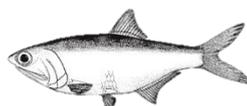




UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA

LOUISE THUANE BARRETO DE LIMA

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE PEIXES ESTUARINOS NO LITORAL
AMAZÔNICO BRASILEIRO**



SÃO LUÍS/ MA

2018

LOUISE THUANE BARRETO DE LIMA

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE PEIXES ESTUARINOS NO LITORAL
AMAZÔNICO BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal do Maranhão, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Oceanografia.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luiz Silva Nunes

SÃO LUÍS/ MA

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

Lima, Louise Thuane Barreto de.

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE PEIXES ESTUARINOS NO LITORAL
AMAZÔNICO BRASILEIRO / Louise Thuane Barreto de Lima. -
2018.

57 f.

Orientador(a): Jorge Luiz Silva Nunes.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em
Oceanografia, Universidade Federal do Maranhão, São Luís,
2018.

1. Espécies estuarinas. 2. Golfão Maranhense. 3.
Peixes juvenis. 4. Variáveis ambientais. I. Nunes, Jorge
Luiz Silva. II. Título.

LOUISE THUANE BARRETO DE LIMA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal do Maranhão, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Oceanografia pela Banca examinadora composta pelos membros:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jorge Luiz Silva Nunes- Orientador
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Prof. Dr. Felipe Polivanov Ottoni
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

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

Aprovada em: 21/03/ 2018

Local de Defesa: Sala de aula de Pós-Graduação em Oceanografia

Dedico este trabalho a minha família e amigos.

“Ninguém conhece as suas próprias capacidades enquanto não as colocar à prova”.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, por todas as bênçãos alcançadas, por sempre segurar minha mão e nunca me deixar desistir, nem que o motivo fosse saudades de casa, por ter me dado à oportunidade de conhecer novas pessoas, nova cultura, novos costumes, além do ganho de experiência profissional e pessoal.

A Universidade Federal do Maranhão - UFMA, Ao Departamento de Oceanografia Limnologia – DEOLI/UFMA, pelas oportunidades proporcionadas, especialmente ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia- PPGOceano, ao Laboratório Organismos Aquáticos – LabAqua e Laboratório de Ecologia e Sistemática de peixes pelo espaço cedido para a triagem do material.

Ao Professor Dr. Jorge Luiz Silva Nunes (UFMA), pelo apoio desde o primeiro e-mail, no qual decidir deixar a minha cidade Natal, para correr atrás do título de Mestre em São Luís. Obrigada pela recepção, estímulo, amizade e confiança.

A FAPEMA, pelo incentivo a pesquisa, apoio financeiro ao projeto e pela bolsa concedida para realização deste trabalho.

A minha base para todo sempre, meus pais, Francisco Canindé de Lima e Edileuza Barreto S. de Lima e mina irmã, Maria Helena Barreto de Lima, que sofreram com minha ausência de quase dois anos, mas que nunca deixaram faltar amor, carinho, estímulo e determinação que me conduziram até este momento de sucesso.

A toda minha família, tio (a), avó (ô), padrinho, madrinha, primos (a) pelo estímulo para sempre continuar estudando e se dedicar para alcançar os objetivos.

Aos meus amigos Erenilson e Philipe que no primeiro momento me acolheram, me ensinaram como andar na cidade e se tornaram irmãos. A Danielle que não foi só importante em uma informação na primeira vez que peguei um ônibus em São Luís, mas que se tornou uma amigona, e posteriormente pude dividir apartamento, juntamente com sua prima Larisse, juntas formamos um trio no qual, partilhamos responsabilidades, brincadeiras, conversas e conselhos.

A Larisse que se tornou uma parceira para todos os momentos e ao seu irmão Leonardo, que sempre me ajudava. E a todos da família Cunha que sempre me acolheram de braços abertos.

Ao Leonardo Manir e Fernanda Freire, que foram muito mais do que meus estagiários, foram companheiros de longas jornadas de trabalho no laboratório, com a triagem de todo material, e aos demais amigos da equipe de Laboratório: Ananda, João, Beldo, Laurent, Thamiris e Kelly por compartilharem experiências, brincadeiras, conversas, risos e lanches.

A todos os meus amigos da turma de mestrado em Oceanografia e em especial aos meus companheiros de sempre: Regiane, Rayone, Saulo e Fábio sem esquecer da Ronessa por todos os momentos, desde aperreio de trabalhos, até aos almoços, churrascos e comemorações no Reviver.

Mais uma vez gostaria de mencionar vocês, Regiane e Rayone que foram meu porto seguro em todos os momentos. Tornou-se muito mais que amigos, meus irmãos que quero levar para vida toda, obrigado por estarem comigo na alegria e na tristeza.

Aos demais que conheci na ilha, Jhonatan, Uvilson, Inaldo, Paulo, Wanilla por serem minha alegria em todos os momentos, obrigada por todo carinho e amizade construída.

A todos os meus amigos de Natal/RN que sempre torceram pelo meu sucesso e suportaram minha ausência, por não terem me abandonado mesmo estando a km de distância, em especial a Fabricia, Fabyola, Yasmin, Lucas, Isabelle e Thiago pelo incentivo e esperança da realização deste trabalho.

Ao Marcelo, meu “Best” que foi presente da graduação, a melhor coisa é saber que nossa parceria em trabalhos acadêmicos funciona mesmo de longe, a gente está sempre conectados nem que seja no “whatsAapp”, até nas madrugadas discutindo nossas dissertações. Obrigada por sempre está do meu lado, por me ajudar em tudo sem medir esforços, principalmente nos dias que antecedeu a finalização desta dissertação.

A todos os co-autores do artigo por todo auxílio, paciência e contribuição na realização deste trabalho.

Por fim, como diria um autor desconhecido: Não existe triunfo sem perda, não há vitória sem sofrimento e nem liberdade sem sacrifício. A vitória pertence aquele que acredita nela por mais tempo. Cada minuto que passa é uma nova chance para mudar tudo para sempre. Lembre-se que o mundo está nas mãos daqueles que tem coragem de viver seus sonhos. Cada vez que vencemos um obstáculo, descobrimos que valeu a pena. Não há nada impossível, porque os sonhos de ontem são as esperanças de hoje e podem converter-se em

realidade amanhã. Alcançar o sucesso na vida é a capacidade de enfrentar o fracasso sem perder o entusiasmo. Existe tempo para tudo, só basta acreditar que podemos ser capazes”.

A todos da UFRN ou UFMA, Natal ou São Luís, afinal agora tenho duas casas, duas cidades e um coração dividido. A todos vocês que de alguma forma torceram e se fizeram presente na minha jornada, muito obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	I
LISTA DE TABELAS.....	II
APRESENTAÇÃO	12
REFERÊNCIAS	14
CAPÍTULO I	
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE PEIXES ESTUARINOS DO LITORAL AMAZÔNICO BRASILEIRO	16
ABSTRACT	18
RESUMO.....	19
INTRODUÇÃO	20
MATERIAL E MÉTODOS	22
RESULTADOS	28
DISCUSSÃO	46
REFERÊNCIAS	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Pontos de coleta em onze estuários pertencentes às baías de São José, Arraial e São Marcos do Golfão Maranhense.

Figura 2. Distribuição dos índices ecológicos: A) Diversidade de Shannon_ (H); B) Riqueza de Margalef; C) Equitabilidade de Pielou (J') para cada estuário.

Figura 3. Distribuição e abundância das espécies de peixes no Golfão Maranhense. (A) *Stellifer rastrifer*, (B) *Cathorops spixii*, (C) *Aspredinichthys filamentosus*, (D) *Aspredinichthys tibicen*, (E) *Stellifer naso*, (F) *Pseudauchenipterus nodosus*, (G) *Cetengraulis edentulus*, (H) *Cathorops sp.*, (I) *Aspredo aspredo*, (J) *Sciades proops*.

Figura 4. Representação da classe de comprimento das dez espécies de peixes mais abundantes capturadas nos estuários do Golfão Maranhense. (A) *Stellifer rastrifer*, (B) *Cathorops spixii*, (C) *Aspredinichthys filamentosus*, (D) *Aspredinichthys tibicen*, (E) *Stellifer naso*, (F) *Pseudauchenipterus nodosus*, (G) *Cetengraulis edentulus*, (H) *Cathorops sp.*, (I) *Aspredo aspredo*, (J) *Sciades proops*.

Figura 5. Diagrama de análise de Correspondência Canônica (CCA) para a relação entre as dez espécies de peixes mais abundantes com as variáveis ambientais.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Abundância das espécies amostradas no Golfão Maranhense. Sert = Sertãozinho; Anaj = Anajatuba; Ribe = Ribeira; Geni = Geniparana; Samp = Sampaio; Peri = Perizes; Tibi = Tibiri; Buai = Buenos Aires; Rian = Rio Anil; Tron = Tronco; Baix= Baixa.

Tabela 2. Média e Desvio Padrão dos parâmetros ambientais para cada um dos estuários do Golfão Maranhense.

Tabela 3. Relação de resultados estatísticos ANOVA one-Way e Kruskal-Wallis para variáveis ambientais entre os estuários. * valor significativo ($p < 0,05$).

APRESENTAÇÃO

Os estuários são considerados um sistema aquático semi-fechado influenciado tanto por massas d'água marinhas, quanto por descargas de água doce das bacias de drenagem do continente (Miranda et al., 2002; Begon et al., 2006; Castillo-Rivera, 2013). Esses ecossistemas provêm o sustento de grande parte da biodiversidade do planeta, por funcionarem como sítio de alimentação, reprodução e abrigo para inúmeras espécies aquáticas (Day Jr. et al., 2013).

