



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, NATURAIS, SOCIAIS E TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA

ÁRGIRA MENDES AMORIM

**ICTIOFAUNA DO ESTUÁRIO DO RIO PERIZES, ILHA DO MARANHÃO –
BRASIL: ASPECTOS DE DIVERSIDADE E INTEGRIDADE BIÓTICA**

PINHEIRO-MA

2021

Centro de Ciências, Humanas, Naturais, Saúde e Tecnologia – CCHNST
Estrada de Pacas, KM 10, Bairro Enseada - Pinheiro - MA - CEP: 65200-000
Fones: (98) 3272-9743
E-mail: eng.pesca@ufma.br

ÁRGIRA MENDES AMORIM

**ICTIOFAUNA DO ESTUÁRIO DO RIO PERIZES, ILHA DO MARANHÃO –
BRASIL: ASPECTOS DE DIVERSIDADE E INTEGRIDADE BIÓTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Humanas, Naturais, Saúde e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de pesca.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Silva Soares.
Coorientador: Prof. Dr. James Werllen de Jesus Azevedo

PINHEIRO-MA

2021

Centro de Ciências, Humanas, Naturais, Saúde e Tecnologia – CCHNST
Estrada de Pacas, KM 10, Bairro Enseada - Pinheiro - MA - CEP: 65200-000
Fones: (98) 3272-9743
E-mail: eng.pesca@ufma.br

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

Mendes Amorim, Árgira.

ICTIOFAUNA DO ESTUÁRIO DO RIO PERIZES, ILHA DO MARANHÃO
BRASIL: ASPECTOS DE DIVERSIDADE E INTEGRIDADE BIÓTICA /
Árgira Mendes Amorim. - 2021.

39 p.

Coorientador(a): Prof. Dr. James Werllen de Jesus
Azevedo.

Orientador(a): Prof. Dr. Leonardo Silva Soares.
Curso de Engenharia da Pesca, Universidade Federal do
Maranhão, Pinheiro, 2021.

1. Ictiofauna. 2. Índices ecológicos. 3. Qualidade
ambiental. I. Silva Soares, Prof. Dr. Leonardo. II.
Werllen de Jesus Azevedo, Prof. Dr. James. III. Título.

ÁRGIRA MENDES AMORIM

**ICTIOFAUNA DO ESTUÁRIO DO RIO PERIZES, ILHA DO MARANHÃO –
BRASIL: ASPECTOS DE DIVERSIDADE E INTEGRIDADE BIÓTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Humanas, Naturais, Saúde e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de pesca.

Aprovado em: 23 / 04 / 2021

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Leonardo Silva Soares (Orientador)
Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Danilo Francisco Corrêa Lopes
Doutor em Recursos Pesqueiro e Aquicultura
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Marcelo Henrique Lopes Silva
Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal
Universidade Federal do Maranhão

Prof.^a Dra. Yllana Ferreira Marinho
Doutora em Recursos Pesqueiros e Aquicultura
Universidade Federal do Maranhão

Centro de Ciências, Humanas, Naturais, Saúde e Tecnologia – CCHNST
Estrada de Pacas, KM 10, Bairro Enseada - Pinheiro - MA - CEP: 65200-000
Fones: (98) 3272-9743
E-mail: eng.pesca@ufma.br

“ O tempo não é nada mais do que um rio/estuário correndo pelo nosso passado”.
(Adp. GUILLERMO DEL TORO; DANIEL KRAUS. A Forma da Água. 2018, p. 27).

Centro de Ciências, Humanas, Naturais, Saúde e Tecnologia – CCHNST
Estrada de Pacas, KM 10, Bairro Enseada - Pinheiro - MA - CEP: 65200-000
Fones: (98) 3272-9743
E-mail: eng.pesca@ufma.br

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus pela permissão de ter chegado até aqui, pela família que me deu, pela harmonia que reina no meu lar e principalmente pela SAÚDE, considerando esses tempos difíceis de Pandemia por Covid-19.

Aos meus amados pais, Ribamar “Seu Riba” e Marisélia “Dona Roxa” grandes incentivadores dos meus estudos, valorizando sempre o aprendizado, o desejo pelo conhecimento. Sei que sempre posso contar com eles.

Aos meus irmãos Allefy e Weslem, por proporcionarem momentos de alegria, reflexão e compartilhamento de ideias.

Ao meu namorado Matheus, por ser esse grande parceiro, por estar comigo em todos os momentos de incerteza e por ter me dado muita força nas horas difíceis.

À minha avó Camélia e minhas tias Lúcia e Lucimeire, que sempre me ajudam nas logísticas causadas pela correria da vida acadêmica.

Ao mestre, professor Leonardo Silva Soares pela oportunidade, orientação (desde a Iniciação Científica), obrigada pela confiança, companheirismo e acima de tudo, amizade, pelos “puxões de orelha”, ou quando dizia “muito bem, Dona Árgira” ou mesmo “não é bem assim, Dona Árgira”. Muito obrigada!

Aos professores do curso, em especial aos “meus pais científicos”, Mikele Cândida Sousa de Sant’Anna e Danilo Francisco Corrêa Lopes, ambos me “adotaram” e foram os maiores incentivadores da minha carreira acadêmica, agradeço muitíssimo por terem transferido a mim todos os conhecimentos com suas experiências. Sou extremamente grata e me sinto privilegiada por essa convivência. Agradeço também a professora Yllana Ferreira Marinho pela grande ajuda ao longo desse e de outros processos e ao professor James Werllen de Jesus Azevedo pela coorientação.

A todos os professores da graduação que me ofereceram momentos de discussão e pensamento criativo, não só nas aulas como também fora delas.

A todos os amigos do curso de engenharia de pesca em especial aqueles que compartilharam aprendizados em sala de aula e fora dela, Ingrith (me aturando com muito amor desde o ensino fundamental), Edilene “Riquinha”, Márcia, Elizabethy “Bethynha”, Sandy, Cleudiane, Vanessa, Thayara, Cássio e Hael. A todos os familiares e amigos que me acompanharam e apoiaram nesta difícil missão.

RESUMO

Sistemas estuarinos denotam ecossistemas de interação dulcícola e marinha, compreendem relevantes áreas de refúgio, crescimento e desenvolvimento da ictiofauna, bem como de outras espécies. Os organismos que compõem a biota aquática em ambientes estuarinos estão sujeitos a uma variedade de mudanças decorrentes dos impactos em seu ambiente. Dessa forma, este estudo teve como objetivo reconhecer o atual “status” da qualidade ambiental do estuário do rio Perizes, região mais centralizada do Golfão Maranhense, através da aplicação de índices de diversidade e integridade na comunidade de peixes. A análise de variação espaço-temporal da ictiofauna consistiu em um delineamento espacial e sazonalmente estratificado com amostras bimestrais no período de novembro/2015 a julho/2018 ao longo de 4 estações de monitoramento (P1, P2, P3 e P4) distribuídos no estuário do rio Perizes e estreito dos Mosquitos, sendo os trechos P1 e P2 mais a montante e P3 e P4 a jusante. A obtenção do material biológico foi adquirida através da utilização de redes de emalhe com malhas variando de 18 mm a 60 mm. A ictiofauna no estuário do rio Perizes e estreito dos Mosquitos foi representada por 12 ordens, 29 famílias, 52 espécies e 9.406 espécimes. A dominância da espécie *Sciades herzbergi* (bagre guribu) foi notória no período chuvoso no qual representou 79% do total capturado. As famílias Sciaenidae e Ariidae foram as que mais se destacaram, tanto em termos de riqueza como abundância. Os índices de diversidade de Shannon-Wiener, Simpson e Margalef apresentaram valores mais elevados no período de estiagem e nos pontos localizados mais a montante do estuário. O índice de equitabilidade foi superior a 0,5 sinalizando uniformidade na abundância das espécies. A composição da assembleia de peixes mostrou-se influenciada pela sazonalidade e a análise dos dados de diversidade indicou um padrão de semelhança entre os pontos estudados. As análises temporais e espaciais do IIB indicaram que as classes de integridade foram classificadas como “Pobre”, onde a pontuação variou entre 26 e 38, sugerindo assim, que o sistema está sofrendo modificações na composição, estrutura e integridade da comunidade de peixes.

Palavras-chave: Ictiofauna¹. Índices ecológicos² e Qualidade ambiental³

ABSTRACT

Estuarine systems, denote ecosystems of sweet and marine interaction, comprise relevant areas of refuge, growth and development of the ichthyofauna, as well as other species. The organisms that make up aquatic biota in estuarine environments are subject to a variety of changes and impacts on their environment. Thus, this study aimed to recognize the current status of the environmental quality of the perizes river estuary, the most centralized region of the golfão maranhense, through the application of diversity and integrity indices in the fish community. The analysis of the spatio-temporal variation of the ichthyofauna consisted of a spatial and seasonally stratified design with bimonthly samples from november / 2015 to july / 2018 over 4 monitoring stations (p1, p2, p3 and p4) distributed in the estuary of the perizes river and mosquitos strait, with sections p1 and p2 further upstream and p3 and p4 downstream. The biological material was obtained through the insertion of gillnets with meshes ranging from 18 mm to 60 mm. The ichthyofauna in the perizes estuary and the mosquito strait was represented by 12 orders, 29 families, 52 species and 9406 specimens. The dominance of the species *sciades herzbergi* (catfish guribu) was notorious during the rainy season, in which it represented 79% of the total captured. The families *sciaenidae* and *ariidae* were the ones that stood out the most, both in terms of wealth and abundance. The diversity indexes of shannon-wiener, simpson and margalef presented higher values in the dry season and in the points located upstream of the estuary. The equitability index was higher than 0.5, indicating uniformity in the abundance of species. The composition of the fish assemblage was shown to be influenced by seasonality and the analysis of the diversity data indicated a pattern of similarity between the points studied. The temporal and spatial analyzes of the iib indicated that the integrity classes were classified as “poor”, where the score varied between 26 and 38, thus suggesting that the system is undergoing changes in the composition, structure and integrity of the fish community.

Keywords: ichthyofauna¹. Ecological indexes². and Environmental quality³

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 METODOLOGIA	13
2.1 Descrição da área de estudo	13
2.2 Amostragem	14
2.3 Análise dos dados	15
2.3.1 Índice de Shannon (H')	15
2.3.2 Índice de Riqueza de Margalef (d)	16
2.3.3 Índice de Diversidade de Simpson (λ)	16
2.3.4 Índice de Dominância (D)	16
2.3.5 Índice de Equitabilidade de Pielou (J)	17
2.3.6 Índice de Integridade Biótica (IIB)	17
3 RESULTADOS	19
4 DISCUSSÃO	27
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
APÊNDICE A	39

ICTIOFAUNA DO ESTUÁRIO DO RIO PERIZES, ILHA DO MARANHÃO – BRASIL: ASPECTOS DE DIVERSIDADE E INTEGRIDADE BIÓTICA

ICTIOFAUNA OF RIO PERIZES ESTUARY, MARANHÃO ISLAND - BRAZIL: ASPECTS OF DIVERSITY AND BIOTIC INTEGRITY

Árgira Mendes Amorim^{1**}

RESUMO

Sistemas estuarinos, denotam ecossistemas de interação dulcícola e marinha, compreendem relevantes áreas de refúgio, crescimento e desenvolvimento da ictiofauna, bem como de outras espécies. Os organismos que compõem a biota aquática em ambientes estuarinos estão sujeitos a uma variedade de mudanças e impactos em seu ambiente. Dessa forma, este estudo teve como objetivo reconhecer o atual “status” da qualidade ambiental do estuário do rio Perizes, região mais centralizada do Golfão Maranhense, através da aplicação de índices de diversidade e integridade na comunidade de peixes. A análise de variação espaço-temporal da ictiofauna consistiu em um delineamento espacial e sazonalmente estratificado com amostras bimestrais no período de novembro/2015 a julho/2018 ao longo de 4 estações de monitoramento (P1, P2, P3 e P4) distribuídos no estuário do rio Perizes e estreito dos Mosquitos, sendo os trechos P1 e P2 mais a montante e P3 e P4 a jusante. O material biológico foi obtido por meio da inserção de redes de emalhe com malhas variando de 18 mm a 60 mm. A ictiofauna no estuário do rio Perizes e estreito dos Mosquitos foi representada por 12 ordens, 29 famílias, 52 espécies e 9406 espécimes. A dominância da espécie *Sciades herzbergii* (bagre guribu) foi notória no período chuvoso no qual representou 79% do total capturado. As famílias Sciaenidae e Ariidae foram as que mais se destacaram, tanto em termos de riqueza como abundância. Os índices de diversidade de Shannon-Wiener, Simpson e Margalef apresentaram valores mais elevados no período de estiagem e nos pontos localizados mais a montante do estuário. O índice de equitabilidade foi superior a 0,5 sinalizando uniformidade na abundância das espécies. A composição da assembleia de peixes mostrou-se influenciada pela sazonalidade e a análise dos dados de diversidade indicou um padrão de semelhança entre os pontos estudados. As análises temporais e espaciais do IIB indicaram que as classes de integridade foram classificadas como “Pobre”, onde a pontuação variou entre 26 e 38, sugerindo assim, que o sistema está sofrendo modificações na composição, estrutura e integridade da comunidade de peixes.

