their colour artwork. Therefore, please note that  
841 if there is colour artwork in your manuscript when it is accepted for publication, Wiley  
842 Blackwell requires you to complete and return a Colour Work Agreement Form before

843 your paper can be published. Any article received by Wiley Blackwell with colour work  
844 will not be published until the form has been returned. If you are unable to access the  
845 internet, or are unable to download the form, please contact the Production Editor  
846 ([fme@wiley.com](mailto:fme@wiley.com)).

847 In the event that an author is not able to cover the costs of reproducing colour figures in  
848 colour in the printed version of the journal, Fisheries Management and Ecology offers  
849 authors the opportunity to reproduce colour figures in colour for free in the online version  
850 of the article (but they will still appear in black and white in the print version). If an author  
851 wishes to take advantage of this free colour-on-the-web service, they should liaise with  
852 the Editorial Office to ensure that the appropriate documentation is completed for the  
853 Publisher.

#### 854 **5.6. Most Common Faults in Manuscripts**

- 855 1. Title page layout. Authors should consult past published papers.
- 856 2. Abstract contains information other than the main findings. Abstract reports significant  
857 differences but does not tell how values differed.
- 858 3. Headings. Authors should consult past published papers.
- 859 4. Naming of species, e.g. no authority given on first mention and incorrect use of brackets  
860 for authority.
- 861 5. Use of active voice (usually the first person). The passive voice must be used.
- 862 6. References, e.g. lack of match between text and list and wrong format, particularly  
863 commas should not be given between surname and initials of authors, journal titles not  
864 given in full and page range not given for books or chapters in books.
- 865 7. The quality of the figures are is not adequate (clarity and font sizes), especially when  
866 reduced for publication.
- 867 8. Figure and caption, e.g. figure legends, should be in the figure title, not on the figure.
- 868 9. Tables are over-elaborate and not formatted accurately.
- 869 10. Tables should be done in.

## 6 ICTIOFAUNA COMO INDICADOR DE INTEGRIDADE BIÓTICA EM UMA REGIÃO PORTUÁRIA DA COSTA AMAZÔNICA MARANHENSE, BRASIL<sup>2</sup>

**Marcelo Henrique Lopes Silva<sup>1\*</sup>, Audálio Rebelo Torres<sup>2</sup>, Antonio Carlos Leal de Castro<sup>2</sup>, Cássia Fernanda Chagas Ferreira<sup>1</sup>, Rayssa de Lima Cardoso<sup>1</sup>, Raimunda Nonata Fortes Carvalho Neta<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Pós Graduação em Recursos Aquáticos e Pesca, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, MA, Brasil.

<sup>2</sup> Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, MA, Brasil.

<sup>3</sup> Departamento de Química e Biologia, da Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, MA, Brasil.

### RESUMO

A Baía de São Marcos tem características inteiramente estuarina, é drenada por vários rios e compõe o golfo maranhense que se interliga ao Oceano Atlântico. Este estudo teve como objetivo avaliar a integridade biótica, para o diagnóstico da qualidade do meio ambiente da área portuária, com a ictiofauna como bioindicador, através do uso de diferentes descritores ecológicos. As coletas dos peixes foram realizadas no período de maio/2011 a novembro/2015 em 4 pontos (P1, P2, P3 e P4) com o auxílio de redes de emalhe, com malhas variando de 18 mm a 60 mm entre nós opostos. Para avaliar as possíveis alterações na estrutura da comunidade que indicassem impactos ambientais, foi utilizado o Índice de Integridade Biótica, para classificar o ambiente em seis classes de qualidade de água (Excelente, Bom, Razoável, Pobre, Muito Pobre e Sem Peixe). Diferenças temporais e espaciais dos índices foram testados por uma análise ANOVA. Foram registradas 56 espécies de peixes pertencentes à 15 ordens. A famílias Sciaenidae apresentou maior número de espécies, as outras famílias registradas foram Ariidae, Carangidae, Engraulidae e Mugilidae. As espécies carnívoras foram as mais abundantes com 51,79%, as detritívoras somaram 32,14% e onívoras 16,07%. As análises temporais e espaciais do IIB indicaram que as classes de integridade foram classificadas como “Pobre”, onde a pontuação variou entre 28 e 36. A utilização do Índice de Integridade Biótica classificou como Pobre a qualidade ambiental da Baía de São Marcos, sugerindo que o sistema estuarino sofreu modificações ambientais. Por outro lado, o estudo indicou que nos últimos cinco anos a região vem apresentando estabilidade, no que diz respeito a variação dos índices bióticos.

Palavras-chave: estuário, peixes, qualidade ambiental, ecologia.

---

<sup>2</sup> Artigo a ser encaminhado a *Brazilian Journal of Oceanography* – B2 na área de avaliação em Zootecnia/Recursos Pesqueiros



## INTRODUÇÃO

Os estuários são ecossistemas costeiros de alta complexidade que formam uma interface entre os ambientes de água marinha e continental, sendo utilizados como berçários ou refúgio para peixes, aves, moluscos e crustáceos (Pinto *et al.*, 2009). Contudo, a crescente ocupação humana sem um planejamento adequado tem provocado alterações comprometem a qualidade das águas e a integridade dos organismos aquáticos nos sistemas estuarinos (BREINE *et al.*, 2004; JACKSON *et al.*, 2001).

As modificações antrópicas impostas ao ambiente estuarino têm como consequência imediata a alteração do padrão de variação da diversidade faunística (CASTRO, 2001). Como efeito do desenvolvimento nas áreas estuarinas tem ocorrido um aumento no interesse na identificação de indicadores de degradação dos ecossistemas que integrem as alterações estruturais e funcionais (BREINE *et al.*, 2010). Ao longo das últimas três décadas, o aumento da sensibilização e da legislação em todo o mundo têm levado ao desenvolvimento de vários métodos para avaliar a qualidade ecológica dos ecossistemas aquáticos e os impactos das pressões antropogênicas (BORJA *et al.*, 2008).

As tomadas de decisões relacionadas à gestão são fundamentadas em dados físicos e biológicos, onde os Índices de Integridade Biótica (IIB) condensam as informações biológicas em dados quantitativos da condição ecológica do ambiente (BRYCE; HUGHES; KAUFMANN, 2002).

A proposição do cálculo de um Índice de Integridade Biótica foi aplicada inicialmente para avaliar riachos utilizando a comunidade de peixes por Karr (1981). Posteriormente, vários métodos de avaliação à base de peixes foram propostos para avaliar a integridade ecológica dos estuários, tanto na Europa (BIRK *et al.*, 2012; BORJA *et al.*, 2004; BREINE *et al.*, 2010; CABRAL, H. N. (A CENTRO DE OCEANOGRAFIA, FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE LISBOA, CAMPO GRANDE, 1749-016 LISBON *et al.*, 2012; COATES, STEVE (ENVIRONMENT AGENCY, RIVERS HOUSE, CROSSNESS WORKS, BELVEDERE ROAD, ABBEYWOOD, LONDON SE2 9AQ *et al.*, 2007; DELPECH *et al.*, 2010; PÉREZ-DOMÍNGUEZ *et al.*, 2012). Do mesmo modo, diversas adaptações e modificações das métricas (atributos) e pontuações propostas por Karr (1981) foram utilizadas para avaliar

estuários no Brasil (FISCH et al., 2016; SOARES et al., 2011; SOUSA; CASTRO; SILVA, 2011; VIANA et al., 2010).

A Baía de São Marcos tem características inteiramente estuarina, é drenada por vários rios e compõe o golfo maranhense que se interliga ao Oceano Atlântico. Os impactos ambientais no complexo estuarino vêm se agravando ao longo dos anos, tendo como principais causas descarga de esgoto, escoamento de nutrientes e alterações da paisagem provenientes dos terminais marítimos (Itaqui e ALUMAR / ALCOA) instalados na região portuária. Portanto, essas atividades conduziram um aumento da ameaça para a saúde dos organismos aquáticos.

Diversos estudos demonstraram que a degradação dos ecossistemas aquáticos expostos a descargas de resíduos industriais podem conduzir a uma redução na abundância das espécies comercialmente importantes, resultando em problemas sociais e econômicos para as comunidades locais (BLABER, 2000; KENNISH, 2010). Fausch et al. (1990), consideram que a integridade biótica de uma comunidade de peixes é um indicador sensível do stress direto e indireto do ecossistema aquático inteiro, tendo grande aplicação em monitoramento biológico para avaliar a degradação ambiental.

Nesse contexto, a utilização de índices que avaliam a integridade ambiental de áreas, afetadas por inferência antrópica, tornam-se ferramentas importantes no auxílio de possíveis tomadas de decisões. Vale ressaltar que os peixes podem ser bioindicadores eficazes e têm sido utilizados com sucesso para a avaliação da qualidade de muitos ambientes aquáticos (VIANA et al., 2010). Portanto, o presente estudo tem como objetivo avaliar a ictiofauna como indicador de integridade biótica da região portuária do complexo estuarino da Baía de São Marcos.