Os peixes são os vertebrados mais numerosos no ambiente aquático, constituindo um grupo de grande importância ecológica e econômica (Nelson et al., 2016), pois sua variedade de hábitos, nichos e formas os tornam um grupo essencial para compreender a ecologia do ecossistema (Christensen & Pauly, 1993; Gerking, 1994; Mumby et al., 2004). As comunidades de peixes também são conhecidas pelo seu papel indicador de degradação do habitat, contaminação ambiental e produtividade do ecossistema como um todo, sendo fundamentais para entender a dinâmica de distribuição de acordo com fatores ambientais (Asha et al., 2015).

Um dos principais determinantes da composição das assembleias de peixes são as variáveis ambientais (Henriques et al., 2017). Dentre eles, a salinidade está entre os principais responsáveis, devido diferenças na capacidade osmorregulatória apresentadas pelas espécies de peixes nos estuários (Blaber, 2002; Barletta et al., 2010). Além disso, a seleção de um habitat específico para os peixes dentro do estuário pode estar relacionado com a disponibilidade de recursos, abundância de predadores e presas (Potter et al., 2015; Whitfield, 2015; Henriques et al., 2017).

Portanto, a variação na abundância de espécies nas assembleias de peixes está relacionada com as respostas das condições ambientais e bióticas que permitem a coexistência por meio da partição de nicho (Shimadzu et al., 2013). A segregação espacial das espécies nas assembleias é um indicativo de como as espécies podem coexistir dentro de um habitat, pois corresponde a uma característica do uso de habitat bem definido nos estuários. Deste modo, esse componente segregativo é de extrema importância para se compreender como ocorre a distribuição espacial das espécies (Gregorius, 2014).

Estudos tem sido realizado em diversos estuários do Litoral Amazônico com intuito de identificar os fatores e determinar o padrão de distribuição dessas assembleias (Barletta et

al., 2003; Pinheiro-Júnior et al., 2005; Isaac-Nahum, 2006; Barros et al., 2011). Portanto, esses estudos se fazem necessários para compreensão dos mecanismos ecológicos e a seleção de habitat por peixes.

Desta maneira, esta dissertação é constituída por capítulo único com o intuito de compreender como as espécies de peixes estão distribuídas nos estuários do Golfão Maranhense, pertencente ao Litoral Amazônico brasileiro. Tendo três objetivos específicos: 1) Descrever a composição das espécies de peixes nos estuários estudados; 2) Caracterizar a distribuição das espécies no Golfão Maranhense, Litoral Amazônico brasileiro; 3) Verificar a preferência de habitat das espécies de peixes nos estuários estudados. O manuscrito é intitulado: **DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE PEIXES ESTUARINOS NO LITORAL AMAZÔNICO BRASILEIRO** e será submetido à revista científica *Estuarine, Coastal and Shelf Science* classificada como Qualis B1 em Geociências.

REFERÊNCIAS

- Asha, C. V, Cleetus, R.I., Suson, P.S., Nandan, S.B., 2015. Environmental factors structuring the fish assemblage distribution and production potential in Vembanad estuarine system, India. *Int. J. Mar. Sci.* 5, 1–13. <https://doi.org/10.5376/ijms.2015.05.0023>
- Barletta, M., Barletta-Bergan, A., Saint-Paul, U., Hubold, G., 2003. Seasonal changes in density, biomass, and diversity of estuarine fishes in tidal mangrove creeks of the lower Caeté Estuary (northern Brazilian coast, east Amazon). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 256, 217–228. <https://doi.org/10.3354/meps256217>
- Barletta, M., Jaureguizar, A.J., Baigun, C., Fontoura, N.F., Agostinho, A.A., Almeida-Val, V.M.F., Val, A.L., Torres, R.A., Jimenes-Segura, L.F., Giarrizzo, T., Fabré, N.N., Batista, V.S., Lasso, C., Taphorn, D.C., Costa, M.F., Chaves, P.T., Vieira, J.P., Corrêa, M.F.M., 2010. Fish and aquatic habitat conservation in South America: A continental overview with emphasis on neotropical systems. *J. Fish Biol.* <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2010.02684.x>
- Barros, D. de F., Torres, M.F., Frédou, F.L., 2011. Ictiofauna do estuário de São Caetano de Odivelas e Vigia (Pará, Estuário Amazônico). *Biota Neotrop.* 11, 367–373. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032011000200035>
- Begon, M., Townsend, C.R., Harper, J.L., 2006. *Ecology: from individuals to ecosystems, Ecological Applications.*
- Blaber, S.J.M., 2002. “Fish in hot water”: The challenges facing fish and fisheries research in tropical estuaries. *J. Fish Biol.* 61, 1–20. <https://doi.org/10.1006/jfbi.2002.2038>
- Castillo-Rivera, M., 2013. Influence of Rainfall Pattern in the Seasonal Variation of Fish Abundance in a Tropical Estuary with Restricted Marine Communication. *J. Water Resour. Prot.* 5, 311–319. <https://doi.org/10.4236/jwarp.2013.53A032>
- Christensen, V & Pauly, D., 1993. *Trophic Models of Aquatic Ecosystems.*
- Day, JR., Lane, R., Moershaecher, M., Delaune, R., Mendelssohn, I., Baustian J., Twilley, R., 2013. *Estuaries and coasts.*
- Gerking, S.D., 1994. *Feeding Ecology of Fish, Trends in Ecology & Evolution.*

[https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)89043-6](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)89043-6)

- Gregorius, H.R., 2014. Partitioning of diversity: The “within communities” component. *Web Ecol.* 14, 51–60. <https://doi.org/10.5194/we-14-51-2014>
- Henriques, S., Cardoso, P., Cardoso, I., Laborde, M., Cabral, H.N., Vasconcelos, R.P., 2017. Processes underpinning fish species composition patterns in estuarine ecosystems worldwide. *J. Biogeogr.* 44, 627–639. <https://doi.org/10.1111/jbi.12824>
- Isaac-Nahum, V.J., 2006. Exploração e manejo dos recursos pesqueiros do litoral amazônico: um desafio para o futuro. *Cienc. Cult.* 58, 33–36.
- Miranda, L. B., Castro, B. M. & Kjerfve, B., 2002. Princípios de oceanografia física de estuários., Edusp. ed.
- Mumby, P.J., Edwards, A.J., Arias-González, E., Lindeman, K.C., Blackwell, P.G., Gall, A., Gorczynska, M., Harborne, A.R., Pescod, C.L., Renken, H., Wabnitz, C.C., Llewellyn, G., 2004. Mangrove enhance the biomass of coral reef fish communities in the Caribbean. *Nature* 427, 533–536.
- Nelson, J.S., Grande, T.C., Wilson, M.V.H., 2016. *Fishes of the world*, 5th Edition, John Wiley and Sons, Hoboken. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/9781119174844>
- Pereira, R.C., Soares-Gomes, A., 2002. *Biologia Marinha*. *Biologia (Bratisl)*, 382.
- Pinheiro-Júnior, J. de R., Castro, A.C.L., Gome, L.N., 2005. Estrutura da comunidade de peixes do estuário do rio anil , ilha de são luís , maranhão. *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, 29–37.
- Potter, I.C., Tweedley, J.R., Elliott, M., Whitfield, A.K., 2015. The ways in which fish use estuaries: A refinement and expansion of the guild approach. *Fish Fish.* 16, 230–239. <https://doi.org/10.1111/faf.12050>
- Shimadzu, H., Dornelas, M., Henderson, P.A., Magurran, A.E., 2013. Diversity is maintained by seasonal variation in species abundance. *BMC Biol.* 11, 0–9. <https://doi.org/10.1186/1741-7007-11-98>
- Whitfield, A.K., 2015. Why are there so few freshwater fish species in most estuaries? *J. Fish Biol.* 86, 1227–1250. <https://doi.org/10.1111/jfb.12641>

CAPÍTULO 1

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE PEIXES ESTUARINOS NO LITORAL AMAZÔNICO BRASILEIRO

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE PEIXES ESTUARINOS NO LITORAL
AMAZÔNICO BRASILEIRO**

Louise Thuane B. Lima^a & Jorge Luiz S. Nunes^b

^a – Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Maranhão, Avenida dos Portugueses s/n, 65080040, São Luís, MA, Brasil.

^b – Laboratório de Organismos Aquáticos, Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Maranhão, Avenida dos Portugueses s/n, 65080040, São Luís, Maranhão, Brasil.

ABSTRACT

Estuaries as freshwater and marine interactive ecosystems comprise important zones for refuge, growth and development of fish and other animals. This study was conducted concerning the estuarine ichthyofauna spatial distribution from Brazil's Amazonian coast at the Gulf of Maranhão. Fish sampling was carried out using trawl net with 6.0m long by 3.0m wide and 1cm mesh size between knots. For each trawling, the mean distance traveled was 300m at an average depth of 5.8 meters with an estimated duration of 5 minutes each, totaling 132 samplings. Afterwards each trawling, fish were placed into tagged plastic bags under refrigeration and transported to the laboratory. A total of 4,400 fish, belonging to 11 orders, 23 families and 66 species were collected. Ten species contributed to more than 82% from the total sampling. Orders Siluriformes and Perciformes were the most representative with 84.9%, while species of Scianidae and Ariidae were the most numerous. Small individuals were predominant in the captures, suggesting that estuaries may work as nursery areas for several species at juvenile stages. Analyzing environmental parameters it was demonstrated that the Gulf of Maranhão is stratified, comprising heterogeneous habitats. The canonic correspondence analysis (CCA) indicated that temperature, dissolved oxygen, and total suspended solids were the most important environmental parameters affecting fish distribution. Therefore, the observed pattern for the estuarine fish community structure seems to be strongly influenced by fish physiological responses as function of the species plasticity regarding such environmental variations.