Palavras-chave: Ictiofauna¹. Índices ecológicos² e Qualidade ambiental³

^{1**} Graduanda do Curso de Engenharia de Pesca, Campus Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão.
Centro de Ciências, Humanas, Naturais, Saúde e Tecnologia – CCHNST
Estrada de Pacas, KM 10, Bairro Enseada - Pinheiro - MA - CEP: 65200-000
Fones: (98) 3272-9743
E-mail: eng.pesca@ufma.br

ABSTRACT

Estuarine systems, denote ecosystems of sweet and marine interaction, comprise relevant areas of refuge, growth and development of the ichthyofauna, as well as other species. The organisms that make up aquatic biota in estuarine environments are subject to a variety of changes and impacts on their environment. Thus, this study aimed to recognize the current status of the environmental quality of the Perizes River estuary, the most centralized region of the Golfão Maranhense, through the application of diversity and integrity indices in the fish community. The analysis of the spatio-temporal variation of the ichthyofauna consisted of a spatial and seasonally stratified design with bimonthly samples from November / 2015 to July / 2018 over 4 monitoring stations (P1, P2, P3 and P4) distributed in the estuary of the Perizes river and Mosquitos strait, with sections P1 and P2 further upstream and P3 and P4 downstream. The biological material was obtained through the insertion of gillnets with meshes ranging from 18 mm to 60 mm. The ichthyofauna in the Perizes estuary and the Mosquito strait was represented by 12 orders, 29 families, 52 species and 9406 specimens. The dominance of the species *Sciades herzbergi* (catfish guribu) was notorious during the rainy season, in which it represented 79% of the total captured. The families Sciaenidae and Ariidae were the ones that stood out the most, both in terms of wealth and abundance. The diversity indexes of Shannon-Wiener, Simpson and Margalef presented higher values in the dry season and in the points located upstream of the estuary. The equitability index was higher than 0.5, indicating uniformity in the abundance of species. The composition of the fish assemblage was shown to be influenced by seasonality and the analysis of the diversity data indicated a pattern of similarity between the points studied. The temporal and spatial analyzes of the IIB indicated that the integrity classes were classified as "Poor", where the score varied between 26 and 38, thus suggesting that the system is undergoing changes in the composition, structure and integrity of the fish community.

Keywords: ichthyofauna¹. Ecological indexes². and Environmental quality³

1 INTRODUÇÃO

O Litoral Amazônico do Brasil dispõe da maior faixa incessante de manguezais (SOUSA-FILHO et al., 2009; NASCIMENTO et al., 2013), sustentando uma intensa e complexa rede hidrográfica, presença de centenas de estuários e descarga de inúmeros rios que depositam elevada carga de nutrientes e matéria orgânica o que eleva, notavelmente a biodiversidade e produtividade da zona costeira (PEREIRA et al., 2009). Essa região também apresenta atributos meteorológicos e oceanográficos específicos quando comparadas a demais zonas costeiras brasileiras, assim essas características permitem a este sistema influenciar a composição das comunidades de peixes nos ambientes marinhos adjacentes (BARROS, 2017).

No litoral setentrional, situado na Amazônia Oriental, é notável a extensão e abundância de feições geológicas abrangendo o Golfão e as Reentrâncias Maranhenses (ARAÚJO et al., 2011). Esta área se expande do extremo do Estado do Pará à Baía de Tubarão (MA), sendo descrito por um baixo litoral de manguezais e recortes minuciosos, gerando uma diversidade de estuários e baías (CASTRO et al., 2018).

O Golfão Maranhense está inserido na região central costeira, onde abriga a ilha de São Luís, apresenta duas grandes baías: Baía de São Marcos e São José, essas regiões detêm um complexo estuarino com extensa área de manguezais, com considerável descarga de nutrientes diluídos e matéria orgânica advinda de diversos rios, o que sinaliza estes ambientes com regiões com alta produtividade primária e conseqüentemente intensa atividade pesqueira, aquícola e portuária, bem como agricultura, construção de indústrias, dutovias e ferrovias. (SOUSA et al., 2016; SILVA et al., 2018; SANTOS et al., 2019)

Os estuários são integrantes de elevada importância, por incluírem notável biodiversidade de fauna e flora, constituírem áreas de reprodução e alimentação para diversas espécies de peixes e invertebrados, conduzem nutrientes e serem capazes de absorver intensos processos hidrológicos. Os sistemas estuarinos são altamente complexos pois apresentam gradientes térmicos, tróficos e salinos, capaz de influenciar os padrões espaciais e temporais de distribuição da ictiofauna e modelam sua diversidade (POTTER et al., 2015).

Em ambientes estuarinos, os parâmetros ambientais têm destaque por atuarem como limites da distribuição e estrutura das espécies (SANTANA et al., 2014). Outros autores cogitam o gradiente de salinidade como principal parâmetro, contudo, tendo em vista sua respectiva complexidade, é árduo estipular um único parâmetro que conduza a distribuição dos organismos estuarinos. Dessa forma, investigar os processos que influenciam na integridade e distribuição espacial, bem como na seleção de habitats, torna-se preponderante para perceber a estrutura das comunidades de peixes (WAKEFIELD et al., 2013).

As transições ambientais mundiais e as pressões antrópicas comprometem a qualidade espacial, e conseqüentemente, a biodiversidade dos sistemas estuarinos (LI; JONGE, 2015; MERIGOT et al., 2017). Nesta perspectiva, os principais impactos na diversidade ictiofaunística resultam das conseqüências de devastação de manguezais, carcinoculturas, atividades agrícolas, contaminação por agrotóxicos e fertilizantes, mudanças climáticas, sobreexploração de recursos pesqueiros e atividades portuárias. Essas alterações têm sido analisadas em condições estruturais de assembleias de peixes, riqueza e abundância de espécies, ciclo de vida, guildas tróficas, distribuição de tamanho, reprodução, etc (ORIBHABOR; OGBEIBU, 2010; VIANA et al., 2012; BLABER, 2013; SILVA et al., 2018).

Aspectos positivos da utilização da ictiofauna como indicador da qualidade ambiental, acentua-se: a elevada sensibilidade das espécies às variações do meio, a disponibilidade de dados sobre o ciclo de vida, apresentando diversos níveis tróficos. Os peixes podem sinalizar a qualidade ambiental do entorno, visto que a estrutura das comunidades parece estar diretamente relacionada com a integridade física do habitat. (VIANA et al., 2012).

No Brasil, os Índices de Integridade Biótica (IIB) foram primeiramente definidos para ecossistemas de água doce e depois propostos para sistemas estuarinos (SOUSA, 2003; ARAÚJO et al., 2009; SOARES et al., 2011; BOLTA; FLYNN, 2013; FISCH et al., 2015).

A distribuição da comunidade de peixes que habitam estuários e regiões adjacentes ao redor do mundo, assim como as variáveis ambientais que estimulam suas variações espacial e temporal, são bem correlacionados em estuários mundiais (GREENWOOD; HILL, 2003; CHÍCHARO et al., 2006; SIMIER et al., 2006; VEIGA et al., 2006; LUGENDO et al., 2007; CRONA; RÖNNBÄCK, 2007; JAUREGUIZAR et al., 2007). Embora exista alguns trabalhos sobre os peixes estuarinos no Golfão Maranhense (MARTINS-JURAS et al., 1987; PINHEIRO-JÚNIOR et al., 2005; CARVALHO-NETA; CASTRO, 2008; SILVA JÚNIOR et al., 2013) todos foram realizados objetivando apenas composição ou estrutura das assembleias de peixes.

O monitoramento dos processos ecológicos torna-se essencial para a geração de informações acerca da atual condição ambiental e suas tendências em séries temporais (OLIVEIRA; FRÉDOU, 2011). Uma vez que, o sistema estuarino do rio Perizes é altamente dinâmico e apresenta uma sequência sinérgica de várias ações antrópicas, 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.

Através da aplicação de índices de diversidade e integridade, este estudo teve como objetivo reconhecer o atual “status” da qualidade ambiental do estuário do rio Perizes, região mais centralizada do Golfão Maranhense. Considera-se, que este trabalho apresenta informações fundamentais para sinalizar o status de conservação deste importante pesqueiro pertencente ao litoral amazônico, e, através do desenvolvimento de outros estudos, envolvendo os demais aspectos de avaliação da ictiofauna, com análises integradas, certamente servirá como subsídio para aplicação de planos de gestão e ordenamento pesqueiro.

2 METODOLOGIA

2.1 Descrição da área de estudo

O estuário do rio Perizes está inserido em uma Unidade de Conservação (UC) de uso sustentável, a Reserva Extrativista do rio Perizes, localizada na face nordeste do município de Bacabeira, limítrofe ao município de Rosário, apresentando uma área de 10,48 ha, com 65,13 km de perímetro. A principal unidade de paisagem presente nesta UC são os sistemas flúvios-marinhos constituídos por manguezais. Os apicuns também se fazem presente como áreas hipersalinas e desprovidas de vegetação vascular (SOUSA, 2016).

O sistema estuarino está representado pelo estreito dos Mosquitos, baías de São José, Arraial e São Marcos, compreendendo a região S/SW/SE da Ilha de São Luís (Figura 1). Toda esta região está inserida no Golfão Maranhense composto basicamente pela baía de São Marcos com área de 77.900 km² e São José com aproximadamente 23.600 km² de abrangência. Na região sudoeste, resultante de um prolongamento da baía de São José, encontra-se a baía de Arraial, com uma superfície de 1.500 km² (SOUSA, 2016).

Separando a Ilha de São Luís do continente, encontra-se o estreito dos Mosquitos com uma extensão de 5 km e desenvolvendo-se na direção S/NW. Esta faixa de corpo d’água interliga a baía de Arraial ao estreito do Coqueiro, o qual se comunica com a baía de São Marcos através de duas aberturas, separando a Ilha de São Luís de Tauá Mirim (NOGUEIRA; FERREIRA-CORREIA, 2001).

As águas da região são tipicamente estuarinas e resultantes das misturas de água doce proveniente do rio Mearim, que deságua na baía de São Marcos e Itapecuru/Munim que deságuam na baía de São José/Arraial (FERREIRA, 1988).

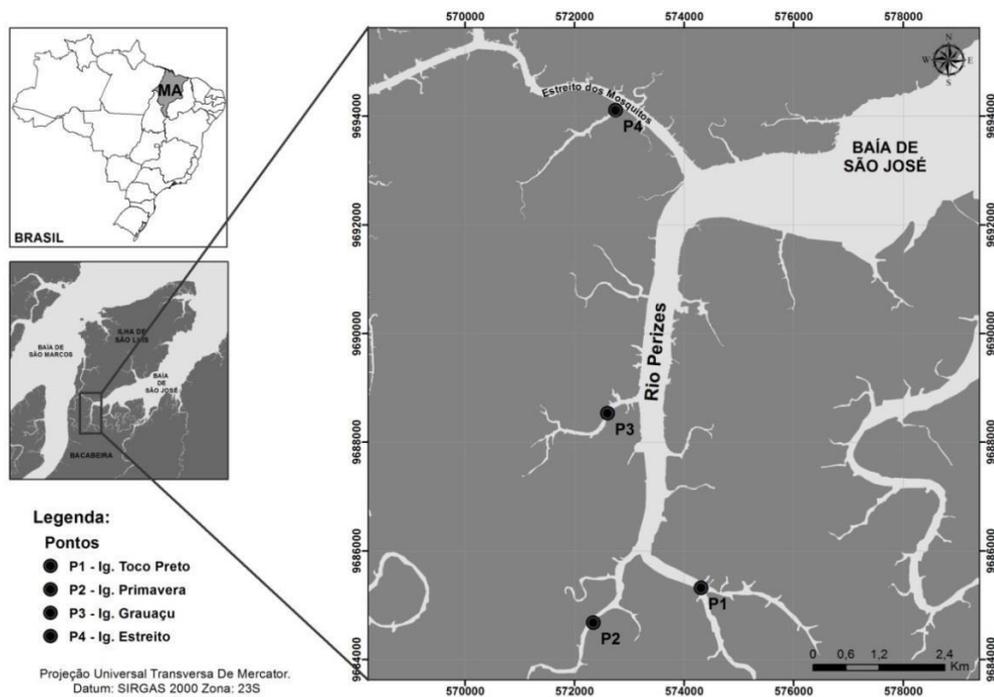
2.2 Amostragem

A amostragem ictiofaunística foi realizada com periodicidade bimestral, entre novembro de 2015 e janeiro de 2018, totalizando 14 coletas. As espécies foram capturadas em 4 estações de monitoramento, nomeados de P1 (Coordenadas: 572344/9684678), P2 (Coordenadas: 574308/9685322), P3 (Coordenadas: 572603/9688531) e P4 (Coordenadas: 572748/9694108). Os pontos foram distribuídos tanto nas regiões mais a montante do estuário, pontos P1 - igarapé Toco Preto e P2 – igarapé Primavera, e a jusante denominados de igarapé Grauaçu (P3) e igarapé Estreito (P4), que localiza-se no estreito dos Mosquitos (Figura 1).

Estes locais foram estabelecidos em função das características do ambiente estuarino e do gradiente salino, de forma a viabilizar uma análise comparativa entre os pontos amostrais sobre a diversidade, equabilidade e integridade da ictiofauna.