## **MATERIAL E METÓDOS**

### **Área de estudo**

Os peixes foram capturados na Baía de São Marcos localizada na Ilha de São Luís, Estado do Maranhão, nos seguintes locais de coleta: Ponto 1 (44° 22' 19,745" W e 2° 33' 34,062" S); Ponto 2 (44° 21' 59,359" W e 2° 33' 21,469" S) e Ponto 3 (44° 21' 47,033" W e 2° 33' 7,150" S); Ponto 4 (44° 22' 5,857" e W 2° 32' 42,265" S) (Figura 6-1).



Figura 6-1. Localização da Baía de São Marcos. Pontos de captura dos peixes, Maranhão, Brasil.

### Amostragem

As coletas dos peixes foram realizadas no período de maio/2011 a novembro/2015, totalizando 18 coletas. As espécies foram capturadas em 4 pontos (P1, P2, P3 e P4) com o auxílio de redes de emalhe, com malhas variando de 18 mm a 60 mm entre nós opostos.

Todos os peixes coletados foram acondicionados em sacos plásticos, conservados no gelo e transportados para o laboratório de Ictiologia da Universidade Federal do

Maranhão. Na etapa seguinte o material biológico foi identificado até o nível de espécie, utilizando os trabalhos de Cervigón et al., (1992); Figueiredo; Menezes, (2000); Fischer, (1978). A nomenclatura das espécies foi padronizada segundo informações do Fishbase (FROESE; PAULY., 2011). Para cada espécime coletado, foram determinadas as medidas biométricas (comprimento total (cm) e peso (g)), bem como observados aspectos de sua anatomia externa para eventual detecção de anomalias, tumores, deformações ou outras doenças para utilização no Índice de Integridade Biótica (IIB).

### **Análise dos dados**

Para avaliar as possíveis alterações na estrutura da comunidade que indicassem impactos ambientais, foi utilizado o Índice de Integridade Biótica (IIB) (KARR, 1981) para avaliar os efeitos das possíveis alterações ambientais. O sistema pretende descrever o ambiente em seis classes de qualidade de água (Excelente, Bom, Razoável, Pobre, Muito Pobre e Sem Peixe) (Tabela 6-2).

Tabela 6-1. Pontuação de Integridade Biótica, classes e atributos.

| <b>Classes de Integridade (Pontuação)</b> | <b>Atributos</b>  |
|---|---|
| <b>Excelente (57-60)</b>                  | Comparável às melhores situações sem a influência do homem; todas as espécies regionais esperadas para o hábitat e tamanho do curso d'água presentes, incluindo as formas mais intolerantes, em todas as faixas de classes de idade e sexo; estrutura trófica balanceada. |
| <b>Boa (48-52)</b>                        | Riqueza de espécies um tanto abaixo da expectativa, especialmente devido à perda das formas mais intolerantes; algumas espécies com distribuição de abundância ou de tamanho inferior ao ótimo; estrutura trófica mostra alguns sinais de estresse.                       |
| <b>Regular (39-44)</b>                    | Sinais de deterioração adicionais com menos formas intolerantes, estrutura trófica mais alterada (por exemplo, aumento da frequência de onívoros); classes maiores de idade de predadores podem ser raras.  |
| <b>Pobre (28-35)</b>                      | Dominada por onívoros, espécies tolerantes à poluição e generalistas em hábitat; poucos carnívoros; taxas de crescimento e fator de condição diminuída; espécies híbridas e/ou doentes sempre presentes.  |

| <b>Classes de Integridade (Pontuação)</b> | <b>Atributos</b>  |
|---|---|
| <b>Muito Pobre (&lt; 24)</b>              | Poucos peixes presentes, principalmente introduzidos ou espécies muito tolerantes; híbridos frequentes; doenças comuns, parasitas, nadadeiras feridas e outras anomalias. |
| <b>Sem peixe (0)</b>                      | Repetidas pescarias sem capturar qualquer peixe.  |

Este índice se baseou em vários atributos da comunidade de peixes para avaliar os efeitos de alteração ambiental. Tais atributos cobrem uma amplitude de níveis ecológicos de indivíduos até população, comunidades e ecossistemas, e foram agrupados em três categorias: composição e riqueza de espécies, composição trófica e abundância de peixes e condições (Tabela 6-2) (ARAÚJO, 1998). A cada atributo foi dada uma nota que variou entre 5 (situação boa), 3 (regular) e 1 (ruim), para acomodar as variações ecológicas e evolutivas de cada atributo. O valor final do índice foi representado pela soma das notas de cada medida. Sendo que o IIB foi calculado para cada local e mês que foram realizadas as coletas, com base nos métodos delineados por Karr et al. (1986).

Tabela 6-2. Pontuações utilizadas na determinação da Integridade Biótica para a comunidade de peixes da baía de São Marcos.

| <b>Categoria/Pontuação</b>                | <b>Pontuação</b> |          |          |
|---|------------------|----------|----------|
|   | <b>5</b>         | <b>3</b> | <b>1</b> |
| <b>Composição e riqueza de espécies</b>   |                  |          |          |
| 1. Número de espécies                     | > 80             | 40 - 80  | < 40     |
| 2. Presença de espécies intolerantes      | > 5              | 3 - 5    | < 3      |
| 3. Número de Clupeiformes                 | > 6              | 3 - 6    | < 3      |
| 4. Número de Siluriformes                 | > 10             | 5 - 10   | < 5      |
| 5. Número de Perciformes                  | > 36             | 18 - 36  | < 18     |
| 6. Proporção de espécies muito tolerantes | < 2%             | 2 - 4%   | > 4%     |
| <b>Composição trófica</b>                 |                  |          |          |
| 7. Proporção de onívoros                  | < 20%            | 20 - 45% | > 45%    |
| 8. Proporção de detritívoros              | < 3%             | 3 - 5%   | > 5%     |
| 9. Proporção de carnívoros                | > 8%             | 4 - 8%   | < 4%     |
| <b>Abundância e condições dos peixes</b>  |                  |          |          |
| 10. Número de indivíduos                  | > 95             | 48 - 95  | < 48     |

| Categoria/Pontuação                                  | Pontuação |          |       |
|--|-----------|----------|-------|
|  | 5         | 3        | 1     |
| 11. Proporção de peixes estuarino – oportunistas     | > 24%     | 12 – 24% | < 12% |
| 12. Proporção de peixes com anomalias, doenças, etc. | < 1%      | 1 – 3%   | > 3%  |

Essas categorias deveriam ser comparadas a valores esperados em um estuário relativamente livre de degradação, de tamanho semelhante e da mesma região ecológica. Entretanto, na área de estudo é impossível encontrar locais com comunidade de peixes inalterada. Diante disso, foi necessário adotar critérios próprios tanto na composição dos atributos, quanto nas faixas de pontuação, de acordo com a metodologia modificada e adaptada por Sousa et al. 2011, que realizaram tais modificações para avaliar os efeitos das alterações ambientais em ambientes estuarinos da Ilha de São Luís. Os autores adequaram o IIB para as condições ecológicas dos estuários da Ilha e sua adaptação foi tomada como base para aplicação desta metodologia na área de estudo. A relação entre os 12 atributos que caracterizam o IIB com o valor final do índice de cada campanha foi quantificada por meio de correlação linear simples.

### **Análises estatísticas**

Os padrões espaciais e temporais para o Índice de Integridade Biótica foi inicialmente avaliado pelo teste de Levene, com intuito de verificar os pressupostos de homogeneidade das variâncias. Quando atendidos, os dados foram testados através da Análise de Variância (ANOVA One-Way). Para os casos em que os resultados indicaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), aplicou-se o teste Tukey a posteriori, para identificar quais médias eram diferentes. Na situação em que o pressuposto da ANOVA não foi atendido (variâncias heterogêneas), aplicou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (Sokal & Rohlf, 1995). Todas as análises foram realizadas utilizando-se os programas PAST e STATISTICA 7.0.

## RESULTADOS

Foram registradas 56 espécies de peixes pertencentes à 15 ordens, onde os Siluriformes contribuíram com a maior riqueza, seguido de Clupeiformes, Mugiliformes, Perciformes, Pleuronectiformes, Tetraodontiformes, Beloniformes, Rajiformes. A família Sciaenidae apresentou maior número de espécies, as outras famílias registradas foram Ariidae, Carangidae, Engraulidae e Mugilidae (Tabela 6-3). As espécies mais abundantes foram *Genyatremus luteus*, *Sciades proops*, *Macrodon ancylodon*, *Bairdiella ronchus*, *Bagre bagre*, *Mugil gaimardianus*, *Sciades herzbergii* e *Sardinella janeiro*.

Os dados disponíveis sobre ecologia trófica das assembleias de peixes permitiram a identificação de sete guildas tróficas: onívora, detritívora, piscívora, planctófaga, insetívora, herbívora e bentófaga, porém, foi utilizada uma classificação mais abrangente seguindo a adaptação de Sousa et al. (2011), onde as guildas foram distribuídas em carnívoras, onívora e detritívora. As espécies carnívoras foram as mais abundantes com 51,79%, as detritívoras somaram 32,14% e onívoras 16,07%.