Key-words: Gulf of Maranhão, juvenile fish, estuarine species, environmental parameters.

RESUMO

Estuários, como ecossistemas de interação dulcícola e marinha, compreendem importantes zonas de refugio, crescimento e desenvolvimento de peixes e outros animais. Dessa forma um estudo foi realizado sobre a distribuição espacial da ictiofauna estuarina do Litoral Amazônico brasileiro situado no Golfão Maranhense. Para a captura dos peixes foi utilizada uma rede de arrasto de porta (trawnet) com 6,0 m de comprimento, 3,0 m de largura e abertura de malha de 1,0 cm. Para cada arrasto, a distância média percorrida foi de 300 metros com uma profundidade, média de 5,8, os arrastos tiveram uma duração de 5 minutos, totalizando 132 amostras. Após as amostragens os peixes foram devidamente colocados em sacos plásticos etiquetados, acondicionados sob refrigeração e encaminhado ao laboratório. Foram coletados 4.400 indivíduos, pertencentes a 11 ordens, 23 famílias e 66 espécies, sendo que dez espécies contribuíram com cerca de 82% do total. Espécies das famílias Scianidae e Ariidae foram as mais numerosas. Registrou-se predominância na captura de indivíduos pequenos, sugerindo que os estuários são áreas de berçário para uma variedade de espécies de peixes em seus estágios juvenis. As variáveis ambientais apresentaram que o Golfão Maranhense é um ambiente estratificado e constituído por habitats heterogêneos. A análise de correspondência canônica (CCA) indicou que a temperatura, oxigênio dissolvido e os sólidos totais em suspensão foram os parâmetros ambientais mais importantes que afetam a distribuição dos peixes. Assim, o padrão observado para a estrutura da comunidade de peixes estuarinos parece ser fortemente influenciado pelas respostas fisiológicas em função da plasticidade que estas espécies possuem a essas variáveis.

Palavras-chave: Golfão Maranhense, peixes juvenis, espécies estuarinas, variáveis ambientais.

1. Introdução

O ambiente estuarino é partilhado pelas espécies de peixes, onde cada um explora de forma diferente para garantir sua coexistência, podendo ser utilizados como áreas de alimentação, crescimento ou para reprodução (Blaber, 2000). Nesses ambientes os parâmetros ambientais podem atuar como limites da distribuição espacial das espécies (Santana et al., 2014).

Alguns autores consideram o gradiente de salinidade como o principal fator, porém dada a sua própria complexidade é difícil definir um único fator que regule a distribuição dos organismos no ambiente estuarino (Whitfield et al., 2012). Desse modo, conhecer os processos que influenciam na distribuição espacial e na escolha de habitats é importante para compreender as estruturação das comunidades de peixes estuarinos (Travers et al., 2010; Giakoumi e Kokkoris, 2013; Wakefield et al., 2013).

A hipótese de que a heterogeneidade de habitat determina o aumento da diversidade, considera que ambientes com esta característica de mosaico disponibilizariam mais recursos, o que acarretaria em maior número de nichos, suportando maior diversidade de espécies do que em ambientes mais simples (McAthur e McAthur, 1961; Tews et al., 2004). Sendo assim, os estuários são conhecidos por apresentarem diversos tipos de habitats, entre eles, manguezais, planícies de maré e banco de fanerógamas que oferecem diversas vantagens para as assembleias de peixes, por exemplo, muitos tipos de habitats funcionam como abrigo para muitas espécies de peixes juvenis, que poderão se proteger contra predadores e ao mesmo tempo encontrar alimento abundante que lhe proporcionará energia suficiente para o crescimento rápido e logo recrutar em outro local (Blaber, 2013; Potter et al., 2015).

Além disso, os estuários podem ser considerados como ambientes seletivos, pois são capazes de excluir espécies inaptas para suportar as condições de um dado local (Kraft et al., 2015). Assim, as espécies que alcançam o sucesso em um determinado habitat são capazes de tolerar e compartilhar condições ambientais similares (Mouillot et al., 2007; Kraft et al., 2015). Outro fator que pode ser considerado na regulação da abundância de espécies é a interação por competição para espécies com características similares (Webb et al., 2002). Com isso, o conjunto de características dos habitats e as interações biológicas também podem ser considerados fortes influenciadores da estrutura da comunidade (Webb et al., 2002; Mouillot et al., 2007).

O Litoral Amazônico brasileiro possui características meteorológicas e oceanográficas peculiares quando comparadas a outras regiões costeiras do Brasil, apresenta regime de macromarés, extensa área de manguezais, a presença de centenas de estuários e descarga de inúmeros rios que depositam elevada carga de nutrientes e matéria orgânica (Rockwell Geyer et al., 1996; Santos et al., 2008; Pereira et al., 2009). Esses atributos confere a este sistema uma grande importância, as quais influenciam a composição das comunidades de peixes nos ambientes marinhos adjacentes (Akin et al., 2003).

Assim, avaliar a importância dos ambientes estuarinos para as espécies de peixes de interesse ecológico e comercial é fundamental para a distribuição da ictiofauna e suas fases iniciais, a fim de compreender a utilização dos estuários ao longo do seu ciclo de vida. Apesar de existir alguns trabalhos sobre os peixes estuarinos no Golfão Maranhense (Martins-Juras et al., 1987; Pinheiro-Júnior et al., 2005; Carvalho-Neta e Castro, 2008; Silva Junior et al., 2013) todos foram realizados visando apenas composição ou estrutura das assembleias de peixes.

Portanto, diante do contexto da distribuição dos peixes o presente estudo tem o objetivo de verificar se há efeito da heterogeneidade de habitat na distribuição das espécies de peixes juvenis e/ou de pequeno porte nos estuários localizados no Golfão Maranhense.

2. Materiais e métodos

2.1 Área de estudo

O Golfão Maranhense está localizado no extremo oriental Litoral Amazônico brasileiro, sendo constituído pelas baías de São José, São Marcos e Arraial situadas ao norte do Estado do Maranhão (Figura 1). Esta região faz parte de uma zona costeira que apresenta cerca de 5.414 km² de manguezais (Souza Filho, 2005). Como ambiente costeiro, resulta da projeção de águas do Oceano Atlântico sul sobre o continente, avançando sobre vales fluviais convergentes. Da interação entre as águas do oceano com as águas da drenagem fluvial resulta um caráter tipicamente estuarino. Este aspecto é atribuído em partes às diversas características da linha de costa, à altas taxas de precipitação, bem como as altas amplitudes de maré, caracterizado por macromaré semidiurna, com variações médias de 4 a 7m (Kjerfve & Lacerda, 1993). Além disso, as condições climáticas apresentadas no Litoral Amazônico brasileiro configuram uma região com clima tropical úmido, com médias pluviométricas elevadas entre 1600-2000mm, temperatura média de 24°C e duas estações bem definidas: chuvosa e seca (Stride, 1992).

2.2 Amostragem

As coletas foram realizadas em 11 estuários do Golfão Maranhense localizados nas baías de São José, Arraial e São Marcos (Figura 1). Para a captura dos peixes foi utilizada uma rede de arrasto de porta (trawnet) com 6,0 m de comprimento, 3,0 m de largura e abertura de malha de 1,0 cm. Para cada arrasto, a distância média percorrida foi de 300 metros com uma profundidade, média de 5,8 m; os arrastos tiveram uma duração de 5 minutos, totalizando 132 amostras. Após as amostragens os peixes foram devidamente colocados em sacos plásticos etiquetados e acondicionados sob refrigeração e encaminhado ao laboratório.

Os dados ambientais seguiram o mesmo procedimento da amostragem dos dados biológicos, sendo que em cada ponto de coleta foi realizada a leitura dos parâmetros abióticos, como temperatura da água (°C), Oxigênio Dissolvido (*OD*, mg L⁻¹); Condutividade (μS cm⁻¹); Potencial Hidrogeniônico (*pH*) e Salinidade por meio de uma sonda multiparâmetro HANNA® HI 98194, enquanto para transparência da água (m) e profundidade (m) foram medidas utilizado o disco de Secchi.

Para a coleta da água utilizou-se uma garrafa oceanográfica do tipo van Dorn, lançada a profundidade de 0,5 m, posteriormente armazenada em quatro frascos de polietileno de 500ml por ponto de coleta (dois frascos para análise de pigmentos clorofilados e dois frascos para análise de TSS/MOS), em seguida foram congelados e armazenados em um refrigerador a temperatura de -20°C.