Com base nas observações de campo em concomitância com relatos dos pescadores, o igarapé Primavera é o local que apresenta o maior número de embarcações e apetrechos de pesca, sendo, desta forma, a área onde as atividades pesqueiras ocorrem com maior intensidade. Em razão da sua posição, o igarapé Grauaçu apresenta tendência a ser influenciado pelo aporte continental advindo do campo de Perizes. Ademais, nessa região encontram-se porções provenientes de instalação de empreendimento de cultivo de camarão, que hoje em dia está desativada. Já o igarapé Estreito, em virtude de sua localização na área que compreende o estreito dos Mosquitos, evidencia-se como o mais exposto aos processos hidrodinâmicos das baías de São José e São Marcos.

Figura 1. Área de estudo, com ênfase para pontos de coletas da ictiofauna localizados ao longo do estuário do rio Perizes e região do Estreito dos Mosquitos



Os peixes foram capturados com o auxílio de redes de emalhe, com malhas variando de 18 mm a 60 mm entre nós opostos. As amostragens ocorreram durante a maré de quadratura, coincidindo com a redução da intensidade da corrente, com um esforço de pesca padronizado em 6 horas para cada local de captura, correspondendo a todo o ciclo de maré vazante. Todos

os peixes coletados foram acondicionados em sacos plásticos, conservados no gelo e transportados para o laboratório de Ictiologia, Departamento de Oceanografia e Limnologia da Universidade Federal do Maranhão.

Na etapa seguinte, os peixes foram identificados até o nível de espécie, utilizando os trabalhos de Cervigón et al. (1992); Figueiredo e Menezes, (2000); Fischer (1978). A nomenclatura das espécies foi padronizada segundo informações do Fishbase (FROESE, e PAULY, 2019). Para cada espécime coletado, foram determinadas as medidas biométricas (comprimento total (cm) e peso (g)), bem como analisados os aspectos de sua anatomia externa para eventual detecção de anomalias, tumores, deformações ou outras doenças para utilização no Índice de Integridade Biótica (IIB).

Com a finalidade de avaliar a distribuição de chuvas na área de estudo, possibilitando sua relação com a distribuição da ictiofauna, referências mensais de precipitação foram adquiridas por meio do banco de dados assegurados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), disponibilizados pela estação meteorológica de São Luís, englobando o período de novembro/2015 a janeiro/2018. Com base nessas informações o nível de precipitação em São Luís foi organizado em 5 categorias, conforme descrito por Azevedo (2019):

- a) Nível de precipitação muito baixo, <50mm;
- b) Nível de precipitação baixo, entre 50 – 100 mm;
- c) Nível de precipitação intermediário, entre 100 – 200 mm;
- d) Nível de precipitação alto, entre 200 – 300 mm;
- e) Nível de precipitação muito alto, >300 mm

Segundo o Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC) a estação chuvosa no Maranhão inclui os meses de janeiro a junho, enquanto que a estação seca inclui os meses de julho a dezembro. Ainda que os meses de janeiro e julho possam ser considerados equivalentes aos períodos de transição entre uma estação e outra.

Destaca-se que as atividades efetuadas na área de estudo encontram-se sob inscrição do SISBIO/ICMBio, como autorização para atividades com finalidade científica através da solicitação n° 60866.

2.3 Análise dos dados

Com o objetivo de caracterizar a relação da abundância de espécies na comunidade ictiofaunística foram adotados índices informativos que estimam a diversidade, equitabilidade e riqueza das espécies nos diferentes pontos de captura do sistema estuarino do rio Perizes, usando o software PAST (Paleontological Statistics) ver. 3.08 (HAMMER et al.2001). Para o cálculo dos respectivos índices foi utilizado o número absoluto de espécies de peixes do total das amostras, para todos os pontos amostrais.

2.3.1 Índice de Shannon (H')

Este índice mede o grau de incerteza em predizer qual a espécie do indivíduo tomado ao acaso de uma coleção de S espécies e N indivíduos (OLIVEIRA-SILVA *et al.*, 2008). Tal incerteza aumenta à medida que o número de espécies e a distribuição dos indivíduos entre elas se torna igual. Logo, se em uma amostragem, todos os indivíduos forem de uma única espécie, o valor de H'=0, e o valor máximo será alcançado quando todas as espécies amostradas tiverem o mesmo número de indivíduos. Tal índice é calculado pela seguinte expressão:

$$H' = -\sum p_i \log_2 p_i$$

Onde:

p_i = Frequência numérica das espécies em uma amostra.

O resultado da diversidade é dado utilizando o seguinte critério de classificação (VALENTIN et al, 1991): Quanto mais próximo de 0 (zero) mais baixa é a diversidade de Shannon. Acima de 2,0 é considerada média diversidade, valores maiores ou iguais a 3,0 indica elevada diversidade.

2.3.2 Índice de Riqueza de Margalef (d)

O qual expressa a riqueza ponderada pelo tamanho da amostra (CLARK *et al.*, 1996), se baseia na relação entre o número de espécies identificadas e o número total de indivíduos coletados. Utilizou-se esta métrica para verificar o número total de espécies (S) em uma unidade. Tal índice é calculado a partir da seguinte expressão:

$$d = \left(\frac{S - 1}{\ln N} \right)$$

Onde:

S = Número total de espécies encontradas

$\ln N$ = Logaritmo neperiano do número total de indivíduos.

Valores maiores que 5,0 significam grande riqueza (VALENTIN et al., 1991) para valores entre 3,0 e 4,0 será considerado média riqueza e abaixo de 3,0 reduzida riqueza.

2.3.3 Índice de Diversidade de Simpson (λ)

O índice de diversidade de Simpson (λ) também foi calculado, o qual leva em consideração além do número de espécies e indivíduos, a proporção do total de ocorrência de cada espécie (CASTRO, 2001). A equação proposta por Simpson calcula a probabilidade de amostras aleatórias incluírem dois indivíduos quaisquer como pertencentes à mesma espécie (MAGURRAN, 2011).

$$\lambda = 1 - \left[\frac{ni (ni - 1)}{N (N - 1)} \right]$$

Onde:

ni = Número de indivíduos de cada espécie.

N = Número total de indivíduos.

Uma comunidade de espécies com maior diversidade terá uma menor dominância. O valor estimado de λ varia de 0 (zero) a 1 (um), sendo que para valores próximos de um, a diversidade é considerada maior. (BROWER & ZARR, 1984).

2.3.4 Índice de Dominância (D)

O índice de dominância de Berger-Parker considera as maiores proporções da espécie com maior número de indivíduos (TITO-MORAIS & TITO-MORAIS, 1994), e é calculado a partir da seguinte equação:

$$D = \frac{N_{max}}{NT}$$

Onde:

N_{max} = Número de indivíduos da espécie mais abundante

NT = Número total de indivíduos da amostra.

2.3.5 Índice de Equitabilidade de Pielou (J)

O índice de Equitabilidade de Pielou (1969) foi calculado para expressar a maneira pela qual o número de indivíduos está distribuído entre as diferentes espécies, isto é, indicar se há uniformidade na distribuição dos indivíduos dentre as espécies. Calculado a partir de:

$$J = \frac{H'}{\log_2 S}$$

Onde:

H' = O valor do referente índice de diversidade de Shannon

S = Quantidade de espécies na amostra

Os valores da equitabilidade variam de 0 a 1. Quanto mais próximo de 0 (zero) mais baixa é a equitabilidade. Acima de 0,5 é considerada significativa e equitativa, o que representa uma distribuição relativamente uniforme de todas as espécies na amostra, ao se aproximar de 1 (um), mais bem distribuídos estarão seus espécimes dentro das espécies pertencentes à comunidade, indicando elevada equitabilidade.

2.3.6 Índice de Integridade Biótica (IIB)

Para avaliar as possíveis alterações na estrutura da comunidade que indicassem impactos ambientais, foi utilizado o Índice de Integridade Biótica (IIB) (KARR, 1981) com o objetivo de analisar os efeitos das possíveis alterações ambientais. Porém, foi necessário adotar critérios próprios tanto na composição dos atributos, quanto nas faixas de pontuação, em concordância com a metodologia alterada e adaptada por Sousa et al (2011), que realizaram tais alterações para diagnosticar as causas dos impactos ambientais em ambientes estuarinos da Ilha de São Luís. Os autores realizaram a adequação do IIB para as condições ecológicas dos estuários da Ilha e sua adaptação foi baseada para aplicação desta metodologia na área de estudo.

De acordo com a Tabela 1, o sistema pretende descrever o ambiente em seis classes de qualidade ambiental (Excelente, Bom, Razoável, Pobre, Muito Pobre e Sem Peixe).

Tabela 1. Pontuações, Classes e Atributos de Integridade Biótica

Classes de Integridade (Pontuação)	Atributos
Excelente (57-60)	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.
Boa (48-52)	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.
Regular (39-44)	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.

Pobre (28-35)	Dominada por onívoros, espécies tolerantes à poluição e generalistas em hábitat; poucos carnívoros; taxas de crescimento e fator de condição diminuídos; espécies híbridas e/ou doentes sempre presentes.
Muito Pobre (< 24)	Poucos peixes presentes, principalmente introduzidos ou espécies muito tolerantes; híbridos frequentes; doenças comuns, parasitas, nadadeiras feridas e outras anomalias.
Sem peixe (0)	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 2) (ARAÚJO, 1998).

Para 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) e adaptados por Sousa et al. (2011).

Sousa et al. (2011) adequaram o IIB para as condições ecológicas dos estuários para Ilha do Maranhão 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.

Tabela 2. Pontuações utilizadas na determinação da Integridade Biótica da comunidade de peixes do estuário do rio Perizes.

Categoria/Métrica	Pontuação		
	5	3	1
Composição e riqueza de espécies			
1. Número de espécies	> 80	40 - 80	< 40
2. Presença de espécies intolerantes	> 2	1	0
3. Número de Clupeiformes	> 16	10 - 16	< 10
4. Número de Siluriformes	> 13	8 - 13	< 10
5. Número de Perciformes	> 22	13-22	< 8
6. Proporção de espécies muito tolerantes	> 0	1 - 16%	16%
Composição trófica			
7. Proporção de onívoros	> 20%	20 a 40%	> 45%
8. Proporção de detritívoros	> 2%	1%	0%
9. Proporção de carnívoros de topo	> 3%	1 - 2%	0%
Abundância e Condições dos peixes			
10. Número de indivíduos	> 80	48 - 80	< 48
11. Proporção de peixes estuarino - oportunistas	> 6%	1 - 6%	0%
12. Proporção de peixes com anomalias, doenças, etc.	0%	1 - 2%	> 3%

3 RESULTADOS

As amostragens efetuadas na área de estudo permitiram a captura de 9.406 indivíduos, pertencentes a 11 ordens, distribuídos em 29 famílias e 52 espécies, totalizando uma biomassa de 768.516,7 g (Tabela 3).

A composição ictiofaunística, em termos percentuais, indicou a ordem Perciformes como a mais representativa, em número de espécies, com 43,8%, seguido de siluriformes 23% e Clupeiformes (8,3%) (Figura 2). Na ordem Perciformes a família com maior número de espécies foi a Sciaenidae, representada por 10 táxons distribuídos em um total de 2.647 indivíduos. No caso dos Siluriformes, a família Ariidae foi a mais abundante, com 7 espécies e 4.609 indivíduos. (Figura 3)

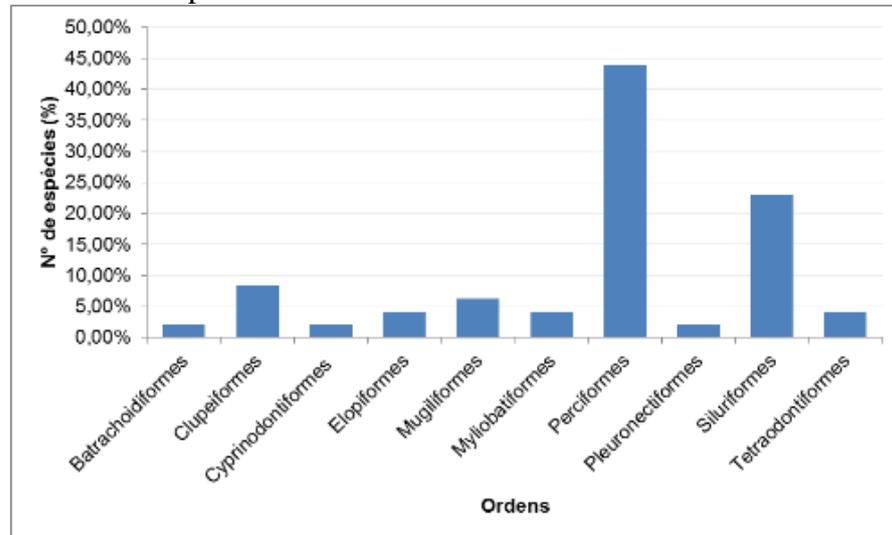
Tabela 3. Lista de espécies da ictiofauna amostradas no estuário do rio Perizes e estreito dos Mosquitos, região do Golfão Maranhense, no período de nov/15 a jan/18. N – número de indivíduos; Pt – peso total.