Tabela 6-3. Lista das espécies registradas ao longo do período de amostragem.

| Ordem             | Espécie                          | Nome-popular        | Hábito alimentar | N   |
|-------------------|----------------------------------|---------------------|------------------|-----|
| Batrachoidiformes | <i>Batrachoides surinamensis</i> | Pacamão             | Onívoro          | 15  |
| Beloniformes      | <i>Strongylura timucu</i>        | Peixe agulha        | Carnívoro        | 6   |
|                   | <i>Symphurus plagusia</i>        | Linguado            | Detritívoro      | 44  |
| Carcharhiniformes | <i>Sardinella janeiro</i>        | Sardinha papel      | Onívoro          | 61  |
| Clupeiformes      | <i>Anchoa spinifer</i>           | Sardinha Amarela    | Onívoro          | 6   |
|                   | <i>Cetengraulis edentulus</i>    | Sardinha Verdadeira | Detritívoro      | 37  |
|                   | <i>Lile piquitinga</i>           | Sardinha pititinga  | Onívoro          | 72  |
|                   | <i>Pellona castelnaeana</i>      | Sardinha do reino   | Carnívoro        | 17  |
|                   | <i>Rhinobatos horkelli</i>       | Arraia viola        | Carnívoro        | 1   |
|                   | <i>Sciades herzbergii</i>        | Bagre guribu        | Detritívoro      | 267 |
| Elopiformes       | <i>Elops saurus</i>              | Urubarana           | Carnívoro        | 11  |
| Lophiiformes      | <i>Ogcocephalus vespertilio</i>  | Peixe morcego       | Carnívoro        | 2   |
| Mugiliformes      | <i>Mugil curema</i>              | Tainha Sajuba       | Detritívoro      | 95  |
|                   | <i>Mugil gaimardianus</i>        | Tainha Pitui        | Detritívoro      | 191 |
|                   | <i>Mugil incilis</i>             | Tainha Urixoca      | Detritívoro      | 33  |
| Peciformes        | <i>Cynoscion leiarchus</i>       | Pescada branca      | Carnívoro        | 10  |

| Ordem             | Espécie                           | Nome-popular      | Hábito alimentar | N   |
|-------------------|-----------------------------------|-------------------|------------------|-----|
|                   | <i>Cynoscion microlepidotus</i>   | Corvina           | Carnívoro        | 25  |
|                   | <i>Polydactylus virginicus</i>    | Barbudo           | Onívoro          | 28  |
|                   | <i>Bairdiella ronchus</i>         | Cororoca          | Detritívoro      | 286 |
|                   | <i>Caranx latus</i>               | Xaréu             | Detritívoro      | 1   |
|                   | <i>Centropomus parallelus</i>     | Camurim Branco    | Carnívoro        | 37  |
|                   | <i>Centropomus undecimalis</i>    | Camurim Preto     | Carnívoro        | 76  |
|                   | <i>Chaetodipterus faber</i>       | Paru              | Detritívoro      | 12  |
|                   | <i>Cynoscion acoupa</i>           | Pescada Amarela   | Carnívoro        | 98  |
|                   | <i>Cynoscion jamaicensis</i>      | Pescada branca    | Carnívoro        | 11  |
|                   | <i>Diapterus rhombeus</i>         | Peixe Prata       | Detritívoro      | 3   |
|                   | <i>Genyatremus luteus</i>         | Peixe pedra       | Detritívoro      | 398 |
|                   | <i>Lobotes surinamensis</i>       | Cruaçu            | Carnívoro        | 1   |
|                   | <i>Lutjanus jocu</i>              | Carapitanga       | Carnívoro        | 9   |
|                   | <i>Macrodon ancylodon</i>         | Pescada gó        | Carnívoro        | 317 |
|                   | <i>Menticirrhus americanus</i>    | Boca de rato      | Carnívoro        | 62  |
|                   | <i>Micropogonias furnieri</i>     | Cururuca          | Detritívoro      | 31  |
|                   | <i>Nebris microps</i>             | Amor sem olho     | Carnívoro        | 1   |
|                   | <i>Oligoplites palometa</i>       | Tibiro            | Carnívoro        | 6   |
|                   | <i>Pseudauchenipterus nodosus</i> | Papista           | Detritívoro      | 32  |
|                   | <i>Stellifer rastriifer</i>       | Cabeçudo branco   | Detritívoro      | 70  |
|                   | <i>Stellifer stellifer</i>        | Cabeçudo vermelho | Carnívoro        | 6   |
|                   | <i>Strongylura marina</i>         | Peixe agulha      | Carnívoro        | 25  |
|                   | <i>Trichiurus lepturus</i>        | Guaravira         | Carnívoro        | 88  |
|                   | <i>Achirus lineatus</i>           | Solha             | Carnívoro        | 128 |
| Pleuronectiformes | <i>Pterengraulis atherinoides</i> | Sardinha de gato  | Onívoro          | 116 |
|                   | <i>Trachinotus falcatus</i>       | Pampo             | Carnívoro        | 2   |
| Rajiformes        | <i>Dasyatis guttata</i>           | Arraia bicuda     | Detritívoro      | 3   |
|                   | <i>Gymnura micrura</i>            | Raia baté         | Carnívoro        | 2   |
| Rhinobatiformes   | <i>Rhizoprionodon lalandii</i>    | Tubarão Figuiinho | Carnívoro        | 2   |
|                   | <i>Amphiarius rugispinis</i>      | Jurupiranga       | Carnívoro        | 70  |
|                   | <i>Aspistor quadriscutis</i>      | Cangatã           | Onívoro          | 1   |
|                   | <i>Aspredinichthys tibicen</i>    | Viola             | Detritívoro      | 2   |
| Siluriformes      | <i>Bagre bagre</i>                | Bandeirado        | Carnívoro        | 317 |
|                   | <i>Cathorops spixii</i>           | Uriacica Vermelha | Onívoro          | 38  |
|                   | <i>Hexanematichthys bonillai</i>  | Uriacica Branco   | Onívoro          | 15  |
|                   | <i>Sciades proops</i>             | Uritinga          | Carnívoro        | 372 |
|                   | <i>Selene setapinnis</i>          | Peixe galo        | Carnívoro        | 1   |
|                   | <i>Aluterus monoceros</i>         |                   | Carnívoro        | 1   |
| Tetraodontiformes | <i>Colomesus psittacus</i>        | Baiacu açu        | Detritívoro      | 7   |
|                   | <i>Stellifer naso</i>             | Cabeçudo preto    | Detritívoro      | 15  |



A análise da variação espacial do IIB indicou que as classes de integridade foram classificadas como “Pobre” em todas as áreas de amostragem, onde a pontuação alternou entre 28 e 36 (Figura 6-2A). O ponto 1 apresentou valores mais elevados, enquanto o ponto 3 apresentou as menores pontuações, quando comparado aos demais locais de captura. O teste de Levene identificou homogeneidade das variâncias ( $p = 0,516$ ), permitindo, deste modo, o uso da ANOVA. Porém, o resultado do teste paramétrico detectou diferença espacial entre pontos de coleta das espécies ( $p > 0,05$ ), onde o ponto 3 demonstrou diferença significativa em relação ao ponto 1.

O resultado do IIB temporal, também categorizou como “Pobre” a qualidade ambiental da área de estudo ao longo do período amostral. Os meses de julho/2013, novembro/2014 e novembro/2105 apresentaram as maiores médias, enquanto que o maio/2011, abril/2012 e agosto/2015 demonstraram os menores valores (Figura 6-2B). A aplicação do teste de Levene’s apontou diferença entre os valores temporais ( $p = 0,2448$ ), logo se utilizou o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para verificar a existência de diferença ou não dos índices para os meses de coleta. A aplicação do teste indicou homogeneidade temporal entre os índices.