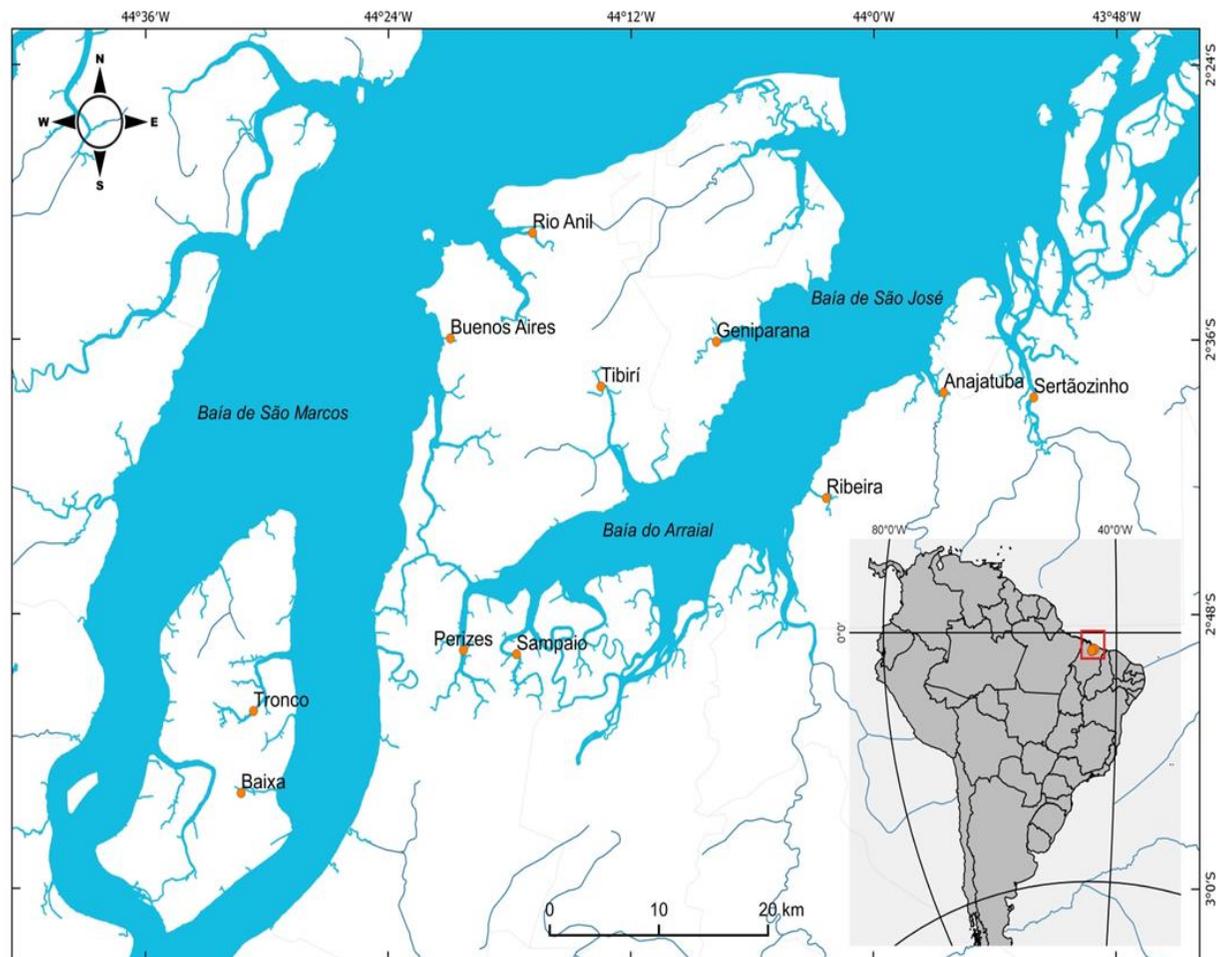


Figura 1. Pontos de coleta nos 11 estuários pertencentes às baías de São José, Arraial e São Marcos do Golfão Maranhense.

2.3 Em laboratório

A identificação dos peixes foi feita com o auxílio de literatura especializada (Carpenter, 2002a; Carpenter, 2002b; Marceniuk, 2005; Marceniuk et al., 2012). Além disso, os exemplares foram pesados em uma balança de precisão e medidos com paquímetro para obtenção do peso total em (g) e do comprimento total em (cm).

As amostragens da água coletada foram processadas de acordo com a metodologia a seguir:

- clorofila- α foi determinada por espectrofotometria na faixa de luz visível, segundo a metodologia sugerida por Jeffrey e Humphrey, (1975) .
- Os Sólidos Totais em Suspensão (TSS) foram determinados por medida gravimétrica, segundo as metodologias descritas em Strickland & Parsons, (1972) e Apha (2001).
- Para a determinação dos nutrientes dissolvidos nas amostras utilizou-se as metodologias de métodos colorimétricos descritas por Grasshof *et al.* (1999). As leituras das absorvâncias do composto foram feitas através do aparelho espectrofotômetro UV-Vis Biospectro® SP-22.

2.4 Análise de dados

A composição da assembleia de peixes foi calculada através do número de indivíduos por estuário, sendo calculados também os índices de diversidade, riqueza e equitabilidade. Para o cálculo da diversidade específica (H') utilizou-se o índice Shannon (1948), estimado através da seguinte equação: $H' = - \sum_i p_i \log (p_i)$, onde: p_i = porcentagem de importância da espécie i na amostra; \log = logaritmo na base 2. O resultado da diversidade é dado utilizando o seguinte critério de classificação (Valentin et al., 1991).

$\geq 3,0$ - alta diversidade

$< 3,0 \geq 2,0$ - média diversidade

$< 2,0 \geq 1,0$ - baixa diversidade

$< 1,0$ - diversidade muito baixa

A riqueza de espécies utilizada foi proposta por Margalef (1958), que se baseia na relação entre o número de espécies identificadas e o número total de indivíduos coletados, calculada pela seguinte expressão: $d = (S-1) / \log N$, onde: S = número total de espécies presentes na amostra; log = logaritmo na base 2; N = número total de indivíduos na amostra. Valores de riqueza maiores que 5,0 significam grande riqueza de espécies (Valentin, et al., 1991).

Para estimar a uniformidade na distribuição dos indivíduos dentre as espécies, foi utilizado o índice de Equitabilidade de Pielou (Pielou, 1969), através da expressão: $J' = H' / \log S$, onde: H' = índice de diversidade de Shannon; S = número de espécies na amostra; log = logaritmo na base 2.

Os resultados da equitabilidade variam de 0 a 1. Quando mais próximo de 0 (zero) mais baixa será a equitabilidade. Os valores acima de 0,5 são considerados significativa e equitativa, configurando uma distribuição relativamente uniforme de todas as espécies na amostra, enquanto ao se aproximar de 1 (um), mais bem distribuídos estarão seus indivíduos dentro das espécies pertencentes à comunidade, indicando elevada equitabilidade.

Para fins da obtenção do padrão de distribuição das espécies, foram plotadas espacialmente as dez espécies mais abundantes nos estuários do Golfão Maranhense, através do programa Quantum GIS versão 2.12.3- Lyon, um sistema de informações geográficas (SIG) de código aberto, utilizando-se fontes vetoriais do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e CPRM (Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais).

Para verificar o uso de habitat foram selecionadas as dez espécies de peixes mais abundantes. Para definir as classes de tamanho mais frequentes foi utilizada a regra de Sturges (1926) ($k = 1 + 3,322(\log_{10} n)$), onde K= número de classes e n = número de indivíduos. A abundância das classes foi visualizada para cada espécie em histogramas, para algumas espécies o número de classe foi maior pelo alto número de indivíduos encontrado.

As médias e desvios padrão foram calculados para todos os parâmetros ambientais de cada estuário, em seguida foi utilizado um teste de normalidade Shapiro-Wilk (W) para verificação da distribuição normal. Para os testes paramétricos foi usado a Análise de Variância - ANOVA monofatorial com uma posterior de Tukey e para os dados não paramétricos foi utilizado a análise de variância de Kruskal-Wallis, com posterior Dunn, ambas análises para

comparação das variáveis abióticas entre os estuários locais. Posteriormente, foi realizada uma Correlação de Spearman para avaliar a relação monotônica entre as variáveis ambientais.

Com a finalidade de analisar a relação entre a composição faunística da comunidade e suas variáveis ambientais nos estuários, foi realizada com as dez espécies mais abundantes do estudo uma análise de correspondência canônica (CCA). Esta técnica de ordenação multivariada auxilia no entendimento de como múltiplas espécies respondem simultaneamente a fatores ambientais, sendo assim descrevem a preferência de habitat das espécies através de diagramas de ordenação (Nuñez-Lara & Arias-González, 1998). As variáveis com relações lineares muito fortes foram excluídas para evitar a degeneração do modelo pela multicolinearidade final na (ACC).

Todas as análises estatísticas foram realizadas com o software R, versão 3.3.2 (2016), utilizando como nível de significância o valor $\alpha= 0,05$.

3. Resultados

Foi amostrado um total de 4.400 exemplares de peixes, divididos em 11 ordens, 23 famílias e 66 espécies (Tabela 1). As famílias Sciaenidae e Ariidae mais numerosas somaram 75%. Apesar de terem sido registradas 66 espécies ao longo dos estuários, cerca de 82% do total das assembleias se concentraram apenas em dez espécies, na sequência de abundância: *Stellifer rastrifer*, *Cathorops spixii*, *Aspredinichthys filamentosus*, *Aspredinichthys tibicen*, *Stellifer naso*, *Pseudauchenipterus nodosus*, *Cetengraulis edentulus*, *Cathorops sp.*, *Aspredo aspredo* e *Sciades proop*.