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	N	Pt (kg)
Batrachoidiformes	Batrachoididae	<i>Batrachoides surinamensis</i>	pacamão	12	5,92
Beloniformes	Belonidae	<i>Strongylura marina</i>	peixe agulha	1	0,39
Clupeiformes	Clupeidae	<i>Lile piquitinga</i>	sardinha pititinga	6	0,05
		<i>Sardinella brasiliensis</i>	sardinha papel	97	1,14
	Engraulidae	<i>Cetengraulis edentulus</i>	sardinha verdadeira	187	1,58
		<i>Pterengraulis atherinoides</i>	sardinha de gato	92	1,30
	Pristigasteridae	<i>Pellona castelnaeana</i>	sardinha do reino	4	0,08
Cyprinodontiformes	Anablepidae	<i>Anableps anableps</i>	tralhoto	114	9,57
Elopiformes	Elopidae	<i>Elops saurus</i>	urubarana	3	0,33
	Megalopidae	<i>Megalops atlanticus</i>	pirapema	35	8,61
Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil curema</i>	tainha sajuba	109	24,01
		<i>Mugil gaimardianus</i>	tainha pituia	97	3,49
Myliobatiformes	Dasyatidae	<i>Hypanus guttatus</i>	raia bicuda	1	0,22
	Gymnuridae	<i>Gymnura micrura</i>	raia baté	4	2,49
	Carangidae	<i>Caranx latus</i>	xaréu	2	0,02
		<i>Oligoplites palometa</i>	tibiro	102	11,86
	Centropomidae	<i>Centropomus parallelus</i>	camurim branco	26	4,24
		<i>Centropomus undecimalis</i>	camurim preto	9	0,84
	Cichlidae	<i>Oreochromis</i>	tilápia	9	0,50

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	N	Pt (kg)	
Perciformes		<i>niloticus</i>				
	Ephippidae	<i>Chaetodipterus faber</i>	paru	29	0,52	
	Gerreidae	<i>Diapterus rhombeus</i>	peixe prata	8	0,53	
	Haemulidae	<i>Genyatremus luteus</i>	peixe pedra	389	21,09	
	Lobotidae	<i>Lobotes surinamensis</i>	crauaçu	48	63,86	
	Polynemidae	<i>Polydactylus virginicus</i>	barbudo	10	0,24	
	Sciaenidae		<i>Bairdiella ronchus</i>	cororoca	241	7,34
			<i>Cynoscion acoupa</i>	pescada amarela	266	19,70
			<i>Cynoscion leiarchus</i>	pescada branca	24	0,47
			<i>Cynoscion microlepidotus</i>	corvina	31	2,95
			<i>Macrodon ancylodon</i>	pescada gó	977	58,44
			<i>Menticirrhus americanus</i>	boca de rato	45	0,75
			<i>Micropogonias furnieri</i>	cururuca	7	3,50
			<i>Nebris microps</i>	amor sem olho	48	1,33
		<i>Stellifer naso</i>	cabeçudo preto	172	3,19	
	<i>Stellifer rastrifer</i>	cabeçudo branco	956	10,18		
Serranidae	<i>Epinephelus itajara</i>	mero	1	0,44		
Trichiuridae	<i>Trichiurus lepturus</i>	guaravira	7	1,39		
Pleuronectiformes	Achiridae	<i>Achirus lineatus</i>	solha	102	8,57	
	Symphurinae	<i>Symphurus plagusia</i>	linguado	8	0,10	
Siluriformes	Ariidae	<i>Aspistor quadriscutis</i>	cangatã	349	49,83	
		<i>Amphiarius rugispinis</i>	jurupiranga	356	28,73	
		<i>Bagre bagre</i>	bandeirado	984	86,74	
		<i>Cathorops spixii</i>	uriacica vermelho	855	26,17	
		<i>Notarius bonillai</i>	uriacica branco	143	9,34	
		<i>Sciades herzbergii</i>	guribu	1957	272,49	
		<i>Sciades proops</i>	uritinga	294	79,94	

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	N	Pt (kg)
	Aspredinidae	<i>Aspredo aspredo</i>	rebeca	2	0,02
		<i>Aspredinichthys tibicen</i>	viola	20	0,27
	Auchenipteridae	<i>Pseudauchenipterus nodosus</i>	papista	22	0,34
	Loricariidae	<i>Hypostomus plecostomus</i>	bodó	3	0,42
Tetraodontiformes	Tetraodontidae	<i>Colomesus psittacus</i>	baiacú	133	64,86
		<i>Sphoeroides testudineus</i>	baiacu pininga	9	0,80

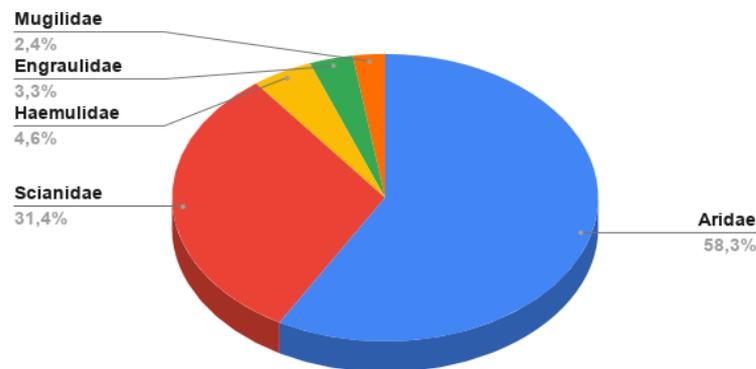
Figura 2. Composição percentual do número de espécies por ordens, para os peixes capturados no estuário do rio Perizes.



No que concerne ao número de indivíduos por família, Ariidae foi a mais abundante, sendo constituída por 4.609 indivíduos (58,3%), com destaque para a espécie *S. herzbergii*, que se caracterizou pela notável abundância (1957 ind.). Na sequência destacaram-se as famílias Sciaenidae com 2647 indivíduos (31,4%), Haemulidae com 389 indivíduos (4,6%), Engraulidae com 279 indivíduos (3,3%) e Mugilidae – 206 indivíduos (2,4%) (Figura 3). As demais famílias apresentaram contribuição, em termos de número de indivíduos, inferior a 1,0%. (Figura 3)

Avaliando a abundância das espécies para cada período de amostragem, tem-se *S. herzbergii*, como táxon mais dominante nos meses de março/2016 e maio/2016, sinalizando a preferência desta espécie pela ocupação da área, na época chuvosa. A espécie *B. Bagre* foi segundo táxon dominante configurando maior abundância no período de estiagem (setembro e novembro/ 2017)

Figura 3. Composição percentual do número de espécies por família dos peixes capturados no estuário do rio Perizes- MA.



A avaliação da biomassa das espécies do período amostral seguiu padrão semelhante ao observado para abundância, com notória contribuição de *S. herzbergii* em quase todos os meses. Os Scianidae destacaram-se em julho/2016 com *M. ancylodon* e em janeiro/2018 com *C. acoupa*. No pico da estiagem (setembro a novembro) destacaram-se os Ariidae *B. bagre* e *C. spixii*.

A riqueza de espécies apresentou diferenças em ambos os períodos, sendo os maiores valores para os meses de novembro de 2015 e 2017 em todas as estações de amostragem (Figuras 4, 5, 6 e 7), em contraposto, os meses chuvosos (março e maio de 2016) apresentaram menores valores nos pontos P1 (igarapé Toco Preto), P2 (igarapé Primavera) e P3 (igarapé Grauaçu). Já no igarapé Estreito (P4) o menor valor resultou no período de transição (julho/2017).

Considerando uma relação inversamente proporcional com a riqueza de espécies, o índice de Dominância (D) demonstrou que os maiores padrões ocorreram nos meses de março/2016 para o igarapé Primavera (P2) (Figura 5), e em maio/2016 para os igarapés Toco Preto (P1) e Grauaçu (P3) (Figura 4 e 6). No igarapé Estreito (P4), o maior valor foi atribuído ao mês de julho/2017.

Figura 4. Abundância (A), Riqueza (A) e Diversidade Ictiofaunística (B) do igarapé Toco Preto (P1) do estuário do rio Perizes-MA, entre novembro/2015 a janeiro/2018.

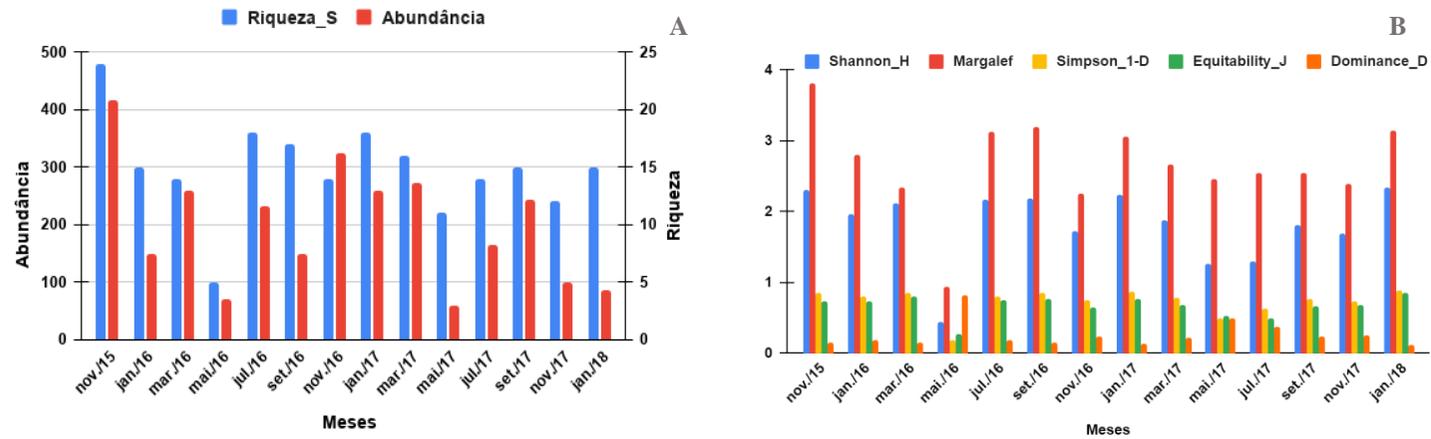
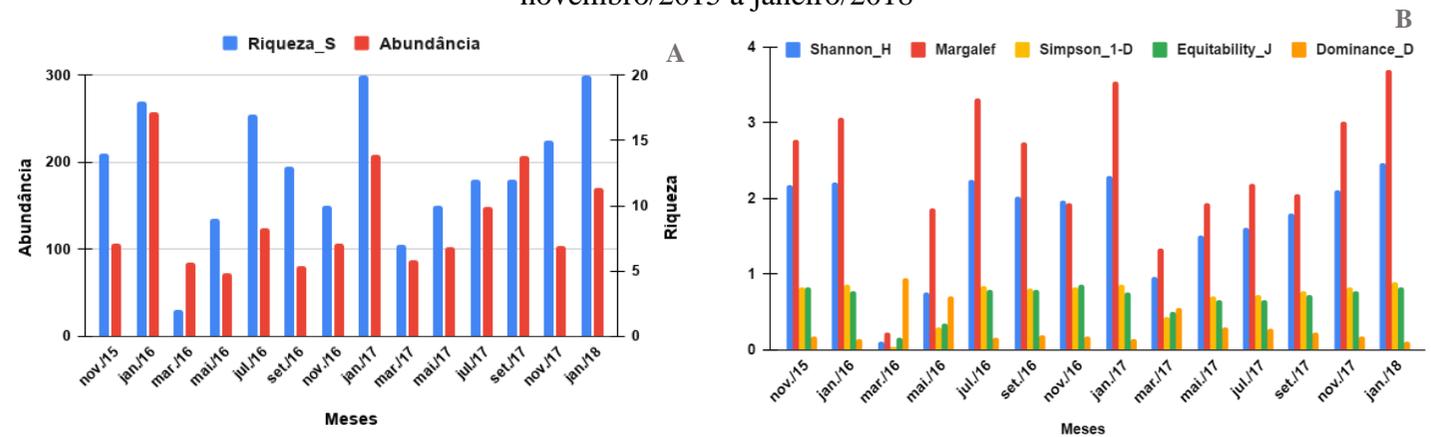


Figura 5. Riqueza (A), Abundância (A) e Diversidade Ictiofaunística (B) do igarapé Primavera (P2) do estuário do rio Perizes-MA, entre novembro/2015 a janeiro/2018



A avaliação sazonal das amostragens indicou valores de diversidade mais baixos na época chuvosa. O período de estiagem e transição, que envolveu os meses de novembro/2017 e janeiro/2018 apresentou o maior padrão de diversidade.

Para o índice de diversidade de Shannon (H'), a área que corresponde ao P2 (Primavera) apresentou o menor padrão (0,11 bits/indivíduos) relativo ao mês de março/ 2016. No entanto, esse trecho, mais a montante, também demonstrou maior padrão relativo ao índice de Shannon com 2,47 bits/indivíduos no mês de janeiro/2018.

O índice de Simpson (λ) apresentou seus valores mais elevados nos meses de estiagem (janeiro/2018 e novembro/2017), bem como nos pontos P3 e P4, mais a jusante (Figuras 6 e 7). O menor padrão (0,04) correspondeu ao P2 (igarapé Primavera) no período chuvoso que compreendeu o mês de março/ 2016. A tabela 3 apresenta a menor média dos valores de Simpson no período chuvoso.