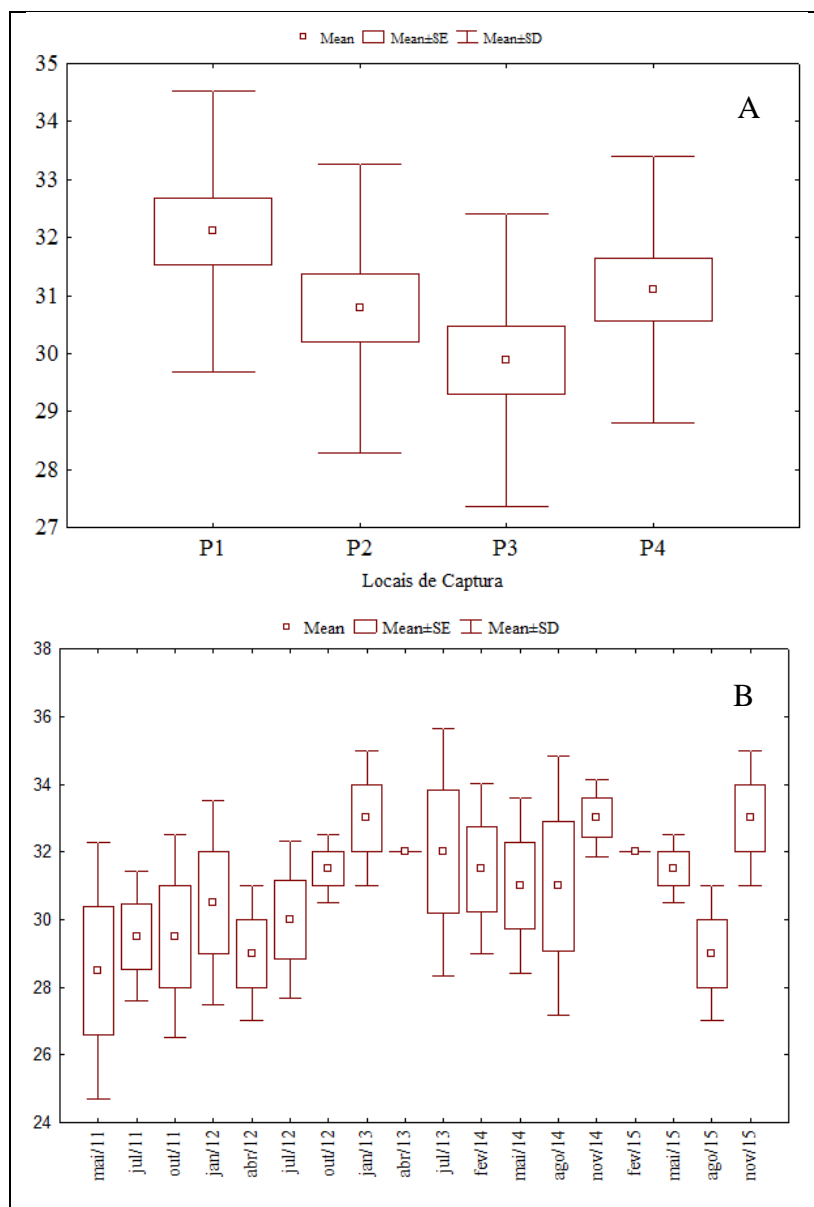


Figura 6-2. Variação espacial (A) e temporal (B) do Índice de Integridade Biótica (IIB) na Baía de São Marcos.

## DISCUSSÃO

A condição ambiental da Baía de São Marcos demonstrada através do Índice de Integridade Biótica, indicou que a situação da qualidade ambiental do sistema estuarino foi classificada como Pobre, não houve variação espacial ou temporal para os resultados. Em estudos realizados em estuários da Ilha do Maranhão, que sofreram influência de uma empresa de alumínio, Sousa et al. (2011) encontrou resultados diferentes para as análises

temporais (Muito Pobre a Pobre) e espaciais (Muito Pobre), onde o aumento dos índices pluviométricos interferiram negativamente na integridade biótica da região.

As espécies carnívoras e detritívoras representaram 70% do total, os resultados foram semelhantes ao estudo realizado por Soares et al. (2011), que registou mais da metade das espécies como detritívoros e carnívoros no Golfão Maranhense. Em um estudo comparativo, Giarrizzo & Krumme (2008) constataram que a contribuição de espécies carnívoras nos corpos hídricos Maranhense era aproximadamente cinco vezes maior aos do Estado do Pará.

A classificação definida para o IIB da Baía de São Marcos, que variou de pobre a regular, pode estar associada à ocupação desordenada do entorno, ao lançamento de efluentes ou as repetidas dragagens (Schettini, 2002; Araújo et al., 2009; Schettini, 2009; Schettini e Truccolo, 2009; Silveira e Resgalla Jr., 2009). Estudos realizados em três estuários do Rio Paciência (MA), foram encontradas maiores variações entre os meses (Muito Pobre, Pobre e Regular) e nenhuma variação entre os pontos de coleta (Pobre) (SOARES et al., 2011).

Quando foi verificada a influência da sazonalidade dos períodos hidrológicos no padrão de distribuição das espécies e sua relação com a qualidade ambiental dos canais de maré, o período de estiagem apresentou uma integridade biótica significativamente melhor do que o período chuvoso. Soares et al. (2011), associa essa diferença ao período chuvoso que resulta no maior aporte de resíduos direcionados para o estuário, e conseqüentemente, afeta a ocorrência da ictiofauna no período hidrológico que diminui os valores do IIB.

Neste trabalho foi analisado um período de 5 anos para a Baía de São Marcos, o que possibilitou estimar possíveis alterações temporais e espaciais da integridade local. Segundo Zhu & Chang (2008) um período amostral contínuo de seis anos, seria suficiente

para a avaliação de uma assembleia de peixes para ambientes impactados. As respostas dos ecossistemas, geralmente, estão relacionadas às alterações ambientais imediatas ou pretéritas. Além disso, as variações nos resultados dos atributos podem estar, também, relacionadas às diferenças físicas e estruturais do habitat, como a profundidade, tipo de substrato e salinidade (Marciano et al., 2004), que não foram considerados para a validação dos índices.

A Baía de São Marcos agrega diversas atividades portuárias ao longo da sua costa, apesar dessa constante interferência foram registradas 56 espécies na área de estudo. A região apresentou uma relevante composição na ictiofauna, em comparação com outros estuários tropicais (BASILIO et al., 2009; CASTRO, 2001; FISCH et al., 2016; MARTINS-JURAS; JURAS; MENEZES, 1987; SILVA JÚNIOR et al., 2013; VIANA et al., 2010). Apesar de receber insumos externos e nutrientes trazidos pelos rios e fluxos de marés, os estuários possuem uma enorme capacidade de regeneração, credenciando, assim, como criadouros de diversas espécies de peixes, inclusive as de importância comercial (BARLETTA-BERGAN; BARLETTA; SAINT-PAUL, 2002; IKEJIMA et al., 2003).

Outros estudos realizados em áreas portuárias maranhenses mostram que as famílias com maior número de espécies são Sciaenidae, Carangidae, Ariidae e Gerreidae. Em número de indivíduos predominaram Ariidae, Pomadasyidae, Mugilidae e Sciaenidae e em peso destacam-se: Ariidae, Mugilidae, Sciaenidae e Tetraodontidae. Dentre as espécies pelágicas ocorrem aquelas das famílias Mugilidae e Carangidae. O presente estudo também retratou padrões semelhantes.

De acordo com Pessanha et al. (2000), a família Engraulidae em sua fase adulta são mais abundantes em ambientes costeiros e migram para o estuário com o objetivo de desovar. No entanto, indivíduos pertencentes à esta família utilizam o ambiente marinho

para recrutamento e desenvolvimento. Neste estudo observou-se boa incidência das espécies *C. edentulus*, *P. atherinoides* e *S. janeiro*, todas pertencentes à família Engraulidae, tanto em fase adulta, como na juvenil, sobretudo no ponto 1 que embora seja um ambiente costeiro, também se caracteriza pela sua proximidade às áreas de mangue e planície de maré lamosa (lavado), funcionando como zona de alimentação, reprodução e abrigo.

Ainda sobre a família Engraulidae, Krumme & Saint-Paul (2010), observaram no estuário do Caeté uma associação do aumento da biomassa à elevação da produção planctônica em direção à foz do rio Amazonas. As amostragens na área do presente estudo indicaram elevada presença da família Haemulidae e Mugilidae. Segundo Giarrizzo & Krumme (2008), a abundância deste grupo pode estar associada à forte influência marinha que ocorre na ilha de São Luís.

No que diz respeito à família Tetraodontidae, Giarrizzo & Krumme (2008) afirmam que a forte influência marinha e grande amplitude de maré na Baía de São Marcos podem influenciar a proporção de espécies com baixa biomassa na Ilha de São Luís. Esta condição pode ser confirmada neste estudo, uma vez que os menores níveis de biomassa foram encontrados para a espécie *C. psittacus*, a qual pertencente à família citada.

Quanto ao hábito alimentar das espécies, os carnívoros dominaram a amostragem (51,79%), seguido dos detritívoros (32,14%) e onívoros (16,07%). Em um estudo realizado no Pará, próximo a áreas de manguezal, Krumme et al. (2004) constatou o domínio de detritívoros em suas amostragens.

Estudos que abordam guildas tróficas no Golfão Maranhense indicam uniformidade na dieta das espécies de peixes em função, principalmente, das espécies tropicais apresentarem hábitos especializados (ABELHA et al., 2001). A maioria das

espécies apresentam características generalistas, porém, sempre com algum grau de preferência na utilização dos recursos disponíveis no ambiente (PEREIRA et al., 2007).

O Índice de Integridade Biótico classificou como Pobre a qualidade ambiental da Baía de São Marcos, sugerindo que o sistema estuarino sofreu modificações ambientais. Por outro lado, o estudo apontou que nos últimos cinco anos a região vem apresentando estabilidade, no que diz respeito a variação do índice bióticos. O índice viabiliza o entendimento das conexões existentes entre o ambiente aquático e as “atividades” que podem perturbar o seu equilíbrio, sendo uma ferramenta útil para o diálogo entre gestores, políticos e outros grupos de atores envolvidos (FISCH et al., 2016).