Nos estuários da baía de São José foram amostrados apenas 80 exemplares de peixes, distribuídos em 12 espécies no estuário Sertãozinho, sendo que *Anchoviella elongata* (39) foi a espécie mais abundante, enquanto para os outros estuários esteve raramente representada. Contudo, não foi contabilizado nenhum indivíduo entre as dez espécies mais abundantes. O estuário Anajatuba apresentou um total de 249 exemplares, distribuídos em 17 espécies, *C. edentulus* foi a espécie mais abundante para esse estuário, com (146) indivíduos capturados. O estuário Ribeira considerado o terceiro mais abundante entre os estuários, teve o registro de 569 exemplares, constituído por 18 espécies. *Stellifer rastrifer* (268) e *P. nodosus* (105) representaram mais da metade da amostra. O estuário Geniparana com apenas 173 indivíduos, foi composta por 28 espécies, porém todas as espécies são constituídas de baixo número de indivíduo, sendo *P. nodosus* (32) a espécie mais abundante.

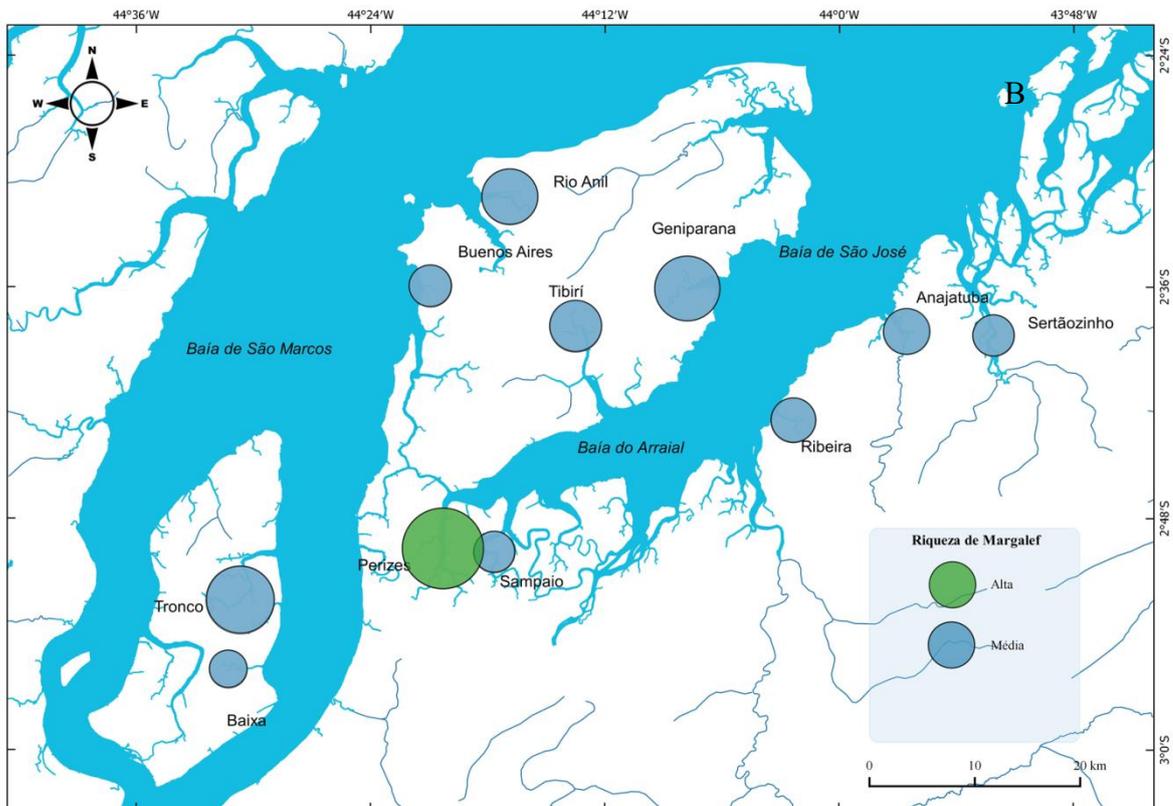
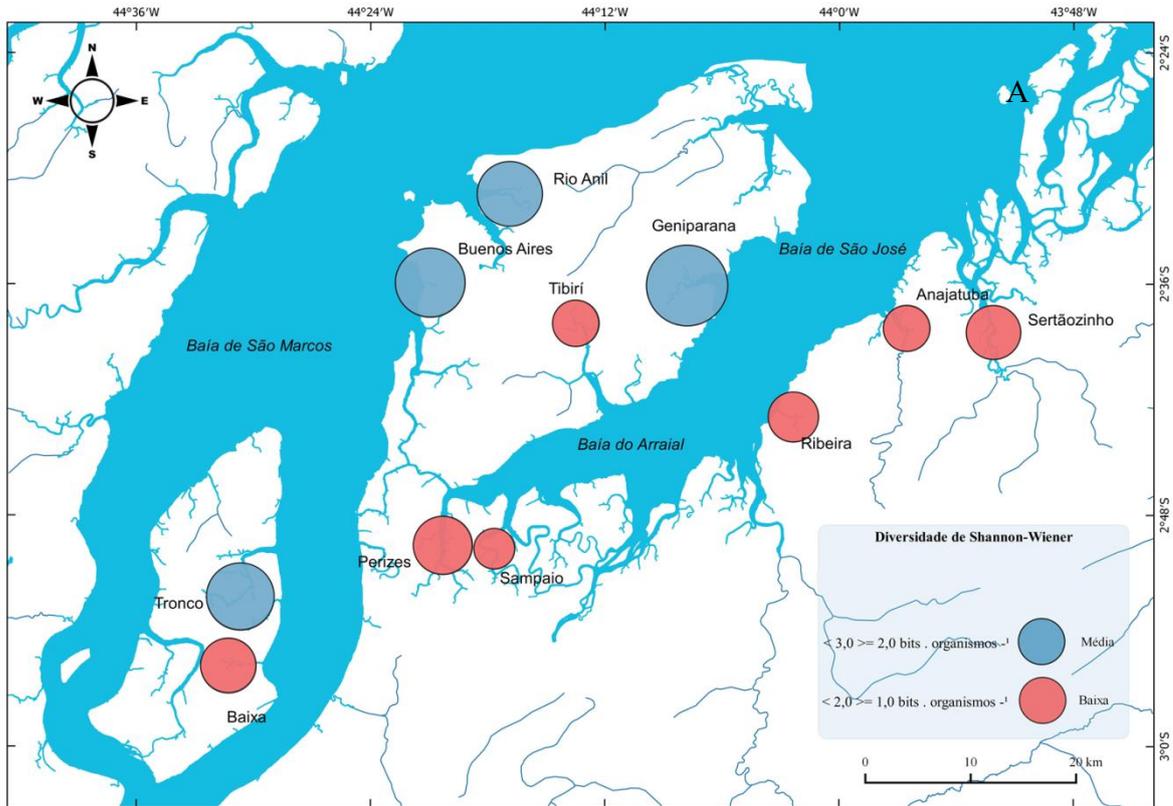
Para os estuários da Baía do Arraial, o estuário Sampaio foi representado por 396 indivíduos e 16 espécies. *S. rastrifer* (204) e *C. spixii* (119) representam 81,56% da composição total para este estuário. O estuário Perizes foi o mais abundante, com 1630 indivíduos e 32 espécies, constituindo um total de 37% do número de peixes capturados neste estudo. As espécies mais abundantes foram *S. rastrifer* (704), *C. spixii* (221), *A. tibicen* (188), *A. filamentosus* (177) e *A. aspredo* (113). Enquanto que o estuário Tibiri teve 342 indivíduos e 18 espécies, onde *S. rastrifer* e *C. spixii* totalizaram 73,7% da abundância de peixes capturados neste estuário.

O estuário Buenos Aires localizado na baía de São Marcos apresentou a segunda menor abundância do estudo, com 65 indivíduos coletados pertencentes a 15 espécies. Para o estuário do Rio Anil foram registrados 145 exemplares e 19 espécies, tendo maior representatividade para espécie *S. naso* (44). O estuário Tronco foi considerado o segundo

estuário mais abundante do estudo, totalizando 725 indivíduos e 30 espécies. Dessa composição, as mais representativas foram *S. rastrifer* (234) e *C. spixii* (104). O estuário Baixa teve o menor número de indivíduos (26) e o menor número de espécies (9) entre todo o estudo.