Os maiores valores do índice de Margalef (d) concentraram-se no período de estiagem. Quanto aos pontos de amostragens, a diversidade de Margalef (d) apresentou-se mais elevada no trecho mais a jusante do estuário (P4), quando comparados ao igarapé Primavera (P2) trecho mais montante.

No que condiz a equitabilidade de Pielou (J'), os resultados demonstraram que os maiores valores ocorreram para o mês de janeiro/2018 ($J'= 0,86$) no igarapé Toco Preto (P1) e novembro/2016 ($J'= 0,85$) no igarapé Primavera (P2), já o menor valor mais uma vez correspondeu ao mês de março/2016 para o P2 ($J'=0,16$). (Figura 5)

Logo, a equitabilidade indicou baixa uniformidade nos meses chuvosos (março/2016 e maio/2016) correspondente ao P2 (igarapé Primavera) notavelmente afetada pela dominância do bagre guribu (*S. herzbergii*), o qual representou 79,0% do total capturado, durante este período (Figura 5). Aparentemente, os meses de novembro/2016 e janeiro/2018, apresentam distribuição mais uniforme das espécies, para o estuário do rio Perizes. Sendo assim, a equitabilidade de Pielou apresentou valores mais elevados no período de estiagem, alinhado com a maior diversidade. (Tabela 4).

Tabela 4. Resultados das médias dos valores da diversidade de Shannon-Wiener (H), Simpson (λ), Equitabilidade (J) e Dominância (D) tanto em termos sazonais como espaciais.

Tipo de avaliação	Espacial				Sazonal	
	P1	P2	P3	P4	Chuvoso	Estiagem
Shannon (H')	1,82	1,73	1,80	1,84	2,65	2,80
Margalef (d)	2,66	2,41	2,47	2,73	2,46	2,68
Simpson (λ)	0,73	0,69	0,73	0,73	0,71	0,73
Equitabilidade (J')	0,67	0,67	0,70	0,68	0,67	0,69
Dominância (D)	0,27	0,31	0,27	0,27	0,32	0,26

Figura 6. Riqueza (A), Abundância (A) e Diversidade Ictiofaunística (B) do igarapé Grauaçu (P3) do estuário do rio Perizes-MA, entre novembro/2015 a janeiro/2018.

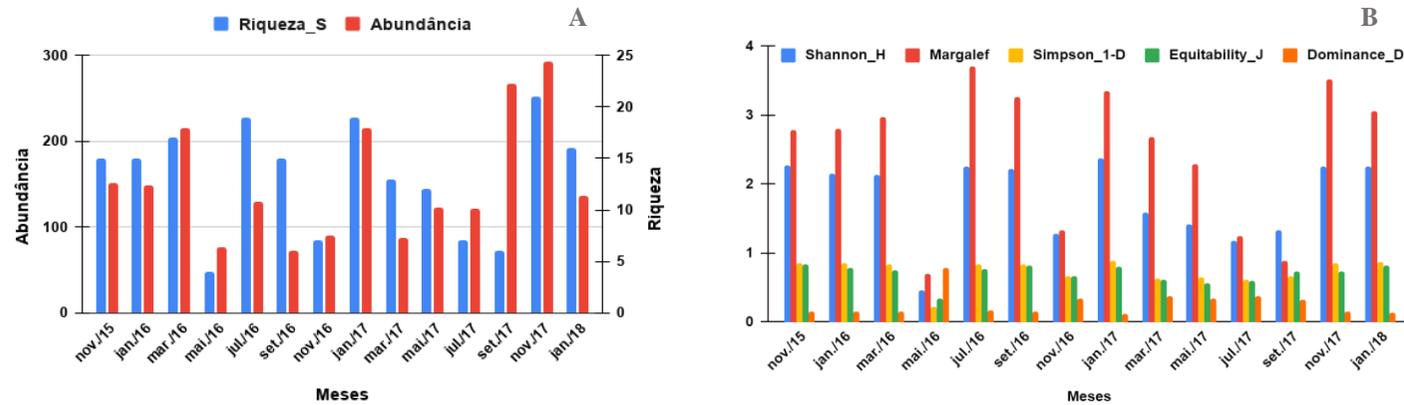
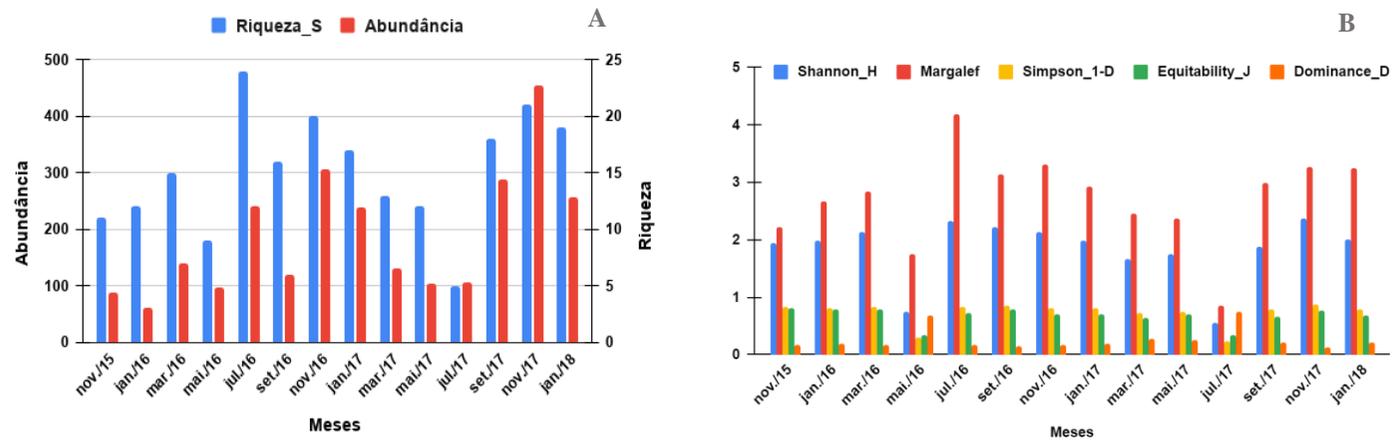
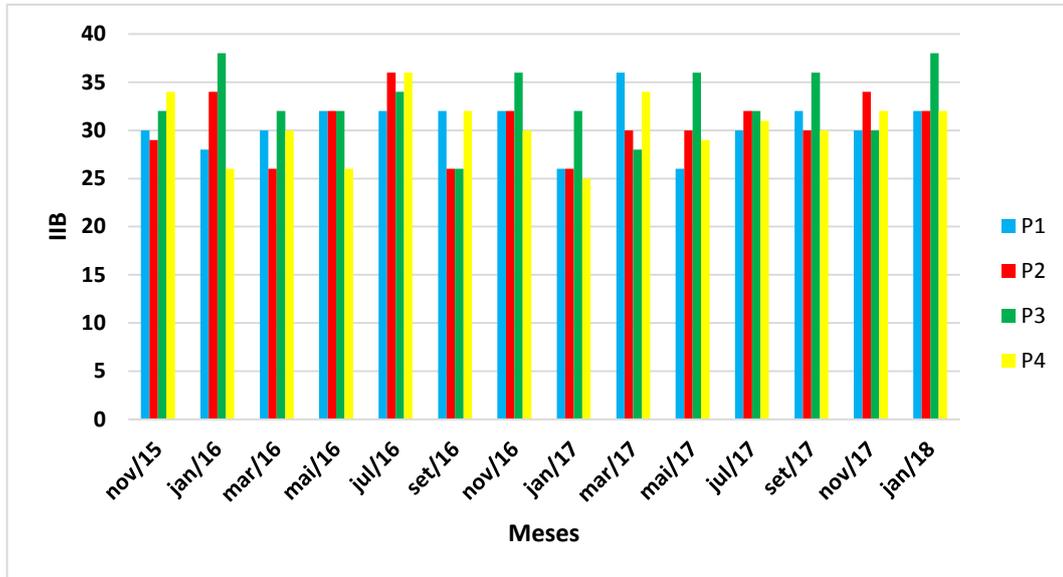


Figura 7. Riqueza (A), Abundância (A) e Diversidade Ictiofaunística (B) do igarapé Estreito (P4) do estuário do rio Perizes-MA, entre novembro/2015 a janeiro/2018.



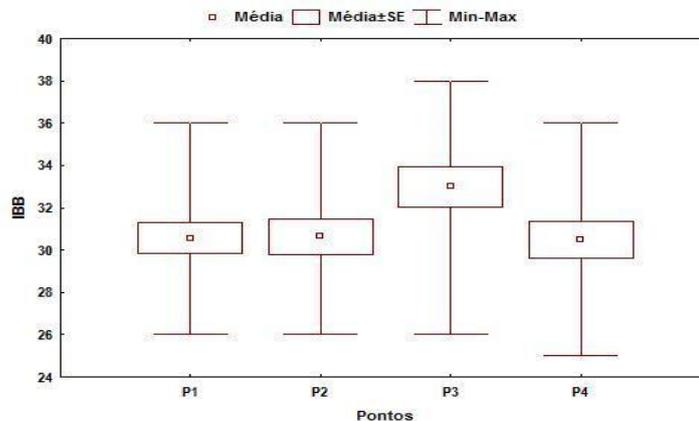
Com relação ao Índice de Integridade Biótica, na escala espacial, o igarapé Estreito (P4) apresentou valores inferiores, com 26 pontos, seguido pelo igarapé Primavera (P2) e Toco Preto (P1). A maior pontuação deteve ao igarapé Grauaçu (P3) nos meses de janeiro/2016 e janeiro/2018, caracterizados por 38 pontos, desta forma variando de “pobre-regular” (Figura 8).

Figura 8. Variação espaço-temporal do IIB para os igarapés estudados do estuário do rio Perizes-MA, entre novembro/2015 a janeiro/2018.



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 9). Entretanto o igarapé Grauaçu (P3) apresentou valores mais elevados, enquanto os igarapés Toco Preto (P1), Primavera (P2) e Estreito (P4) apresentaram as menores pontuações, o que configura classificações que variam entre “muito pobre” e “pobre”. De maneira geral, o resultado da análise temporal do IIB qualificou o ambiente estudado como “pobre” ao longo do período amostral.

Figura 9. Variação espacial do Índice de Integridade Biótica (IIB) do estuário do rio Perizes entre novembro/2015 a janeiro/2018.



4 DISCUSSÃO

A comunidade ictiofaunística demonstra diversas vantagens para a avaliação ambiental em relação às outras biotas, principalmente se analisado o tamanho das comunidades e sua posição na cadeia trófica. A alta mobilidade das espécies de peixes permite que este grupo seja influenciado em larga escala pelas consequências regionais, uma vez que muitas espécies podem cobrir uma larga área durante seu ciclo de vida, sendo determinados pela saúde do sistema como um todo, e não apenas por um impacto localizado.

Em um estudo realizado por Almeida et al. (2008) em áreas do Golfão Maranhense, elencaram 30 espécies de peixes pertencentes a 18 famílias, totalizando 517 exemplares, onde ocorreu também a dominância das famílias Ariidae e Scianidae. Por sua vez, em pesquisas realizadas na ilha dos Caranguejos, local com perfil conservado, foram evidenciadas 8 ordens, 19 famílias e 32 espécies, em que as famílias Anablepidae, Ariidae, Sciaenidae e Tetraodontidae obtiveram maior número de indivíduos (CARVALHO-NETA; CASTRO, 2008). Silva et al. (2018) analisando a assembleia de peixes em regiões portuárias do Golfão Maranhense constatou a presença de 56 espécies com extenso domínio de *G. luteus*, *S. proops*, *S. herzbergii*, *B. ronchus*, *B. bagre*, *M. gaimardianus*, *M. ancylodon* e *S. janeiro*, as quais convergem com a dominância exposta no presente estudo, em aspectos de composição, com espécies pertencentes a família Ariidae, Scianidae, Haemulidae, Engraulidae e Mugilidae.

Das 52 espécies encontradas neste estudo, 12 representaram cerca de 80% do total de peixes coletados na região investigada, o que justifica a parcial ou a total relação dessas espécies com o ecossistema de manguezais, que é o habitat que assume dominância nos estuários tropicais (BLABER, 2013). De acordo com Godefroid et al. (2004), esse modelo retrata os diferentes estágios de crescimento em que foram capturados os exemplares, uma vez que algumas espécies utilizam a área apenas para recrutamento enquanto outras a utilizam durante todo o ciclo de vida.

A Tabela 5 apresenta trabalhos realizados por alguns autores sobre a riqueza e composição de espécies da ictiofauna encontradas e registradas em estuários da Ilha do Maranhão.