A utilização do Índice de Integridade Biótica configurou-se como um importante instrumento de monitoramento e avaliação da qualidade ambiental do meio estudado, principalmente os peixes, que se apresentaram como bons bioindicadores para determinação de áreas com prováveis impactos antrópicos.

## **REFERÊNCIAS**

ABELHA, M. C. F.; AGOSTINHO, A. A.; GOULART, E. Plasticidade trófica em peixes de água doce. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 23, n. 2, p. 425–434, 2001.

ARAÚJO, F. G. Adaptação do índice de integridade biótica usando a comunidade de peixes para o rio Paraíba do Sul. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 58, n. 4, p. 547–558, 1998.

BARLETTA-BERGAN, A.; BARLETTA, M.; SAINT-PAUL, U. Structure and Seasonal Dynamics of Larval Fish in the Caeté River Estuary in North Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 54, p. 193–206, 2002.

BASILIO, T. H. et al. Ictiofauna do estuário do rio Curu, Ceará, Brasil. **Arquivo**

**de Ciências do Mar**, v. 42, n. 2, p. 81–88, 2009.

BIRK, S. et al. Three hundred ways to assess Europe's surface waters: An almost complete overview of biological methods to implement the Water Framework Directive.

**Ecological Indicators**, v. 18, p. 31–41, 2012.

BLABER, S. J. M. **Tropical Estuarine Fishes**. Oxford, UK: Blackwell Science Ltd, 2000.

BORJA, A. et al. Implementation of the European water framework directive from the Basque country (northern Spain): A methodological approach. **Marine Pollution Bulletin**, v. 48, n. 3–4, p. 209–218, 2004.

BORJA, A. et al. Overview of integrative tools and methods in assessing ecological integrity in estuarine and coastal systems worldwide. **Marine Pollution Bulletin**, v. 56, n. 9, p. 1519–1537, 2008.

BREINE, J. et al. A fish-based index of biotic integrity for upstream brooks in Flanders (Belgium). **Hydrobiologia**, v. 522, n. 1–3, p. 133–148, 2004.

BREINE, J. et al. A zone-specific fish-based biotic index as a management tool for the Zeeschelde estuary (Belgium). **Marine Pollution Bulletin**, v. 60, n. 7, p. 1099–1112, 2010.

BRYCE, S. A.; HUGHES, R. M.; KAUFMANN, P. R. Development of a bird integrity index: Using bird assemblages as indicators of riparian condition. **Environmental Management**, v. 30, n. 2, p. 294–310, 2002.

CABRAL, H. N. (A CENTRO DE OCEANOGRÁFIA, FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE LISBOA, CAMPO GRANDE, 1749-016 LISBON, P. et al. Ecological quality assessment of transitional waters based on fish assemblages in Portuguese estuaries: The Estuarine Fish Assessment Index (EFAI). **Ecological Indicators**, v. 19, p. 144–153, 2012.

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

CERVIGÓN, F. et al. **Guía de Campo de las Especies Comerciales Marinas y de Aguas Salobres de la Costa Septentrional de Sur America**. Roma: [s.n.].

COATES, STEVE (ENVIRONMENT AGENCY, RIVERS HOUSE, CROSSNESS WORKS, BELVEDERE ROAD, ABBEYWOOD, LONDON SE2 9AQ, U. et al. Efficacy of a multi-metric fish index as an analysis tool for the transitional fish component of the Water Framework Directive. **Marine Pollution Bulletin**, v. 55, p. 225–240, 2007.

DELPECH, C. et al. Development of a fish-based index to assess the ecological quality of transitional waters: The case of French estuaries. **Marine Pollution Bulletin**, v. 60, n. 6, p. 908–918, 2010.

FAUSCH, K. D. et al. Fish communities as indicators of environmental degradation. **American Fisheries Society Symposium**, v. 8, p. 123–144, 1990.

FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. A. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. VI. Teleostei (5)**. São Paulo: Universidade de São Paulo: Museu de Zoologia, 2000.

FISCH, F. et al. Ictiofauna como indicador de la integridad biótica de un ambiente estuarino. **Acta biol. Colomb**, v. 2121, n. 11, p. 27–3827, 2016.

FISCHER, W. **FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Central Atlantic (fishing area 31)**. 1–7. ed. Roma: [s.n.].

FROESE, R.; PAULY., D. **Fishbase**. Disponível em: <[www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)>.

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



IKEJIMA, K. et al. Juvenile and small fishes in a mangrove estuary in Trang province, Thailand: Seasonal and habitat differences. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 56, n. 3–4, p. 447–457, 2003.

JACKSON, J. B. et al. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. **Science (New York, N.Y.)**, v. 293, n. 5530, p. 629–37, 2001.

KARR, J. R. Assessment of biotic integrity using fish communities. **Fisheries (Bethesda)**, v. 6, n. 6, p. 21–27, 1981.

KARR, J. R. et al. Assessing biological integrity in running waters: a method and its rationale. **Illinois Natural History Survey**, p. 86, 1986.

KENNISH, M. J. **Ecology of estuaries: biological aspects**. Flórida: CRC PRESS, 2010.

KRUMME, U.; SAINT-PAUL, U. Dynamics in Mangrove Fish Assemblages on a Macrotidal Coast. **Ecological Studies**, v. 211, p. 189–207, 2010.

KRUMME, U.; SAINT-PAUL, U.; ROSENTHAL, H. Tidal and diel changes in the structure of a nekton assemblage in small intertidal mangrove creeks in northern Brazil. **Aquatic Living Resources**, v. 17, n. 2, p. 215–229, 15 abr. 2004.

MARCIANO, T. F.; CHAUDHRY, F. H.; RIBEIRO, M. C. L. B. Evaluation of the Index of Biotic Integrity in the Sorocaba River Basin (Brazil, SP) Based on Fish Communities. **Acta Limnol. Bras.**, v. 16, p. 225–237, 2004.

MARTINS-JURAS, I. D. 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.

PEREIRA, P. R. et al. Trophic guilds of fishes in sandbank habitats of a Neotropical river. **Neotropical Ichthyology**, v. 5, n. 1982–224, p. 399–404, 2007.

PÉREZ-DOMÍNGUEZ, R. et al. **Current developments on fish-based indices**

to assess ecological-quality status of estuaries and lagoons **Ecological Indicators**, 2012.

PESSANHA, A. L. M. et al. Variações temporais e espaciais na composição e estrutura da comunidade de peixes jovens da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 17, n. 1, p. 251–261, 2000.

SILVA JÚNIOR, M. G. et al. Caracterização Da Ictiofauna Em Três Canais De Maré Do Estuário Do Rio Paciência, Ilha De São Luís, Estado Do Maranhão. **Arquivo Ciências do Mar**, v. 46, n. 1, p. 5–21, 2013.

SOARES, L. S. (UNIVERSIDADE F. DO M. et al. Comunidade de peixes como indicador de qualidade ambiental de alguns canais de maré do estuário do rio Paciência, São Luís – MA. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**2, v. 24 (1), n. 1982–6421, p. 1–12, 2011.

SOUSA, M. R. J.; CASTRO, A. C. L.; SILVA, M. H. L. COMUNIDADE DE PEIXES COMO INDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA INDÚSTRIA ALUMAR, ILHA DE SÃO LUÍS - MA. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 24, n. 1982–6421, p. 1–8, 2011.

VIANA, A. P. et al. Fish fauna as an indicator of environmental quality in an urbanised region of the Amazon estuary. **Journal of Fish Biology**, v. 76, n. 3, p. 467–486, 2010.

ZHU, D.; CHANG, J. Annual variations of biotic integrity in the upper Yangtze River using an adapted index of biotic integrity (IBI). **Ecological Indicators**, v. 8, n. 5, p. 564–572, 2008.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos ao Departamento de Oceanografia e Limnologia, vinculado à Universidade Federal do Maranhão, pelo financiamento da pesquisa, ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos da Universidade Estadual do Maranhão, pelo desenvolvimento dos trabalhos de análise dos dados, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento da bolsa de pesquisa.

## **INSTRUCTIONS TO AUTHORS**

### **Escope and politics**

The Brazilian Journal of Oceanography covers the entire spectrum of disciplines within the science of oceanography, publishing articles dealing with the biological oceanography, physical oceanography, marine chemistry, sedimentology and geology, from coastal and estuarine waters out to the open sea. Emphasis is placed on interdisciplinary process-oriented contributions. BJO also publishes issues dedicated to results of scientific meetings and of large inter-disciplinary studies or topical issues on specific subjects.

The audience is composed by physical, chemical and biological oceanographers, marine sedimentologists, geologists and geochemists, marine biologists and ecologists.

Papers sent to BJO must present results from original research and be written in english.

The manuscript should be sent to the editor who verifies its property in relation to the scope of the periodical. Manuscripts are critically evaluated by two reviewers. The Editor decides on acceptance or rejection. Acceptable manuscripts are usually returned to the author for consideration of comments and criticism.