Beloniformes	Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus roberti</i> (Valenciennes, 1847)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Carangiformes	Carangidae	<i>Chloroscombrus chrysurus</i> (Linnaeus, 1766)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Selene vomer</i> (Linnaeus, 1758)	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
		<i>Caranx</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Oligoplites palometa</i> (Cuvier, 1832)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
		<i>Trachinotus cayennensis</i> Cuvier, 1832	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
		<i>Trachinotus falcatus</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Pleuronectiformes	Bothidae	<i>Trichopsetta</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
	Achiridae	<i>Achirus achirus</i> (Linnaeus, 1758)	0	3	0	0	1	6	2	0	1	2	1
		<i>Achirus lineatus</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0	6	3	0	1	2	0
		<i>Trinectes maculatus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
	Paralichthyidae	<i>Citharichthys</i> sp.	0	2	1	1	1	0	0	0	5	0	0
	Cynoglossidae	<i>Symphurus diomedeanus</i> (Goode & Bean, 1885)	0	0	1	0	0	5	0	2	0	0	0
Scombriformes	Trichiuridae	<i>Trichiurus lepturus</i> Linnaeus, 1758	1	0	1	2	0	0	0	0	1	1	0
Perciformes	Centropomidae	<i>Centropomus parallelus</i> Poey, 1860	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Gerreidae	<i>Eugerres plumieri</i> (Cuvier, 1830)	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
	Haemulidae	<i>Genyatremus luteus</i> (Bloch, 1790)	10	3	7	9	1	1	1	1	12	1	0
	Lutjanidae	<i>Lutjanus alexandrei</i> Moura & Lindeman, 2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moroniformes	Ephippidae	<i>Chaetodipterus faber</i> (Broussonet, 1782)	1	1	6	3	0	0	0	0	4	0	0
Acanthuriformes	Sciaenidae	<i>Cynoscion guatucupa</i> (Cuvier, 1830)	0	0	2	0	2	0	0	6	0	6	0
		<i>Cynoscion jamaicensis</i> (Vaillant & Bocourt, 1883)	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0
		<i>Cynoscion microlepidotus</i> (Cuvier, 1830)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
		<i>Cynoscion similis</i> Randall & Cervigón, 1968	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Cynoscion virescens</i> (Cuvier, 1830)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
		<i>Stellifer naso</i> (Jordan, 1889)	2	32	74	8	27	12	0	6	44	1	0
		<i>Stellifer rastrifer</i> (Jordan, 1889)	8	0	268	0	204	704	132	10	6	234	2
		<i>Stellifer stellifer</i> (Bloch, 1790)	0	0	6	1	0	9	2	0	6	24	0
		<i>Stellifer venezuelae</i> (Schultz, 1945)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0
		<i>Macrodon ancylodon</i> (Bloch & Schneider, 1801)	0	0	1	0	4	28	7	4	0	57	3
		<i>Menticirrhus littoralis</i> (Holbrook, 1847)	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	2
Gobiiformes	Gobiidae	<i>Gobioides broussonnetii</i> Lacepède, 1800	0	0	1	0	0	44	0	0	0	0	0
		<i>Gobionellus oceanicus</i> (Pallas, 1770)	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0
Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil curema</i> Valenciennes, 1836	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	1
		<i>Mugil incilis</i> Hancock, 1830	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Tetraodontiformes	Tetraodontidae	<i>Colomesus psittacus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	0	5	4	16	13	11	0	13	4	34	0
		<i>Lagocephalus laevigatus</i> (Linnaeus, 1766)	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0
		<i>Sphoeroides greeleyi</i> Gilbert, 1900	1	1	2	27	0	0	0	0	1	0	0
	Diodontidae	<i>Chilomycterus antillarum</i> Jordan & Rutter, 1897	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Número de individuos			81	249	569	173	396	1630	342	65	145	725	26
Número de Espécies			12	17	18	28	16	32	18	15	19	30	9

Os estuários Geniparana (2,70), Buenos Aires (2,31) e Tronco (2,25) apresentaram maiores valores para o índice de diversidade, enquanto que Sampaio (1,36) foi considerado o estuário com menor diversidade. O estuário de Perizes (5,3) apresentou maior riqueza de espécies, enquanto o estuário de Baixa (2,45) apresentou o menor valor para riqueza. Buenos Aires (0,85), Baixa (0,84) e Geniparana (0,81) apresentaram maiores valores de equitabilidade e o estuário Sampaio (0,49) o menor valor. Por fim, o índice de diversidade de Shannon-Wiener variou entre a diversidade média e a diversidade baixa; os índices de Riqueza de Margalef e Equitabilidade de Pielou variaram entre alta a média para os estuários amostrados (Figura 2).