Tabela 5. Estudos de composição de riqueza de espécies encontradas em estuários da ilha do Maranhão

Estuário	Nº de Espécies	Autor
Estuários dos rios Cururuca, Paciência, Tibiri, Coqueiro e baías de São José e São Marcos.	108	CASTRO (1997)
Estuário do rio Paciência	75	CASTRO (2001)
Estuário do rio Anil	43	PINHEIRO Jr (2003)
Ilha dos Caranguejos	32	CARVALHO-NETA (2004)
Estuário do rio Paciência	55	SOARES (2007)
Estuários do Golfão Maranhense	30	ALMEIDA et al. (2008)
Estuário do rio Paciência	55	SILVA Junior (2013)
Estuário do rio Perizes	42	FERREIRA et al. (2017)
Estuários do Golfão Maranhense	66	ALMEIDA (2018)
Estuários do Golfão Maranhense	56	SILVA et al. (2018)
Estuários do Golfão Maranhense	66	LIMA (2018)
Estuários do rio Perizes e Estreito dos Mosquitos	52	AZEVEDO (2019)

Na composição histórica para a área de estudo, reforça-se o trabalho de Martins-Juras (1989), que indicou maiores números de espécies pertencentes às famílias Sciaenidae, Carangidae, Ariidae e Gerreidae em amostragens realizadas iminentes das regiões portuárias maranhenses. No que tange a abundância prevaleceram, no presente estudo, Ariidae, Mugilidae e Sciaenidae e em biomassa destacaram-se: Ariidae, Mugilidae, Sciaenidae e Tetraodontidae. Os mugilídeos e os carangídeos foram os grupos ictiofaunísticos pelágicos mais recorrentes. Deste modo, as amostragens no estuário, do rio Perizes e estreito dos Mosquitos, ainda expõem padrões análogos ao de uma ictiofauna evidenciada há 30 anos na região.

Investigações realizadas na costa do Brasil revelam que a ictiofauna estuarina suporta oscilações sazonais definidas na riqueza, abundância e diversidade, os quais podem ser resultantes de padrões de reprodução, elevação do recrutamento, bem como relacionado ao período crítico chuvoso (BARLETTA-BERGAN et al., 2002; BARLETTA et al., 2007; VILAR et al., 2011). Neste estudo foi observada considerável influência da condição sazonal para a riqueza e abundância da assembleia de peixes entre as estações de amostragem. Todavia, no fator temporal foi atribuída maior atenção, visto que a variabilidade da riqueza e abundância se concentraram nos períodos críticos de precipitação, isto é, nos meses de março e maio.

Composição em termos sazonais da ictiofauna foram analisados em outros estuários da região amazônica, tais como na Baía de São Marcos (SILVA et al., 2018) região do Pará (MOURÃO et al., 2015), além de áreas internacionais como a região sul de Portugal (VEIGA et al., 2006) e em Bangladesh (HOSSAIN et al., 2012), onde as variações na abundância e composição da ictiofauna foram influenciadas por períodos críticos de precipitações.

Neste estudo verificou-se a dominância das famílias Sciaenidae e Ariidae, corroborando com resultados constatados em outros estuários nas regiões Norte e Nordeste do Brasil (CHAO et al., 2015; DANTAS et al., 2016; SILVA et al., 2018). De acordo com Souza-Filho (2005) essas famílias predominam ambientes de substratos lamacentos e arenosos, uma vez que encontram condições favoráveis para sobrevivência e reprodução. Segundo Blaber (2002) a família Scianidae é comumente predominante em estuários tropicais e subtropicais, com exceção na parte Indo-Oeste do oceano Pacífico. Os peixes que compõem essa família toleram ampla faixa de salinidade, o que pode possibilitar a presença deles em zonas estuarinas com intensos efeitos de águas fluviais (MATOS; LUCENA, 2006).

A dominância de algumas espécies, principalmente no caso do bagre guribu (*S. herzbergii*) em alguns meses do ano, especialmente na estação chuvosa, indica que a família Ariidae apresenta tolerância tanto em regiões com ampla variação de salinidade como também em ambientes com águas turvas, o que influencia sua dominância no decorrer de sua distribuição mundial (BARLETTA et al., 2008). Diante disso, na região mais centralizada do Golfão Maranhense espera-se a dominância de Sciaenidae e Ariidae devido ao volume significativo da descarga fluvial advindo dos rios Mearim, Pindaré e Itapecuru, vinculado às dinâmicas de macro-maré. Esses aspectos provocam elevada turbidez e moldam os valores característicos de salinidade, especialmente em variações sazonais.

Quando analisado os índices de diversidade de Shannon (S') e Simpson (λ), estes apresentaram seus maiores valores no período de estiagem, em que obteve os maiores indicadores de riqueza. Esta relação era esperada, uma vez que estes índices são influenciados pelo maior número de espécies, além da homogeneidade da distribuição dos indivíduos (KREBS, 1989). Padrão semelhante foi evidenciado por Castro (2001) no estuário do rio Paciência na Ilha do Maranhão, indicando maiores valores de diversidade de Simpson, nos meses entre setembro a novembro, coincidindo, também, com o período de maior riqueza de espécies.

Um valor de diversidade (H') reduzido expressa dominância de determinado táxon, à medida que um valor elevado de H' influencia na distribuição proporcional de espécies, isto é, ambientes mais diversificados. No presente estudo, o índice de Shannon (H') variou de (0,11 a 2,47 bits/indivíduos), categorizada como “baixa diversidade”, corroborando com outros estudos realizados em estuários do Golfão Maranhense (1,20 a 2,90 bits/indivíduos) (MARTINS JURAS, 1989). Em contraposto, Lasso e Señaris (2008) classificaram o estuário do Delta do Orinoco, na Venezuela, em “diversidade média” alternando de 2,13 a 2,60 bits/indivíduos este efeito condiz com valores de referência para o padrão habitual em sistemas estuarinos tropicais.

Os pontos P1 e P2 refletem maiores registros de diversidade, em razão dos atributos que conferem esses trechos do estuário, sobretudo por ser uma área mais interna, acaba sendo uma zona de abrigo para as espécies juvenis. Em termos sazonais, os menores registros de diversidade foram constatados no período chuvoso do P2 (igarapé Primavera), devido à abundância da espécie *S. herzbergii*. Essa espécie vive nos fundos lamosos dos igarapés, ambientes onde há considerável disposição de alimento derivado da matéria orgânica que se origina da decomposição das folhas de mangue, constando que elevados fluxos de energia estão centralizados na comunidade bentônica (LIMA, 2018).

Neste estudo, o índice de Margalef (d) resultou em valores abaixo do padrão estimado pelo índice para regiões com riqueza expressiva (VALENTIN, et al., 1991). Por sua vez, em outro estudo realizado para o estuário do rio Perizes, esse índice demonstrou valor superior a 5,0, determinando grande riqueza para esse estuário. (LIMA, 2018). Os resultados sugerem que as variações observadas nos índices podem estar 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 análise dos padrões de variabilidade dos índices. Avaliações das diferenças nas assembleias de peixes associadas com as características hidrológicas e substrato foram observadas por Paiva Filho e Toscano (1987), Monteiro Neto et al. (2008), Azevedo (2002) e Oliveira Neto et al. (2004).

A média do índice de equitabilidade (J') para as estações de monitoramento do estuário do rio Perizes, foi superior a 0,5 sinalizando uniformidade na abundância das espécies (ARAÚJO et al., 2017). Esse padrão foi encontrado por Lima (2018) em trechos do Golfão Maranhense configurando estabilidade para esse ecossistema em relação à riqueza, diversidade e distribuição dos peixes. A diversidade de Shannon - Wiener (H) estabeleceu correlação com a Equitabilidade de Pielou (J). Hossain et al. (2012) estudando o estuário do rio Meghna, observou relação análoga entre diversidade e equitabilidade. A análise da variação espacial do IIB deste estudo configurou classificações que variam entre “muito pobre” e “pobre”. Já o resultado da análise temporal do IIB qualificou o ambiente estudado como “pobre” ao longo do período amostral. As classes de integridade foram analisadas no estudo de Sousa (2003) como “muito pobres” numa região com influência da indústria ALUMAR, em São Luís. Na mesma cidade, os resultados do IIB encontrados por Soares (2007) para o sistema estuarino do rio Paciência, indicaram espacialmente as classes de integridade “pobre” e “pobre-regular”, em razão da qualidade da água nos pontos de amostragem.

A classificação definida para o IIB da área de estudo, que variou de “pobre a regular”, podem ser resultado da ocupação desenfreada do entorno, aos despejos de efluentes, às interferências relacionadas à construção de dutovias e ferrovias ou as sucessivas dragagens nas regiões portuárias adjacentes (SCHETTINI, 2002; ARAÚJO et al., 2009; SCHETTINI, 2009; SCHETTINI; TRUCCOLO, 2009; SILVEIRA; RESGALLA Jr., 2009). Qualificações identificadas para o IIB nesta pesquisa corroboram com os padrões encontrados por Soares et al., (2011) em três estuários do rio Paciência (MA), onde foram analisadas elevadas variações

entre os períodos amostrais (Muito Pobre, Pobre e Regular) e nenhuma variação entre as estações de monitoramento (Pobre).

Aspectos positivos também podem ser verificados nas tabelas de distribuição tanto espacial quanto temporal do IIB, através da ausência total de peixes com anomalias, doenças, etc. Cenário inverso foi identificado por Castro et al. (2002) na Laguna da Jansen (São Luís – MA), onde duas espécimes de *Centropomus undecimalis* foram capturados apresentando anomalias na região ântero-dorsal do corpo. Desta forma, os resultados para o IIB associado às pressões que ocorrem no entorno da região, tornam imperativo o desenvolvimento de estudos relacionados à concentração de metais pesados no tecido muscular dos peixes, e consequente vulnerabilidade da população que depende desses recursos.

Quando foi analisada a intervenção sazonal dos períodos hidrológicos no padrão de distribuição das espécies e sua relação com a qualidade ambiental dos igarapés, o período de estiagem expressou integridade biótica melhor do que o período chuvoso. Essa distinção, segundo SOARES (2011) pode ser sustentada pelo fato que no período chuvoso há um considerável aporte de resíduos para o leito dos igarapés, determinando a diminuição desse índice, o qual afeta potencialmente a ocorrência das espécies neste período.

Os efeitos significativos da alternância entre período chuvoso e estiagem para as populações de peixes estuarinos também foram verificados em outros estudos realizados no Golfão Maranhense, como os trabalhos de Castro (2001); Pinheiro Júnior et al. (2005) e Carvalho-Neta e Castro (2008). No entanto, para Tejerina-Garro e Mérona (2010) a variabilidade da ictiofauna em rios costeiros sul-americanos ocorre numa escala espaço-temporal, devido aos peixes constantemente buscarem otimizar o compromisso entre alimentação e crescimento, reprodução e proteção contra predadores.

Soares (2007), relata que apesar do IIB ser considerado superior a outros índices utilizados em ecologia de comunidades na avaliação da qualidade ambiental, pelo fato de envolver dados como composição de espécies, composição trófica, abundância e tolerância das espécies, tal índice deve ser utilizado com cautela. Segundo esse autor, é pouco seguro que um único valor reproduza de forma compreensiva e pertinente toda a variabilidade efetiva, seja esta originada por fatores antrópicos ou naturalmente.

Com tudo, os resultados deste estudo indicaram que a ictiofauna dos estuários da região Amazônica, a qual compreendem a Costa Ocidental e o Golfão Maranhense (ARAUJO et al., 2011), expõe padrões sazonais em seus índices de riqueza, diversidade, equitabilidade e integridade, uma vez que, estão interligados às flutuações anuais do gradiente salino, parâmetro específico em climas tropicais, e às pressões de caráter antrópico (BARLETTA- BERGAN et al., 2002).

Diante do exposto, é notório a necessidade do envolvimento de esforços na incorporação de investigações baseadas no monitoramento espacial e temporal, especialmente em ambientes com reduzido conhecimento, como é o caso do estuário do rio Perizes, de forma a justificar até que nível os aspectos espaciais e sazonais determinam a ocorrência da ictiofauna. Assim, as informações sobre a diversidade e integridade dessas espécies podem beneficiar a ampliação do gerenciamento da atividade pesqueira e manutenção dos estoques.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A comunidade ictiofaunística foi composta de 52 espécies de peixes, pertencentes a 11 ordens e 29 famílias.

As ordens Siluriformes, Perciformes e Clupeiformes foram as mais expressivas em número de espécies corroborando com estudos realizados anteriormente em estuários da Ilha do Maranhão.

A família Scianidae contribuiu com a maior riqueza de espécies, enquanto que a Ariidae contribuiu com a maior abundância de espécies.

A espécie mais abundante no estuário do rio Perizes em percentual do número de indivíduos foi *Sciades herzbergii* com 79%.

No que concerne aos índices de Riqueza e Diversidade, foram verificadas diferenças significativas, uma vez que os maiores padrões ocorreram no período de estiagem do P2 (igarapé Primavera) e os menores padrões no período chuvoso do mesmo ponto.

Em contraste com os outros índices, o índice de Dominância demonstrou que os maiores padrões ocorreram no período chuvoso do igarapé Primavera (P2).

Com relação à análise espacial da ictiofauna, identificaram-se algumas diferenças entre os locais de captura, onde os níveis de abundância e diversidade foram menores no local (P2-Igarapé Primavera) que apresentou maiores atividades provenientes da ação humana. Desta forma, entende-se que existe modificação na qualidade ambiental dessa região, que apresenta indícios de que está potencialmente comprometida em função da rota portuária, destacando-se o intenso tráfego de navios, processos de dragagem, responsáveis pela modificação dos sedimentos e desestruturação dos habitats dos diferentes organismos que viabilizam a cadeia trófica das espécies de peixes. O que apresentou melhores índices aparentemente foi o igarapé Estreito (P4), provavelmente por estar localizado na região mais externa do estuário.