The BJO publishes articles in three formats, as follows, but review articles are occasionally accepted.

- a) Original article: up to 30 pages, figures and tables included;
- b) Note: up to 07 pages, figures and tables included;
- c) Review article: up to 50 pages, figures and tables included

Important: Authors must submit six (06) names of potential reviewers for the manuscript, among the experts of recognized competence in the area.

There is no charge for articles submission and evaluation.

### **Organization of the manuscript**

Article and Review

### **Organization of the manuscript Article and Review**

The desirable style of organization of a manuscript is as follows:

Title - Must be brief and indicative of the objective of the paper.

Author(s) - Full name(s) of the author(s) should be provided.

Affiliation(s) - The author(s) affiliation(s) and address for correspondence should be given.

Running title - A brief running title should be provided, not exceeding 50 characters, including spaces.

.Abstract - The Article and Review papers should include a brief abstract, not exceeding - 200 words.

Resumo - In Portuguese, located below the Abstract, without paragraphs, should not exceed - 200 words.

Descriptors - A maximum of eight descriptive descriptors should be listed below the "Resumo".

Introduction

Material and Methods

Result

Discussion

Acknowledgements

Organization of the Notes

Title - Should be short and indicative of the objective of the paper.

Author(s) - Full name(s) of the author(s) should be provided.

Affiliation(s) - The author(s) affiliation(s) and address for correspondence should be given.

Running title - Running head of title should be indicated, not exceeding 50 characters including spaces.

Full text

Acknowledgements

References-

- The references must follow Norma ABNT/ NBR 6023

The reference list should be in alphabetical order according to the family name of the first author. A perfect correspondence should exist between citations in the text and the list provided in the Reference section. - References should - be complete, including the family names of the authors cited, year of publication, complete title of the article, standard abbreviation of the journal title, volume, issue and page numbers (beginning and ending). Journal title should be abbreviated according to the World List of Scientific Periodicals.

Note: BJO does not accept bibliographic references of unpublished papers, theses, dissertations, abstracts and reports.

Formulas, Graphics, Tables and Figures should display numbers with English score for the semicolons. Follow the instructions in the online submission system: <http://www.sgponline.com.br/bjo/sgp/>

### **Sending of manuscripts**

The originals will have to be directed by <http://www.sgponline.com.br/bjo/sgp/>

## 7 CONCLUSÃO

O estudo realizado na Baía de São Marcos permitiu o registro de 56 espécies pertencentes 29 famílias, com destaque para as famílias Sciaenidae, Ariidae, Carangidae, Engraulidae e Mugilidae.

A espécie mais abundante foi *Genyatremus luteus*, seguida de *Sciades proops*, *Macrodon ancylodon*, *Bairdiella ronchus*, *Bagre bagre*, *Mugil gaimardianus*, *Sciades herzbergii* e *Sardinella janeiro*

A captura total em peso foi de 544.997,53 g, com o *Sciades proops* sendo o maior contribuinte (53.477,42 g), seguido das espécies *Macrodon ancylodon*, *Bagre bagre*, *Centropomus undecimalis*, *Genyatremus luteus*, *Sciades herzbergii*, *Cynoscion acoupa* e *Trichiurus lepturus*.

A variação da abundância e biomassa apresentou padrões homogêneos ao longo do gradiente temporal investigado.

Analisando os índices de diversidade, equitabilidade e riqueza das espécies durante o período de maio/2011 a novembro/2015 observou-se que o ambiente não tem apresentado grandes alteração com relação à integridade da comunidade ictiofaunística.

A análise de similaridade para os meses de amostragem indicou a formação de 2 grupos. O grupo 01 foi formado pelos meses compreendidos no período de estiagem, enquanto o grupo 02 foi representado pelos meses do período de estiagem. Os meses de maio/2011, julho/2011, abril/2012, julho/2012, julho/2013, maio/2014, fevereiro/2015 e novembro/2015 apresentaram baixa similaridade.

Do ponto de vista da distribuição espacial das espécies, os resultados indicaram forte preferência pelo ponto P01.

No que concerne aos índices de Riqueza e Diversidade, também foram observados diferença significativa do ponto P01 em relação aos demais.

A utilização do Índice de Integridade Biótica classificou como Pobre a qualidade ambiental da Baía de São Marcos, sugerindo que o sistema estuarino sofreu modificações ambientais. Por outro lado, o estudo apontou que nos últimos cinco anos a região vem apresentando estabilidade, no que diz respeito a variação dos índices bióticos.

A utilização do Índice de Integridade Biótica configurou-se como um importante instrumento de monitoramento e avaliação da qualidade ambiental do meio estudado, principalmente os peixes, que se apresentaram como bons bioindicadores para determinação de áreas com prováveis impactos antrópicos.



## 8 REFERÊNCIAS

- ABELHA, M. C. F.; AGOSTINHO, A. A.; GOULART, E. Plasticidade trófica em peixes de água doce. *Acta Scientiarum. Biological Sciencesarum*, v. 23, n. 2, p. 425–434, 2001.
- ALBINATI, A. C. L.; MOREIRA, E. L. T.; ALBINATI, R. C. B.; CARVALHO, J. V.; SANTOS, G. B.; LIRA, A. D. Toxicidade aguda do herbicida Roundup® para piaçu (*Leporinus macrocephalus*). *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.8, p.184-192, 2007.
- AMEZCUA, F. L.; YÁÑEZ, A. A. Ecología de los sistemas fluvio-lagunares asociados a la laguna de Términos. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*, v.7, ed.1, p.69-118, 1980.
- ARAÚJO, C. C. V. ROSA, D. M. FERNANDES, J. M. RIPOLI, L. V. & KROHLING W. 2008. *Composição e estrutura da comunidade de peixes de uma praia arenosa da Ilha do Frade, Vitória, Espírito Santo. Iheringia, Série Zoologia*, 98(1):129-135.
- ARAÚJO, F. G. Adaptação do índice de integridade biótica usando a comunidade de peixes para o rio Paraíba do Sul. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 58, n. 4, p. 547–558, 1998.
- BARLETTA-BERGAN, A.; BARLETTA, M.; SAINT-PAUL, U. Structure and Seasonal Dynamics of Larval Fish in the Caeté River Estuary in North Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 54, p. 193–206, 2002.
- BASILIO, T. H. et al. Ictiofauna do estuário do rio Curu, Ceará, Brasil. *Arquivo de Ciências do Mar*, v. 42, n. 2, p. 81–88, 2009.
- BECKER, V.; CARDOSO, L. S.; HUSZAR, V. L. M. Diel variation of phytoplankton functional groups in a subtropical reservoir in southern Brazil during an autumnal stratification period. *Aquatic Ecology*, v. 43, p. 285–293, 2009.
- BELL, J. D.; GALZIN, Y. R. Influence of live coral cover on coral-reef fish communities. *Marine Ecology - Progress Series*, v. 15, p.265-274, 1984.
- BEUKERS, J. S.; JONES, G. P. Habitat complexity modifies the impact of piscivores on a coral reef fish population. *Oecologia*, v. 114, p.50-59, 1997.
- BIRK, S. et al. Three hundred ways to assess Europe's surface waters: An almost complete overview of biological methods to implement the Water Framework Directive. *Ecological Indicators*, v. 18, p. 31–41, 2012.
- BLABER, S. J. M. *Tropical Estuarine Fishes*. Oxford, UK: Blackwell Science Ltd, 2000.
- BLABER, S. J. M.; BREWER, D. T.; SALINI, J. P.; KERR, J. D.; CONACHER, C. Species composition and biomass of fishes in tropical seagrasses at the Groote Eylandt, Northern Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v.35, n.6, p.605-620, 1992.
- BORJA, A. et al. Implementation of the European water framework directive from the Basque country (northern Spain): A methodological approach. *Marine Pollution Bulletin*, v. 48, n. 3–4, p. 209–218, 2004.
- BORJA, A. et al. Overview of integrative tools and methods in assessing ecological integrity in estuarine and coastal systems worldwide. *Marine Pollution Bulletin*, v. 56, n. 9, p. 1519–1537, 2008.