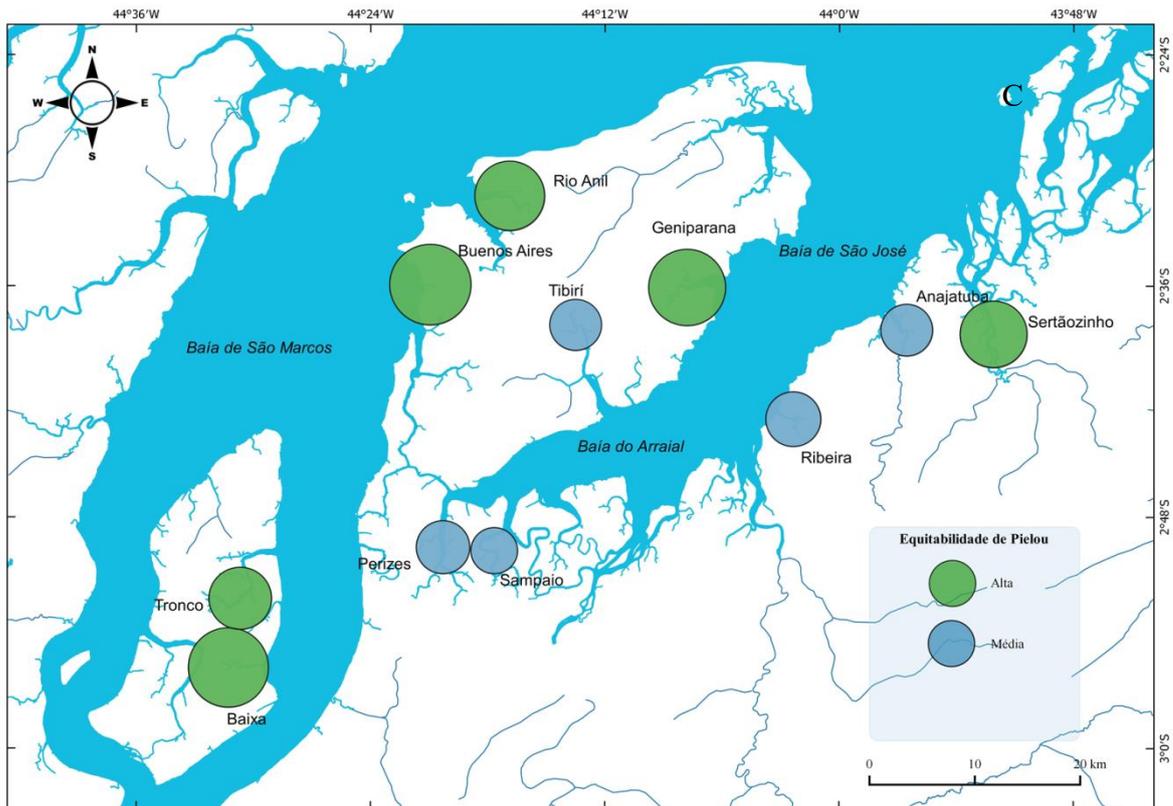
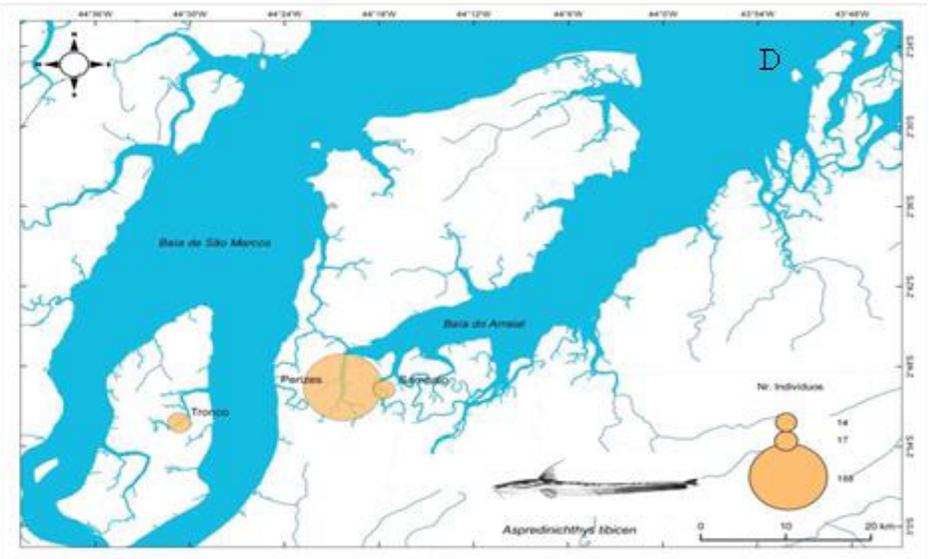
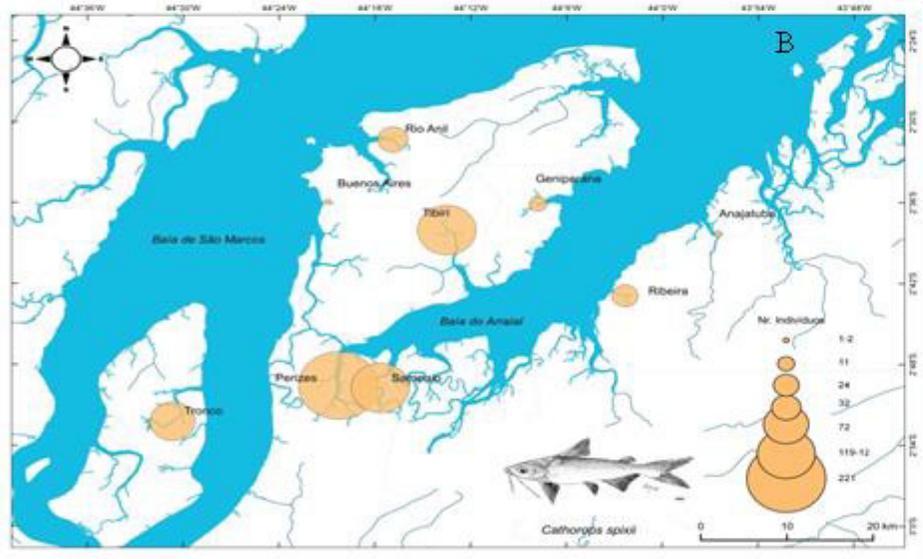
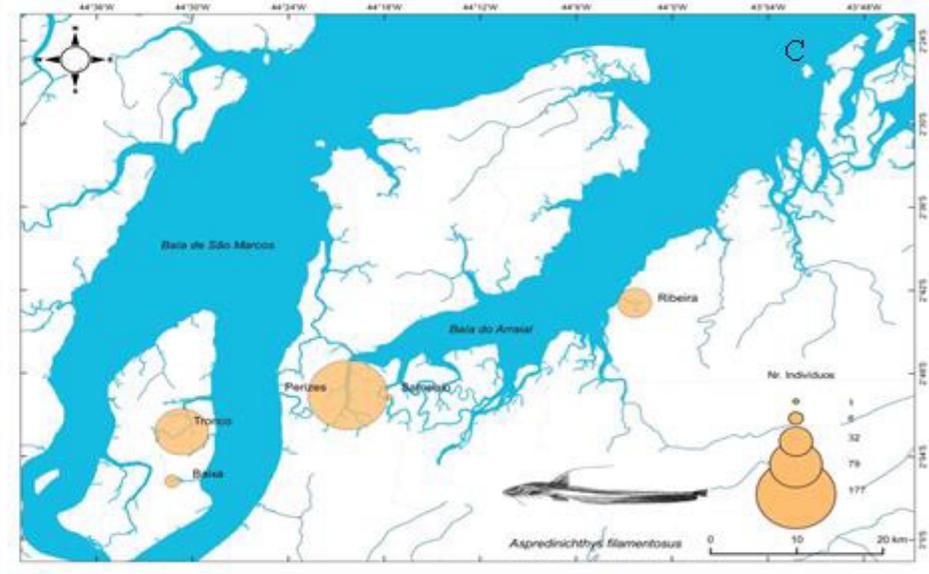
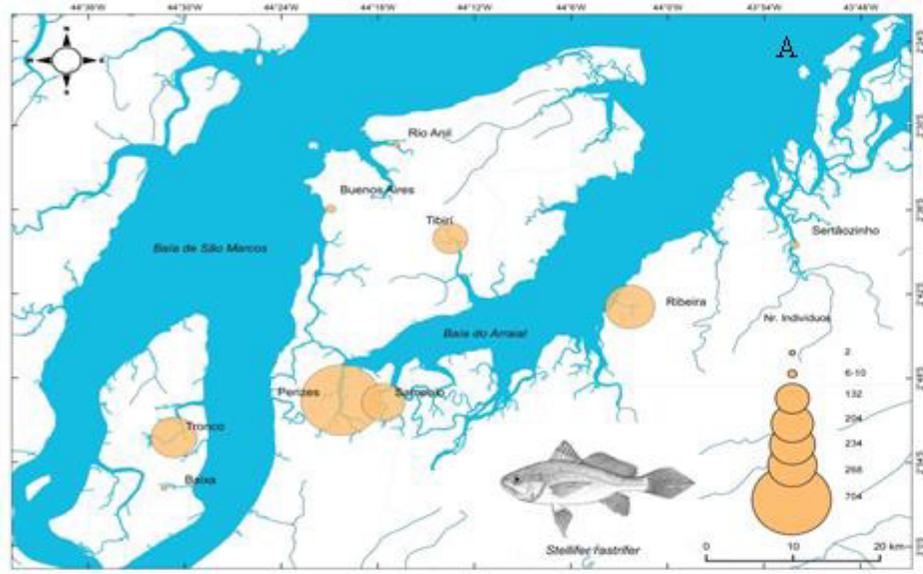
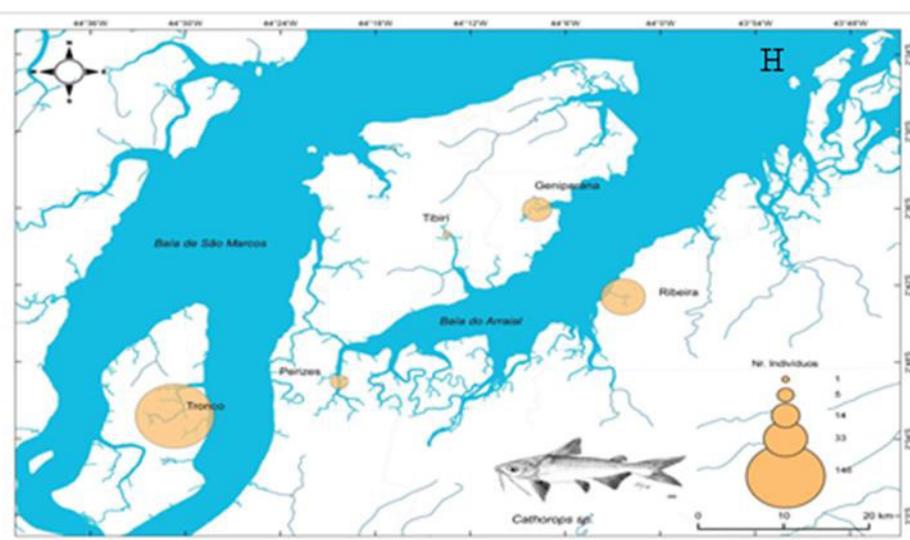
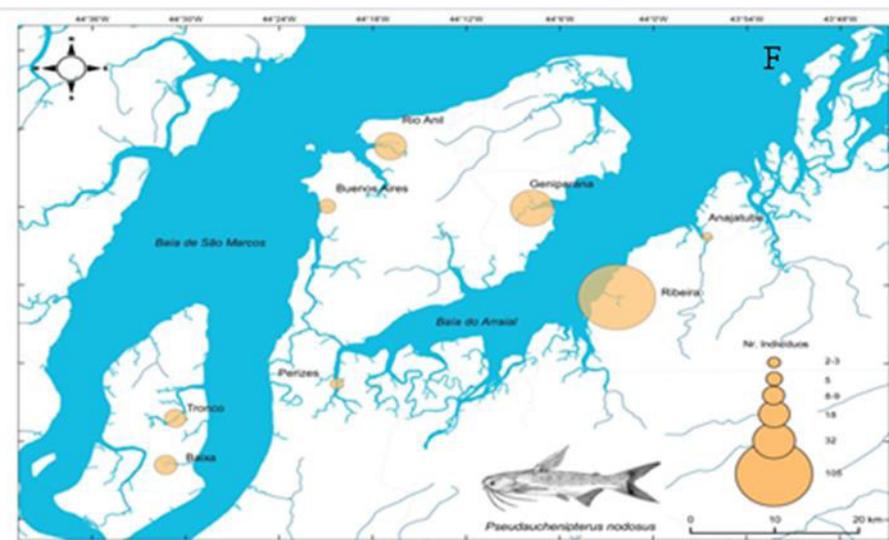
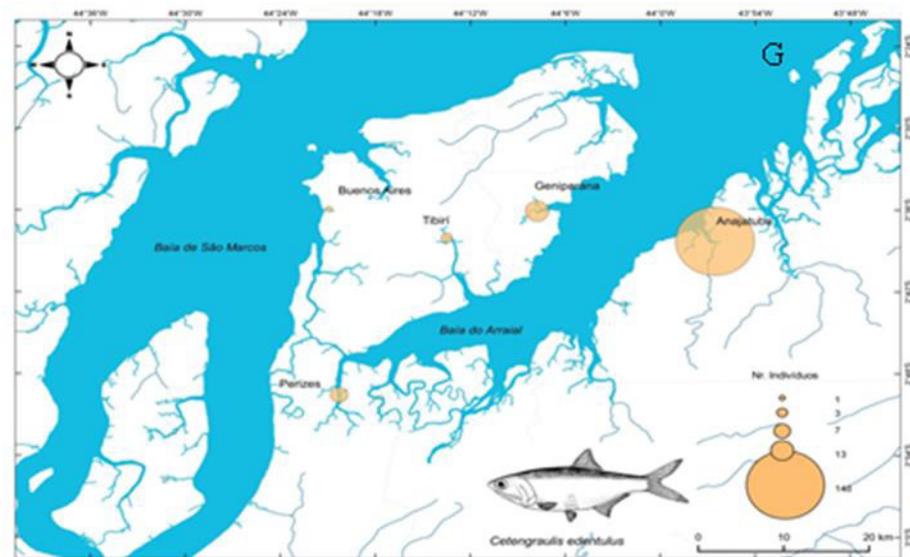
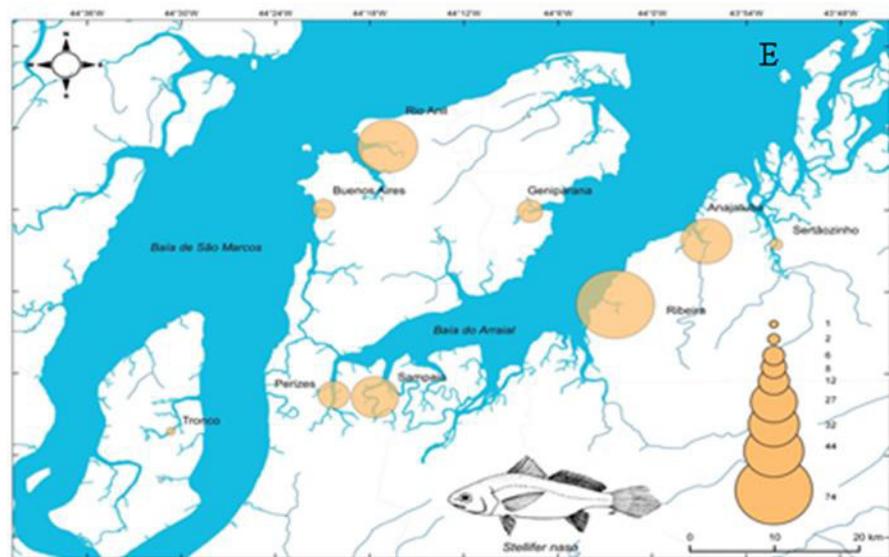


Figura 2. Distribuição dos índices ecológicos: A) Diversidade de Shannon_ (H); B) Riqueza de Margalef; C) Equitabilidade de Pielou (J') para cada estuário.