A adaptação do Índice de Integridade Biótica sinalizou-se como um importante instrumento de monitoramento e avaliação da qualidade ambiental da região investigada, especialmente a ictiofauna, os quais se exibiram como bons bioindicadores para determinação de regiões com possíveis consequências antrópicas.

Portanto, a avaliação da ictiofauna no estuário do rio Perizes, configura padrões de distribuição bem associados a fatores sazonais, com elevados valores de diversidade e riqueza de espécies. Sendo assim, a implementação de políticas de conservação e ordenamento da pesca tornam-se indispensáveis para a manutenção dos estoques pesqueiros presentes no Golfão Maranhense.

REFERÊNCIAS

- 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, 1999. DOI: [10.1590/S0034-71081998000400002](https://doi.org/10.1590/S0034-71081998000400002). Acesso em: 25 mar. 2021
- ARAÚJO, E. P.; LOPES, J. R.; CARVALHO FILHO, R. Aspectos socioeconômicos e de evolução do desmatamento na Amazônia Maranhense. In: MARTINS, M. B.; OLIVEIRA, T. G. (Org.) **Amazônia Maranhense: Diversidade e Conservação**. Belém – PA. Museu Paraense Emílio Goeldi. 34-43. 2011.
- ARAÚJO, S. A; SCOLARO, T.L; REIS, F.H; PETERMANN, R.M. Climatologia do ecossistema Saco da Fazenda, Itajaí, SC. In: BRANCO, J.O. LUNARDON-BRANCO, M.J, BELLOTTO, V.R, org. Estuário do Rio Itajaí-Açu, Santa Catarina: caracterização ambiental e alterações antrópicas. **Ciudad: Ed Univali**; 2009. p. 43-62. Disponível em: <https://docplayer.com.br/123135091-Capitulo-3-climatologia-do-ecossistema-saco-da-fazenda-itajai-sc-abstract-introducao.html>. Acesso em: 28 mar.2021
- ARAÚJO, A. R.R., SOUZA, J. M., LIMA, R. C. D., ABREU, E. F. S., VIRGENS, F. F. BARBOSA, J.M. Diversidade da fauna aquática do estuário do rio Japarutuba, estado de Sergipe, Brasil. **Acta Fish. Aquat.Resour.** p 33–42. 2017. DOI:

[10.2312/ActaFish.2017.5.1.33-42](#). Acesso em: 15 abr.2021.

ALMEIDA, Z. S. Os recursos pesqueiros marinhos e estuarinos do Maranhão: biologia, tecnologia, socioeconômica, estado de arte e manejo. Tese (Doutorado). Museu Paraense Emílio Goeldi, Universidade Federal do Pará, Belém. 2008. 283 p.

AZEVEDO, J. W. J. Ictiofauna do Golfão Maranhense – Amazônia oriental: diversidade, distribuição e concentração de metais na água e nos peixes. Tese (Doutorado). Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE, Universidade Federal do Maranhão 2009.

AZEVEDO, M. C. C. Peixes demersais da Baía de Sepetiba, RJ: Distintas assembléias ao longo de um gradiente ambiental. Tese de Doutorado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil, 99 pp. 2002.

AZEVEDO, A. C. G. D.; FEITOSA, F. A. N.; KOENING, M. L. Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica e variáveis ambientais no Golfão Maranhense, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 3, p. 870-877, 2008.

AZEVEDO, J. W. J.; CASTRO, A.C., L.; SOARES, L. S.; SILVA, M. H. L. FERREIRA, H. R.; MAGALHÃES, L.A. Comprimento médio de primeira maturação para a tilápia do nilo, *Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758 (PERCIFORMES: CICHLIDAE) capturado na bacia do Bacanga, São Luís, MA. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**. 2012.

BARLETTA, M.; BLABER, S. J. M. Comparison of fish assemblage and guilds in tropical habitats of the Embley (Indo-West Pacific) and Caeté (Western Atlantic) estuaries. **Bull. Mar. Sci.**, 80, 647–680. 2007.

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* 54:193-206. 2002.

BARROS, D.F.; TORRES, M. F.; FRÉDOU, F. L. Ictiofauna do estuário de São Caetano de Odivelas e Vigia (Pará, Estuário Amazônico). **Biota Neotropica**, 11(2), 367-373. 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032011000200035>

BLABER, S. J. M. Fish in hot water[®]: the challenges facing fish and fisheries research in tropical estuaries. **Journal of Fish Biology**, 61, (Supplement A), p. 1–20. 2002.

BLABER, S. J. M. Fishes and fisheries in tropical estuaries: The last 10 years. **Estuar.Coast. Shelf Sci.** 135, 57–65. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2012.11.002> Acesso em 06.abr.2021

BOLTA, P. M. P.; FLYNN, M. N. Índice M-AMBI como ferramenta para diagnosticar a integridade ambiental costeira, aplicado na Baixada Santista- SP. **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 6, n. 1, p. 45-77, 2013.

BREINE, P.A.; MENEZES, N.A.; GHAZZI, M.S. **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil**. Museu Nacional, Rio de Janeiro. 2007

BROWER, J.E.; ZARR, J.H. Field and laboratory methods for general ecology. W. C. Brown Publishers, Dubuque, Iowa, USA. 226 pp. 1984.

CARVALHO-NETA, R. N. F; CASTRO, A. C. L. Diversidade das assembleias de peixes estuarinos da ilha dos Caranguejos, Maranhão. **Arq. Ciên. Mar**, 41(1): 48 – 57. 2008.

Disponível em: <https://labomar.ufc.br/wp-content/uploads/2017/01/acm-2008-41-1-06.pdf>. Acesso em 10 Fev. 2021.

CARVALHO-NETA, R. N. F. TORRES, J. R. A.; 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** 166(5):1314-1327. 2012. DOI: 10.1007/s12010-011-9519-1. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22228406/>. Acesso em 23 mar.2021

CASTRO, A. C. L. Diversidade da assembleia de peixes em igarapés do estuário do rio Paciência (MA-Brasil). **Atlântica**, v. 23, p. 39–46, 2001. Disponível em: <https://www.scienceopen.com/document?vid=49a6f140-54da-45c5-a4c2-c735bf7e9b68>. Acesso em: 27 dez. 2020

CASTRO, A.C.L.; PIORSKI, N.M.; PINHEIRO-JUNIOR, J.R. Avaliação qualitativa da ictiofauna da Lagoa da Jansen, São Luís, Ma. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**. 15: 39-50. 2002.

CASTRO, A. L. C; ESCHRIQUE, S. A; SILVEIRA, P. C. A; AZEVEDO, J. W. J; FERREIRA, H. R. S; SOARES, L. S; MONTELES, J. S; ARAÚJO, M. C; NUNES, J. L; SILVA, M. H. L. Physicochemical properties and distribution of nutrients on the inner continental shelf adjacent to the Gulf of Maranhão (Brazil) in the Equatorial Atlantic. **Applied ecology and environmental research**. 2018. DOI: 16(4): 4829-4847. Disponível em: http://dx.doi.org/10.15666/aer/1604_48294847. Acesso em:30 mar.2021

CASTRO, J. S.; FRANÇA, C. L.; FERNANDES, J. F. F.; SILVA J. S.; CARVALHO-NETA, R. N. F.; TEIXEIRA, E. G. Biomarcadores histológicos em brânquias de *Sciades herzbergii* (Siluriformes, Ariidae) capturados no Complexo Estuarino de São Marcos, Maranhão. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. DOI: 70(2):410-418. 2018.

CERVIGÓN, F., CIPRIANI, R., FISCHER, W., GARIBALDI, L., HENDRICKX, M., LEMUS, A.J., MÁRQUEZ, R., POUTIERS, J.M., ROBAINA, G.; RODRIGUEZ, B. Fichas FAO de identificación de especies para los fines de la pesca: guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América. **FAO, Rome**, p. 1-513. 1992.

CLARK, B.M.; BENNETT, B.A.; LAMBERTH, J.M. Temporal variations in surf zone fish assemblages from False Bay, South Africa. **Marine Ecology Progress Series**. 131: 35-47. 1996.

CHAO, A. Estimating the population size for capture - recapture data with unequal catchability. **Biometrics**. DOI: 43, 783 - 791. 1987.

CHAO, N. L.; LUCENA FRÉDOU, F.; HAIMOVICI, M.; PERES, M. B.; POLIDORO, B.; RASEIRA, M.; SUBIRÁ, R.; CARPENTER, K. A popular and potentially sustainable fishery resource under pressure-extinction risk and conservation of Brazilian Sciaenidae (Teleostei: Perciformes). **Global Ecology and Conservation**. DOI: 4:117-126. 2015.

CHÍCHARO, M. A., CHÍCHARO, L., MORAIS, P., 2006. Inter-annual differences of ichthyofauna structure of the Guadiana estuary and adjacent coastal area (SE Portugal/SW Spain): Before and after Alqueva dam construction. **Estuar. Coast. Shelf Sci**. 70, 39–51

CRONA, B. I., RÖNNBÄCK, P. Community structure and temporal variability of juvenile fish assemblages in natural and replanted mangroves, *Sonneratia alba* Sm., of Gazi

Bay, Kenya. **Estuar. Coast. Shelf Sci.** 74, 44–52. 2007. DOI: [10.1016/j.ecss.2007.03.023](https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.03.023). Acesso em 14 mar. 2021.

CUNICO, A. M. Efeitos da urbanização sobre a estrutura das assembleias de peixes em córregos urbanos neotropicais. Tese (Programa de Pós Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 78f. 2010.

CLARK, B.M.; BENNETT, B.A.; LAMBERTH, J.M. Temporal variations in surf zone fish assemblages from False Bay, South Africa. **Marine Ecology Progress Series**. DOI: 131: 35-47. 1996.

DANTAS, N. C. F. M.; SILVA JÚNIOR, C. A. B.; FEITOSA, C. V.; CARNEIRO, P. B. M. Seasonal influence of drifting seaweeds on the structure of fish assemblages on the eastern equatorial Brazilian coast. **Brazilian Journal of Oceanography**. DOI: 64(4):365-374. 2016.

FERREIRA, H. O. Contribuição ao estudo das correntes de marés dos estreitos dos Coqueiros e Mosquitos, MA. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**. São Luís, v. 8, p. 45-52. 1988. Disponível: <http://www.periodicoseletronicos.ufma.br/bl/2001/210>. Acesso em 22 jan.2021.

FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. A. **Manual dos peixes marinhos do Sudeste do Brasil. VI. Teleostei (5)**. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2000. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001132723>. Acesso em 25 mar. 2021.

FISCH, F. BRANCO, J.O; MENEZES, J. T. Ictiofauna como indicador de la integridad biótica de un ambiente estuarino. **Acta biol.** Colombia, v. 2121, n. 11, p. DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v21n1.46151>. 2016. Disponível em: .Acesso em 08 mar 2021.

FISCHER, W. FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Central Atlantic (fishing area 31). Rome, **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, 7 volumes não paginados. 1978.

FROESE, R.; PAULY, D. Editors. FishBase. **World Wide Web electronic publication**. www.fishbase.org, version (04/2019). 2019.

GODEFROID, R.S., SPACH, H.L., SANTOS, C., MacLAREN, G. & SCHWARZ JUNIOR, R. Mudanças temporais na abundância e diversidade da fauna de peixes de um infralitoral raso de uma praia, sul do Brasil. **Iheringia, Zool.** 94(1):95-104. 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0073-47212004000100017>. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/isz/v94n1/20468.pdf>. Acesso em 18 fev.2021

GREENWOOD, M.F.D.; Hill, A.S. Temporal, spatial and tidal influences on benthic and demersal fish abundance in the Forth estuary. **Estuar. Coast. Shelf Sci.** 58, 211–225. 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0272-7714\(03\)00071-4](https://doi.org/10.1016/S0272-7714(03)00071-4). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0272771403000714> Acesso em 25 fev. 2021.

HAMMER, D. G; HARPER, D.A.T; RYAN, P.D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica** 4: 1–9. 2001. Disponível: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm. Acesso em 25 fev. 2021.

HOSSAIN, M. S.; GOPAL, N; SARKER, S.; RAHAMAN, M. Z. Fish diversity and habitat relationship with environmental variables at Meghna river estuary, Bangladesh. **The Egyptian Journal of Aquatic Research**. Volume 38, Issue 3, Pages 213-226. 2012. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.ejar.2012.12.006>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S168742851200043X>. Acesso em 16 fev. 2021.

IMESC- Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. **Análise da seca e estiagem maranhense**. 2016. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/Nota-seca-estiagem-agosto2%20(1).pdf>. Acesso em: 29 mar. 2021.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – plataforma BDMEP**. 2016. Disponível em:

www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep. Acesso em 17 fev. 2021.

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

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

JAUREGUIZAR, A.J.; WAESSLE, J.A.; GUERRERO, R.A. Spatio-temporal distribution of Atlantic searobins (*Prionotus* spp.) in relation to estuarine dynamics (Río de la Plata, Southwestern Atlantic Coastal System). **Estuar. Coast. Shelf Sci.** 73, 30–42. 2007. DOI:

[10.1016/j.ecss.2006.12.012](https://doi.org/10.1016/j.ecss.2006.12.012). Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/223733688_Spatio-temporal_distribution_of_Atlantic. Acesso em 24 fev. 2021

KREBS, C.J. *Ecological Methodology*. Harper Collins Publishers, New York, USA, 654 p. 1989.