- BREINE, J. et al. A fish-based index of biotic integrity for upstream brooks in Flanders (Belgium). **Hydrobiologia**, v. 522, n. 1–3, p. 133–148, 2004.
- BREINE, J. et al. A zone-specific fish-based biotic index as a management tool for the Zeeschelde estuary (Belgium). **Marine Pollution Bulletin**, v. 60, n. 7, p. 1099–1112, 2010.
- BROKOVICH, E.; BARRANES, A.; GOREN, M. Habitat structure determines coral reef fish assemblages at the northern tip of the Red Sea. **Ecological Indicators**, v. 6, p.494–507, 2006.
- BRYCE, S. A.; HUGHES, R. M.; KAUFMANN, P. R. Development of a bird integrity index: Using bird assemblages as indicators of riparian condition. **Environmental Management**, v. 30, n. 2, p. 294–310, 2002.
- CABRAL, H. N. (A CENTRO DE OCEANOGRAFIA, FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE LISBOA, CAMPO GRANDE, 1749-016 LISBON, P. et al. Ecological quality assessment of transitional waters based on fish assemblages in Portuguese estuaries: The Estuarine Fish Assessment Index (EFAI). **Ecological Indicators**, v. 19, p. 144–153, 2012.
- CARVALHO-NETA, R. N. F.; TORRES JR, A. R.; ABREU-SILVA, A. L. Biomarkers in Catfish *Sciades herzbergii* (Teleostei: Ariidae) from Polluted and Non-polluted Areas (São Marcos' Bay, Northeastern Brazil). **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 166, n. 5, p. 1314-1327, 2012.
- CARVALHO-NETA, R. N. R. **Fauna de peixes estuarinos da ilha dos Caranguejos-MA: Aspectos ecológicos e relações com a pesca artesanal**. 2004. 90f. Dissertação (Mestrado Sustentabilidade de Ecossistemas), Universidade Federal do Maranhão, São Luís (MA).
- CASATTI, L.; SILVA, A.M.; LANGEANI, F.; R.M.C. CASTRO. Stream fishes, water and habitat quality in a pasture dominated basin, Southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v.66, n. 2, p.681-696, 2006.
- CASTRO, A. C. L. Diversidade da assembléia de peixes em igarapés do estuário do rio Paciência (Ma–Brasil). **Atlântica**, v. 23, p. 39–46, 2001.
- CERVIGÓN, F. et al. Guía de Campo de las Especies Comerciales Marinas y de Aguas Salobres de la Costa Septentrional de Sur America. Roma: [s.n.].
- CLARKE, K. R.; WARWICK, R. W. **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation**. United Kingdom: Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, p. 859, 1994.
- COATES, STEVE (ENVIRONMENT AGENCY, RIVERS HOUSE, CROSSNESS WORKS, BELVEDERE ROAD, ABBEYWOOD, LONDON SE2 9AQ, U. et al. Efficacy of a multi-metric fish index as an analysis tool for the transitional fish component of the Water Framework Directive. **Marine Pollution Bulletin**, v. 55, p. 225–240, 2007.
- CUNNINGHAM, P. T. M. **Estudo comparativo da ictiofauna da costa Oeste e enseada das Palmas, Ilha Anchieta, Enseada do Flamengo e Enseada da Fortaleza (Lat. 23°29'S, Long. 45°03'W – 45°09'W), Ubatuba, Estado de São Paulo, Brasil**. 1983. 133p. Tese de Doutorado (Doutorado em Ciências). Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo (SP).

DEEGAN L. A., FINN J. T., AWAZIAN S.G., RYDER-KIEFFER C. A. Development and Validation of an Estuarine Biotic Integrity Index. **Estuaries**. 1997;20 (3):601-617. Doi:10.2307/1352618

DEFEO, O.; MCLACHLAN, A.; SCHOEMAN, D.S.; SCHLACHER, T.A.; DUGAN, J.; JONES, A.; LASTRA, M.; SCAPINI, F. Threats to sandy beach ecosystems: A review. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 81, p.1-12, 2009.

DELPECH, C. et al. Development of a fish-based index to assess the ecological quality of transitional waters: The case of French estuaries. **Marine Pollution Bulletin**, v. 60, n. 6, p. 908–918, 2010.

ECOUTIN, J.M.; SIMIER, M.; ALBARET, J.J.; LAE, R.; MORAIS, T.L. Changes over a decade in fish assemblages exposed to both environmental and fishing constraints in the Sine Saloum estuary (Senegal). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, vol. 87, n. 2, p. 284-292, 2010.

EL-ROBRINI, M. **Evolution rapide des fonds d'une zone estuarine: le secteur d'Itaqui-Baie de São Marcos Maranhão (Brésil)**. Editions IFREMER, Paris: 159-175, 1992.

EL-ROBRINI, M.; MARQUES, V.J.; SILVA, M. A. M. A.; EL-ROBRINI, M. H. S.; FEITOSA, A. C.; TAROUCO, J. E. F.; SANTOS, J. H. S.; VIANA, J. R. **Erosão e progradação do litoral brasileiro: Maranhão**. MUEHE, D. (Org.). Brasília: MMA. 2006. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa\\_sigercom/\\_arquivos/ma\\_erosao](http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_sigercom/_arquivos/ma_erosao)> Acesso: em 17 abril. 2016.

FAUSCH, K. D. et al. Fish communities as indicators of environmental degradation. American Fisheries Society Symposium, v. 8, p. 123–144, 1990.

FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. A. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. VI. Teleostei (5). São Paulo: Universidade de São Paulo: Museu de Zoologia, 2000.

FISCH, F. et al. Ictiofauna como indicador de la integridad biótica de un ambiente estuarino. **Acta biol. Colomb**, v. 2121, n. 11, p. 27–3827, 2016.

FISCHER, W. FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Central Atlantic (fishing area 31). 1–7. ed. Roma: [s.n.].

FROESE, R.; PAULY., D. Fishbase. Disponível em: <[www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)>.

GAELZER, L.R.; ZALMON, I.R. The influence of wave gradient on the ichthyofauna of southeastern Brazil: Focusing the community structure in surf-zone. **Journal of Coastal Research**, v. 35, p. 456-462, 2003.

GARPE, K. C.; ÖHMAN, M. C. Coral and fish distribution patterns in Mafia Island Marine Park, Tanzania: fish-habitat interactions. **Hydrobiologia**, v. 498, p.191-211, 2003.

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

GORBEÑA, E. G.; QASSIM, R. Y.; ROSMAN, P. C. C. Assessment of the tidal current energy resource in São Marcos Bay, Brazil. **Journal of Ocean Engineering and Marine Energy**, v.1, p.421–433, 2015.

- GOULART, M. D. C.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, v. 1, 2003.
- HALPERN, B.S., WALBRIDGE, S., SELKOE, K.A., KAPPEL, C.V., MICHELI, F., D'AGROSA, C., BRUNO, J.F., CASEY, K.S., EBERT, C., FOX, H.E., FUJITA, R., HEINEMANN, D., LENIHAN, H.S., MADIN, E.M.P., PERRY, M.T., SELIG, E.R., SPALDING, M., STENECK, R., WATSON, R. A global map of human impact on marine ecosystems. **Science**, v.319, p.948–952, 2008.
- HARRISON T. D., WHITFIELD A. K. Application of a Multimetric Fish Index to Assess the Environmental Condition of South African Estuaries. **Estuaries Coast**. 2006;29 (6B):1108-1120. Doi:10.1007/BF02781813.
- Hill, M. O. Diversity and Evenness: A Unifying Notation and Its Consequences. **Ecology**, v. 54, n. 2, 1973.
- HOOK, J. H. Seasonal variation in the relative abundance and species diversity of fishes in South Bay. **Contributions in Marine Science**, v. 32, p. 127-141, 1991.
- HUGHES R. M., DEEGAN L. A., WEAVER M. J., COSTA J. Regional Application of an Index of Estuarine Biotic Integrity Based on Fish Communities. **Estuaries**. 2002;25 (2):250–263. Doi: 10.1007/BF02691312
- IKEJIMA, K. et al. Juvenile and small fishes in a mangrove estuary in Trang province, Thailand: Seasonal and habitat differences. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 56, n. 3–4, p. 447–457, 2003.
- INGLÊS, M.C.G. **Avaliação dos impactes das condicionantes nas actividades sócio-económicas em áreas marinhas protegidas: caso de estudo na Reserva Natural da Berlengas**. 2010. 58f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Gestão Ambiental). Faculdade de Ciências, Lisboa.
- JACKSON, J. B. et al. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. **Science** (New York, N.Y.), v. 293, n. 5530, p. 629–37, 2001.
- JACKSON, J.B.C.; KIRB, M.X.; BERHER, W.H.; BJORNDAL, K.A.; BOTSFORD, L.W. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. **Science**, v. 293, p.629–638, 2001.
- KARR, J. R. Assessment of biotic integrity using fish communities. **Fisheries** (Bethesda), v. 6, n. 6, p. 21–27, 1981.
- KARR, J. R. et al. Assessing biological integrity in running waters: a method and its rationale. **Illinois Natural History Survey**, p. 86, 1986.
- KENNISH, M. J. Ecology of estuaries: biological aspects. Flórida: CRC PRESS, 2010.
- KRUMME, U.; SAINT-PAUL, U. Dynamics in Mangrove Fish Assemblages on a Macrotidal Coast. **Ecological Studies**, v. 211, p. 189–207, 2010.
- KRUMME, U.; SAINT-PAUL, U.; ROSENTHAL, H. Tidal and diel changes in the structure of a nekton assemblage in small intertidal mangrove creeks in northern Brazil. **Aquatic Living Resources**, v. 17, n. 2, p. 215–229, 15 abr. 2004.
- LAST, P.R.; WILLIAM, T.; WHITE, W.T.; DANIEL, C.; GLEDHILL, D.C.; HOBDDAY, A.J.; BROWN, R.; GRAHAM, J.; EDGAR, G.J.; PECL, G. Long-term shifts in

abundance and distribution of a temperate fish fauna: a response to climate change and fishing practices. **Global Ecology and Biogeography**, v.20, p.58–72, 2011.