LASSO, C.A.; SEÑARIS, J.C. Peces do Macareo-Punta Pescador, delta del Orinoco., StatoilHyd. ed, **Biodiversidad animal del caño Macareo**, Punta do Pescador y áreas adyacentes, Delta del Orinoco. Caracas, Venezuela.2008.

LI, X.; JONGE, V.N. Estuaries and coastal areas in times of intense change. **Ocean Coast. Manag.**, 108, pp. 1-2, 2015. DOI: [10.1016/j.ocecoaman.2014.12.002](https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.12.002). Acesso em 14 abr. 2021.

LIMA, L. T. B. Distribuição Espacial de Peixes Estuarinos no Litoral Amazônico Brasileiro. Tese (Mestrado em Oceanografia). Universidade Federal do Maranhão. São Luís, 2018.

LUGENDO, B. R.; NAGELKERKEN, I.; JIDDAWI, N.; MGAYA, Y. D.; VAN DER VELDE, G. Fish community composition of a tropical nonestuarine embayment in Zanzibar, Tanzania. **Fish. Sci.** 586, 1–16. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1444-2906.2007.01458.x>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1111/j.1444-2906.2007.01458.x>. Acesso em 19 mar.2021.

MARCIANO, F.T. 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.** 16(3):225-237. 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S2179-975X1216>.

Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2179-975X2016000100317&script=sci_arttext. Acesso em: 16. Fev.2021.

MAGURRAN, A. E. *Ecological Diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, USA, 1988. Medindo a diversidade biológica. Paraná: Universidade Federal do Paraná, Brasil, 2011.

- MARTINS JURAS, I. A. G. M. Ictiofauna estuarina da Ilha do Maranhão (MA – Brasil). Tese de Doutorado (Pós-Graduação em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 184 f. 1989.
- MATOS, I. P.; LUCENA, F. Descrição da pesca da pescada-amarela, *Cynoscion acoupa*, da costa do Pará. **Arqui. Ciên. Mar**, 39, 66-73. 2006.
- MONTEIRO-NETO, C.; TUBINO, R.A.; SOARES, L.E.S.; MENDONÇA-NETO, J.P.; ESTEVES, G.V.; FORTES, W.L. Associações de peixes na região costeira de Itaipu, Niterói, RJ. **Iheringia série Zoologia**. 98(1): 50-59, 2008. DOI: 10.1590/S0073-47212008000100007. Acesso em: 25 Jan. 2021.
- NASCIMENTO, J. D. Análise da Área de Proteção Ambiental do Maracanã: Uma contribuição ao seu plano de manejo. Monografia (Curso de Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Maranhão. São Luís, 2004. 56 p.
- NOGUEIRA, N. M. C.; FERREIRA-CORREIA, M. M. Cyanophyceae/Cyanobacteria in red mangrove forest at Mosquitos and Coqueiros estuaries, São Luís, State of Maranhão, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**., São Carlos, v. 61, n. 3, p. 347-356, 2001. DOI: 10.1590/S1519-69842001000300002. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519-69842001000300002&script=sci_abstract. Acesso em: 25 Jan. 2021
- OLIVEIRA, D. M.; FRÉDOU, F. L. Caracterização e dinâmica espaço-temporal da atividade pesqueira na Baía de Marajó – Estuário Amazônico. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, 44(3): 40 – 53. 2011. DOI: [10.323260/cmar.v44i3.151](https://doi.org/10.323260/cmar.v44i3.151). Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/arquivosdecienciadomar/article/view/151>. Acesso em: 05 mar. 2021
- OLIVEIRA NETO, J. F.; GODEFROID, R. S.; QUEIROZ, G. M. N.; SCHWARZ Jr., R. Variação diuturna na captura de peixes em uma planície de maré da baía de Paranguá, PR. **Acta Biológica Leopoldensia**, 26 (1): 125-138. 2004.
- OLIVEIRA-SILVA, J.T.; PESO-AGUIAR, M.C.; LOPES, P.R.D. Ictiofauna das praias de Cabuçu e Berlinque: Uma contribuição ao conhecimento das comunidades de peixes na Baía de Todos os Santos – Bahia – Brasil. **Biotemas**. 21(4): 105-115. 2008.
- ORIBHABOR, B. J.; OGBEIBU, A. E. The ecological impact of anthropogenic activities on the predatory fish assemblage of a tidal creek in the Niger Delta, Nigeria. **Research Journal of Environmental Sciences**, v. 4, p. 271-279, 2010.
- PAIVA FILHO, A. M.; TOSCANO, A. P. Estudo comparativo e variação sazonal da ictiofauna na zona entre marés do mar Casado – Guarujá e mar Pequeno – São Vicente, SP. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, 35 (2): 153-165. 1987.
- PEREIRA, L.C.C.; DIAS, J.A.; CARMO, J.A.; POLETTE, M. A. Zona Costeira Amazônica Brasileira. **Rev. Gestão Costeira Integr.** 9, 3–7. 2009.
- PINHEIRO JÚNIOR, J. R. Uso de geotecnologias como subsídio à gestão do Parque Estadual do Bacanga, São Luís, Maranhão, Brasil. **Bol. Ciên. Geod**, Curitiba, v. 12, n. 2, p. 377-379. 2006. DOI: [1982-2170](https://doi.org/10.1590/1982-2170). Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/bcg/article/view/7246>. Acesso 23 jan.2021.
- POTTER, I. C.; TWEEDLEY, J. R.; ELLIOTT, M.; WHITFIELD, A. K. The ways in which fish use estuaries: a refinement and expansion of the guild approach. **Fish Fish.**, 16, pp. 230-

239. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/faf.12050>.

RAMOS, R. S.; CASTRO, A. C. L. Monitoramento das variáveis físico-químicas no cultivo de *Crassostrea rhizophorae* (Mollusca) (Guilding, 1928) no estuário de Panaquatira - Alcântara/ MA, Brasil. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 17, p. 29-42, 2004.

SANTANA, A.O., TEJERINA-GARRO, F.L., CARVALHO, R.A. Variação da diversidade α e β das assembleias de peixes num gradiente montante-jusante em um rio tropical, Brasil Central. **Front. Soc. Tecnol. e Meio Ambiente**. 3, 106–118. 2014. DOI: 10.21664/2238-8869.2014v3i1.p106-118.

SANTOS, D. C. C; AZEVEDO, J. W. J; FERREIRA, H. R. S; FRANÇA, V. L; SOARES, L. S; PINHEIRO, J. R. JR; REBÊLO, J. M. M; SILVA, M. H. L; CASTRO, A. C. L. Metal levels in water and the muscle tissue of fishes in the Cachorros river, São Luís island, state of Maranhão, Brazil. **Applied ecology and environmental research**. 2019. DOI: 17(4):8037-8047..

SCHETTINI C.A.F. Caracterização física do estuário do rio Itajaí-Açu. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. 2002. DOI: 7(1):123-142.

SCHETTINI C.A.F. Hidrologia do Saco da Fazenda. In: Branco JO. Lunardon-Branco MJ, BELLOTTO V.R, org. Estuário do Rio Itajaí-Açu, Santa Catarina: caracterização ambiental e alterações antrópicas, de Univali; p. 27-42. 2009.

SCHETTINI C.A.F; TRUCCOLO, E.C, Branco JO. Circulação do baixo estuário do Rio Itajaí. In: Lunardon-Branco MJ, Bellotto VR, org. Estuário do Rio Itajaí-Açu, Santa Catarina: caracterização ambiental e alterações antrópicas, **ed Univali**. p. 13-26. 2009.

SILVA JUNIOR, D.R., CARVALHO, D.M.T., VIANNA, M. The catfish *Genidens genidens* (Cuvier, 1829) as a potential sentinel species in Brazilian estuarine waters. **J. Appl. Ichthyol**. 29, 1297–1303. 2013. DOI: 10.1111/jai.12280.

SILVA, M. H. L.; TORRES JÚNIOR, A. R.; CASTRO, A. C. L.; AZEVEDO, J. W. J.; FERREIRA, C. F. C.; CARDOSO, R. L.; NUNES, J. L. S.; CARVALHO-NETA, R. N. F. Fish assemblage structure in a port region of the Amazonic coast. **Iheringia. Série Zoologia**, 108, e2018018. Epub June 11, 2018. DOI: [10.1590/1678-47662018018](https://doi.org/10.1590/1678-47662018018). Acesso em: 22. Mar.2021.

SILVEIRA, R. M; RESGALLA Jr. C. Avaliação da qualidade do sedimento do estuário do Rio Itajaí-Açu, Saco da Fazenda e região costeira adjacente mediante o uso de testes de toxicidade. In: Branco JO. Lunardon-Branco MJ, Bellotto VR, org. Estuário do Rio Itajaí-Açu, Santa Catarina: caracterização ambiental e alterações antrópicas, **ed Univali**; p. 127-138. 2009.

SIMIER, M., LAURENT, C., ECOUTIN, J. M., ALBARET, J.J. The Gambia River estuary: A reference point for estuarine fish assemblages studies in West Africa. **Estuar. Coast. Shelf Sci**. 69, 615–628. 2006. DOI: [10.1016/j.ecss.2006.05.028](https://doi.org/10.1016/j.ecss.2006.05.028)

SOARES, L. S. Ictiofauna do estuário do rio Paciência, ilha do Maranhão – Brasil: aspectos da diversidade e integridade biótica. Monografia (Curso de Ciências Aquáticas) – Universidade Federal do Maranhão. São Luís, 2007. 67 p.

SOUZA-FILHO, P.W.M. Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação a partir de dados de sensores remotos. **Revista Brasileira de Geofísica**, 23: 427-435. 2005

SOUSA, M. R. J. Comunidade de peixes como indicador de qualidade ambiental na área de influência da indústria ALUMAR, ilha de São Luís – MA.. Monografia (Curso de Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Maranhão. São Luís, 33 p. 2003

SOUSA, E. R.; CASTRO, A. C. L. C.; AZEVEDO, J. W. J.; ARAUJO, G. M. C. Evolução espaço-temporal do uso e cobertura da terra em áreas propostas para a implantação de unidades de conservação no município de Bacabeira-MA. **Espacios**. Vol. 37 (Nº 12). 2016. Disponível: <https://www.revistaespacios.com/a16v37n12/16371227.html>. Acesso em 19 ja.2021.

TEJERINA-GARRO, F.L. MÉRONA, B. D. Flow seasonality and fish assemblage in a tropical river, French Guiana, South America. **Neotro. Ichthy.**, DOI: 8(1): 145-154. 2010

TISCHER, M.; SANTOS, M.C.F. Algumas considerações sobre a ictiofauna acompanhante da pesca de camarões na foz do rio São Francisco (Alagoas/Sergipe - Brasil). **Bol. Tecn. Cient.** Cepene. 2001. 9(1): 155-165.

TITO-MORAIS, A.; TITO-MORAIS, L. he abundance and diversity of larval and juvenile fish in a tropical estuary. **Estuaries and Coasts**. 17(1): 216-225. 1994.

VALENTIN, J. L.; MACEDO-SAIDAH, F. E.; TENENBAUM, D. R. e SILVA, N.L.A. Diversidade específica para análise das sucessões fitoplanctônicas. Aplicação ao ecossistema da ressurgência de Cabo frio (Rio de Janeiro- Brasil). **Nerítica**, 6(1/2) 7–26.1991.

VEIGA, P.; VIEIRA, L.; BEXIGA, C.; SÁ, R., ERZINI, K. Structure and temporal variations of fish assemblages of the Castro Marim salt marsh, southern Portugal. 2006. **Estuar. Coast. Shelf Sci.** 70, 27–38. DOI: [10.1016/j.ecss.2006.05.037](https://doi.org/10.1016/j.ecss.2006.05.037).

VIANA, A. P.; LUCENA FRÉDOU, F.; FRÉDOU, T.; TORRES, M. F.; BORDALO, O. Fish fauna as an indicator of environmental quality in an urbanised region of the Amazon estuary. **Journal of Fish Biology**, vol. 76, no. 3, p. 467-486. 2012. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.2009.02487.x>. Acesso em 06 de mar.2021.

VILAR, C. C.; SPACH, H. L.; JOYEUX, J. C. Spatial and temporal changes in the fish assemblage of a subtropical estuary in Brazil: environmental effects. **Journal of the Marine Biological Association of United Kingdom** 91(3):635-648. 2011.

WAKEFIELD, C.B., LEWIS, P.D., COUTTS, T.B., FAIRCLOUGH, D. V., LANGLOIS, T. Fish Assemblages Associated with Natural and Anthropogenically-Modified Habitats in a Marine Embayment: Comparison of Baited Videos and Opera-House Traps. **PLoS One**. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0059959>. Disponível: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0059959>. Acesso em 07 mar. 2021.

APÊNDICE A –Algumas espécies de peixes presentes durante as amostragens efetuadas ao longo das 14 amostragens no estuário do rio perizes.

Fonte: Relatório Final do Projeto: Biot Aquática do Estuário do rio Perizes (MA): Dinâmica Ambiental, Composição, Abundância e Diversidade das Comunidades do Plâncton, Bentos e Peixes. (CASTRO et al., 2019)