LEWIS, A. R. Recruitment and post-recruit immigration affect the local population size of coral reef fishes. **Coral Reefs**, v.16, p.139-149, 1997.

LIRMAN, D. Reef fish communities associated with *Acropora palmata*: relationships to benthic attributes. **Bulletin of Marine Science**, v. 65, p.235-252, 1999.

LIVINGSTON, R. J.; KOBYLINSKI, G. J.; LEWIS, F. G.; SHERIDON, P. F. Long-term fluctuations of epibenthic fish and invertebrate populations in Apalachicola Bay, Florida. **Fishery Bulletin**, v.74, p.311-321, 1976.

LOBRY, J.; MOURAND, L.; ROCHARD, E.; ELIE, P. Structure of the Gironde estuarine fish assemblages: a comparison of European estuaries perspective. **Aquatic Living Resources**, v. 16, n. 1, p. 47–58. 2003.

LOTZE, H.K.; LENIHAN, H.S.; BOURQUE, B.J.; BRADBURY, R.H.; COOKE, R.G.; KAY, M.C.; KIDWELL, S.M.; KIRBY, M.X.; PETERSON, C.H.; JACKSON, J.B. Depletion, degradation, and recovery potential of estuaries and coastal seas. **Science**, v.312, p.1806–1809, 2006.

LUDWIG, J.A.; REYNOLDS, J.F. **Statistical ecology: a primer on methods and computing**. John Wiley e Sons, New York, 1988.

MARCIANO, T. F.; CHAUDHRY, F. H.; RIBEIRO, M. C. L. B. Evaluation of the Index of Biotic Integrity in the Sorocaba River Basin (Brazil, SP) Based on Fish Communities. **Acta Limnol. Bras.**, v. 16, p. 225–237, 2004.

MARINHA DO BRASIL. 1999. **Carta Náutica 410: Proximidades da Baía de São Marcos**. Escala: 1:50.000.

MARTINS-JURAS, I. D. 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.

MCHUGH, J.L. **The estuarine ecosystem integrated**. In: Yáñez Arancibia, A.A., Editor, 1985. Ecología de comunidades de peces en estuarios y lagunas costeras: Hacia una integración de ecosistemas. Yáñez- Arancibia, A. (ed). México, Universidad Nacional Autónoma de México, p. 9–15, 1985.

MODDE, T. Growth and residency of juvenile fishes within a surf zone habitat in the Gulf of Mexico. **Gulf Research Reports**. v. 6, p.377-385, 1980.

NANAMI, A., NISHIHARA, M., SUZUKY, T.; YOCOCHI, H. Species-specific habitat distribution of coral reef fish assemblages in relation to habitat characteristics in an Okinawan coral reef. **Environmental Biology of Fishes**, v.72, p.55-65, 2005.

NETO, C. M.; BLACHER, C.; LAURENT, A. S.; SNIZEK, F. N.; CANOZZI, M. B.; TABAJARA, L. L. C. Estrutura da comunidade de peixes de águas rasas na região de Laguna, Santa Catarina, Brasil. **Atlântica**, v.12, n.2, p.53-69, 1990.

PEREIRA, P. R. et al. Trophic guilds of fishes in sandbank habitats of a Neotropical river. **Neotropical Ichthyology**, v. 5, n. 1982–224, p. 399–404, 2007.

PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. **Biologia Marinha**. Rio de Janeiro, Interciência. 382p. 2002.

- PÉREZ-DOMÍNGUEZ, R. et al. Current developments on fish-based indices to assess ecological-quality status of estuaries and lagoons. **Ecological Indicators**, 2012.
- PESSANHA, A. L. M. et al. Variações temporais e espaciais na composição e estrutura da comunidade de peixes jovens da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 17, n. 1, p. 251–261, 2000.
- PINTO B. C. T., ARAUJO F.G., HUGHES R. M. Effects of landscape and riparian condition on a fish index of biotic integrity in a large southeastern Brazil river. **Hydrobiologia**. 2006; 556: 69–83. Doi:10.1007/s10750-005-9009-y
- PINTO R., PATRÍCIO J., BAETA A., FATH B.D., NETO J.M., MARQUES J.C. Review and evaluation of estuarine biotic indices to assess benthic condition. **Ecol Indic**. 2009;9(1):1-25. Doi:10.1016/j.ecolind.2008.01.005
- RAZ-GUZMAN, A.; HUIDOBRO, L. Fish communities in two environmentally different estuarine systems of Mexico. **Journal of Fish Biology**, v. 61-A, p.182- 195, 2002.
- REID, H.; SAHLEN, L.; STAGE, J; MACGREGOR, J. Climate change impacts on Namibia's natural resources and economy. **Climate Policy**, v. 8, p.452-466, 2008.
- RUPLE, D. Occurrence of larval fishes in the surf zone of a northern Gulf of Mexico barrier Island. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.18, p. 191-208, 1984.
- SANDERS, H.L. Marine benthic diversity: a comparative study. **The American Naturalist**, v.102, p.243-282, 1968.
- SANO, M.; SHIMIZU, M.; NOSE, Y. Long-term effects of destruction of hermatypic corals by *Acanthaster planci* infestation on reef fish communities at Iriomote Island, Japan. **Marine Ecology – Progress Series**, v.37, p.191-199, 1987.
- SEDBERRY, G. R.; CARTER, J. The fish community of a shallow tropical lagoon in Belize, Central America. **Estuaries**, v.16, n. 2, p.198-215, 1993.
- SILVA JÚNIOR, M. G. et al. Caracterização Da Ictiofauna Em Três Canais De Maré Do Estuário Do Rio Paciência, Ilha De São Luís, Estado Do Maranhão. **Arquivo Ciências do Mar**, v. 46, n. 1, p. 5–21, 2013.
- SOARES, L. S. (UNIVERSIDADE F. DO M. et al. Comunidade de peixes como indicador de qualidade ambiental de alguns canais de maré do estuário do rio Paciência, São Luís – MA. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 24 (1), n. 1982–6421, p. 1–12, 2011.
- SOUSA, M. R. J.; CASTRO, A. C. L.; SILVA, M. H. L. COMUNIDADE DE PEIXES COMO INDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA INDÚSTRIA ALUMAR, ILHA DE SÃO LUÍS - MA. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 24, n. 1982–6421, p. 1–8, 2011.
- TORRES, M. F. A.; POROT, M. R.; COELHO, P. A. Biogeografia Marinha. In: ESQUINAZI-LEÇA, E.; NEUMAN-LEITÃO, S.; COSTA, M. F. (ORGS.). **Oceanografia: Um Cenário Tropical**, p.571-615, 2004.
- VERA, G. R. **Modelagem trófica do ecossistema de ressurgência de Cabo Frio, Rio de Janeiro**. 2010. 90f. Tese de Doutorado (Doutorado em Ciências), Instituto Oceanográfico de São Paulo, São Paulo (SP).

- VIANA, A. P. et al. Fish fauna as an indicator of environmental quality in an urbanised region of the Amazon estuary. **Journal of Fish Biology**, v. 76, n. 3, p. 467–486, 2010.
- VILLARROEL, P. R. Estructura de las comunidades de peces de la laguna de Raya, Isla de Margarita, Venezuela. **Ciencias Marinas**, v.20, n.1, p.1-16, 1994.
- WHITFIELD, A K.; ELLIOTT, M. Fishes as indicators of environmental and ecological changes within estuaries : a review of progress and some suggestions. **Journal of Fish Biology**, v. 61, n. A, p. 229–250, 2002.
- WORM, B.; HILBOR, N. R.; BAUM, J.K.; BRANCH, T.A.; COLLIE, J.S.; COSTELLO, C.; FOGARTY, M.J.; FULTON, E.A.; HUTCHINGS, J.A.; JENNINGS, S.; JENSEN, O.P.; LOTZE, H.K.; MACE, P.M.; MCCLANAHAN, T.R.; MINTO, C.; PALUMBI, S.R.; PAR MA, A.M.; RICARD, D.; ROSENBERG A.A.; WATSON, R.; ZELLER, D. Rebuilding Global Fisheries. **Science**, v.325, p.578-584, 2009.
- WRIGHT, J. M. Annual differences in the fish assemblage of the non-estuarine Sulaibikhanh Bay, Kuwait. In: ELLIOT. M.; DUCROTOY. J. P (eds.) **Estuaries and coasts**, v.1, p. 285-288, 1991.
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en las lagunas costeras con bocas efímeras del Pacífico de México. **Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología** v.2, n.1, p.1-306. 1978.
- ZHU, D.; CHANG, J. Annual variations of biotic integrity in the upper Yangtze River using an adapted index of biotic integrity (IBI). **Ecological Indicators**, v. 8, n. 5, p. 564–572, 2008.