As dez espécies mais abundantes nos estuários do Golfão Maranhense foram plotadas para compreender o padrão das suas distribuições espaciais nos estuários do Golfão Maranhense. *Stellifer rastriker* e *C. spixii* ocorreram em nove dos onze estuários amostrados, portanto tiveram ampla distribuição em todas as baías. *Aspredinichthys filamentosus* esteve presente em cinco estuários, tendo menor distribuição na baía de São José. A espécie *Aspredinichthys tibicen* só foi encontrada em apenas três estuários, geralmente na baía do Arraial. *Stellifer naso* esteve distribuída por quase todos os estuários. *Pseudachenipterus nodosus* teve maior distribuição na baía de São Marcos. *Cetengraulis edentulus* e *Cathorops sp.*, tiveram representação nos estuários de todas as baías. *Aspredo aspredo* foi encontrado apenas nos estuários da baía do Arraial, enquanto *S. proops* esteve presente nos estuários da baía de São Marcos (Figura 3).





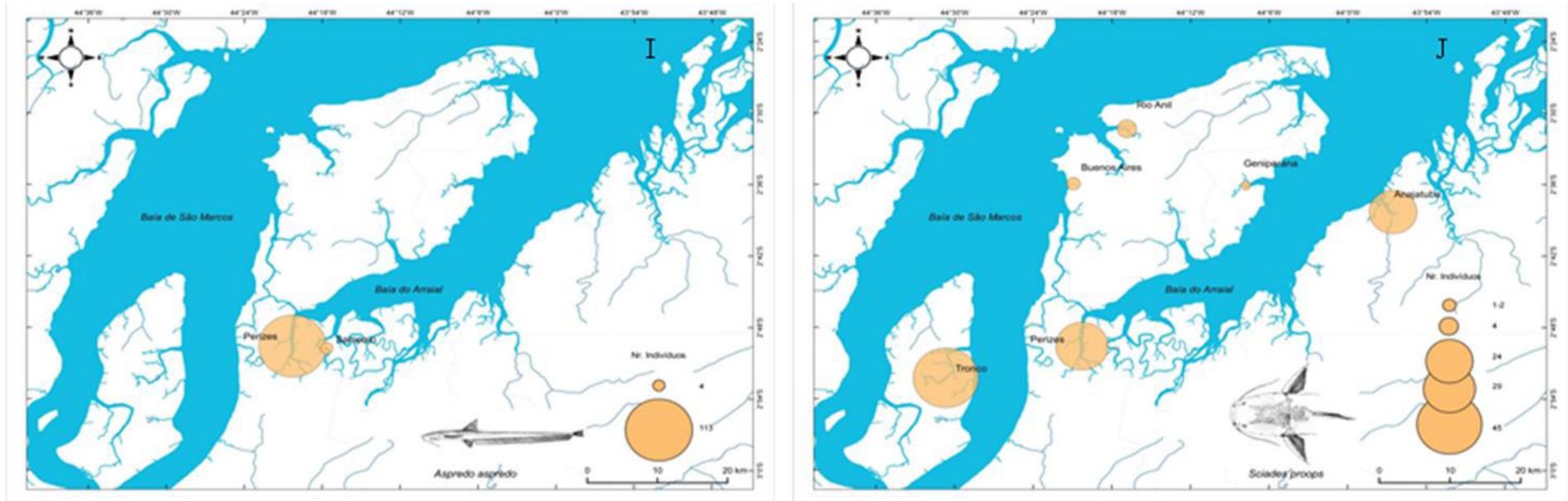
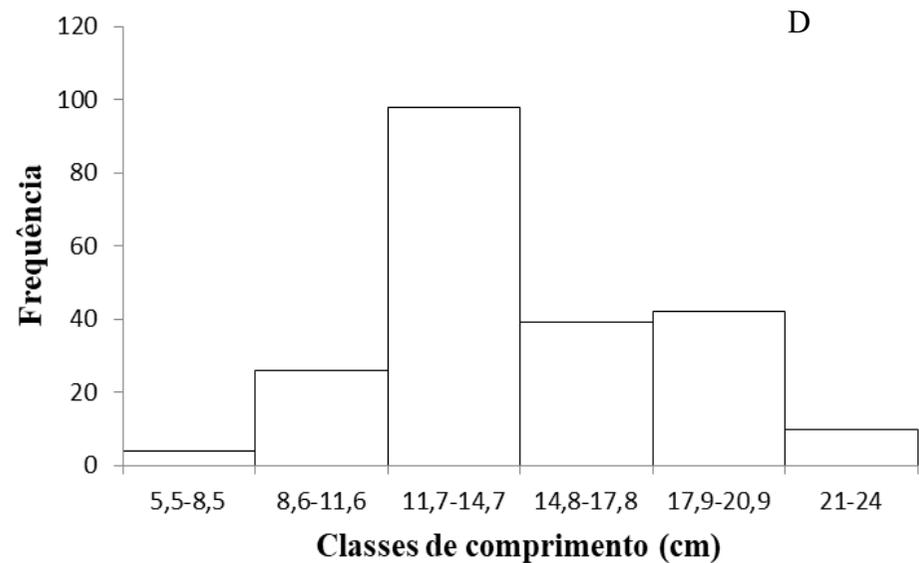
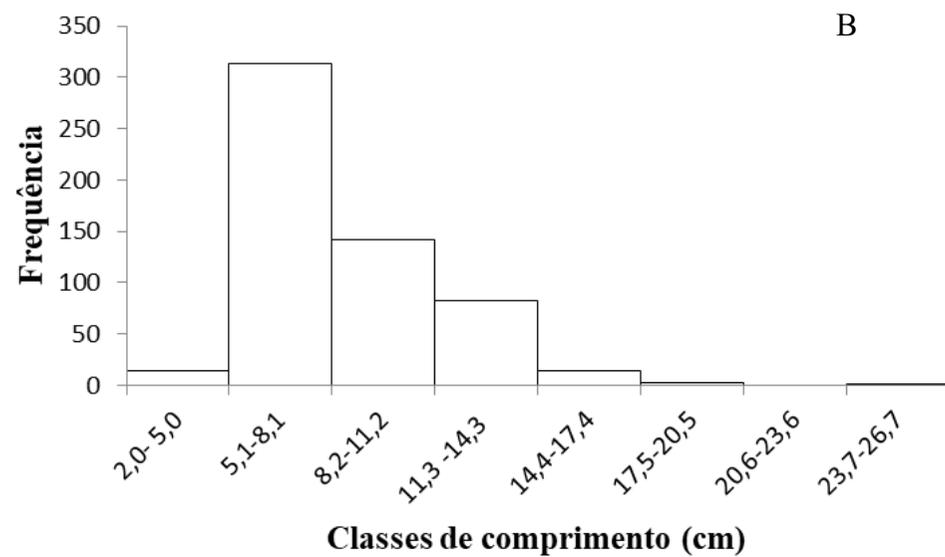
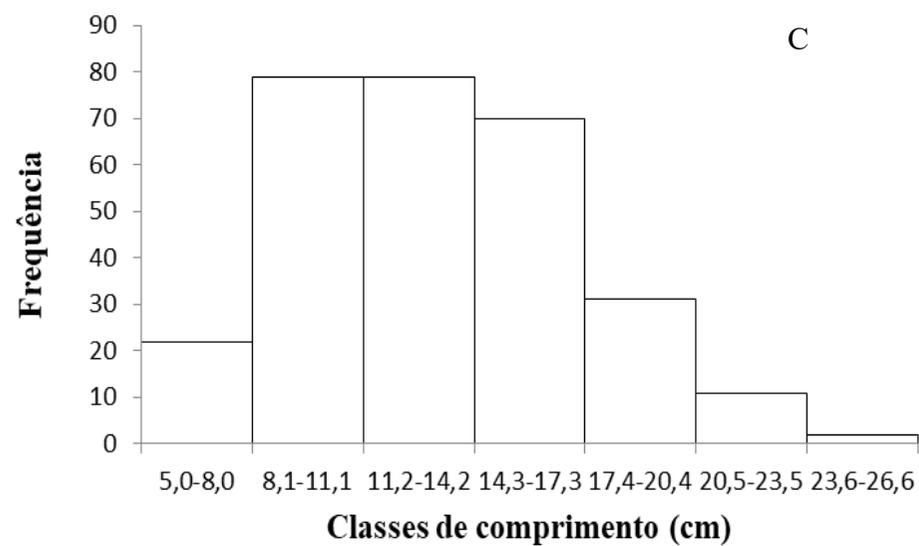
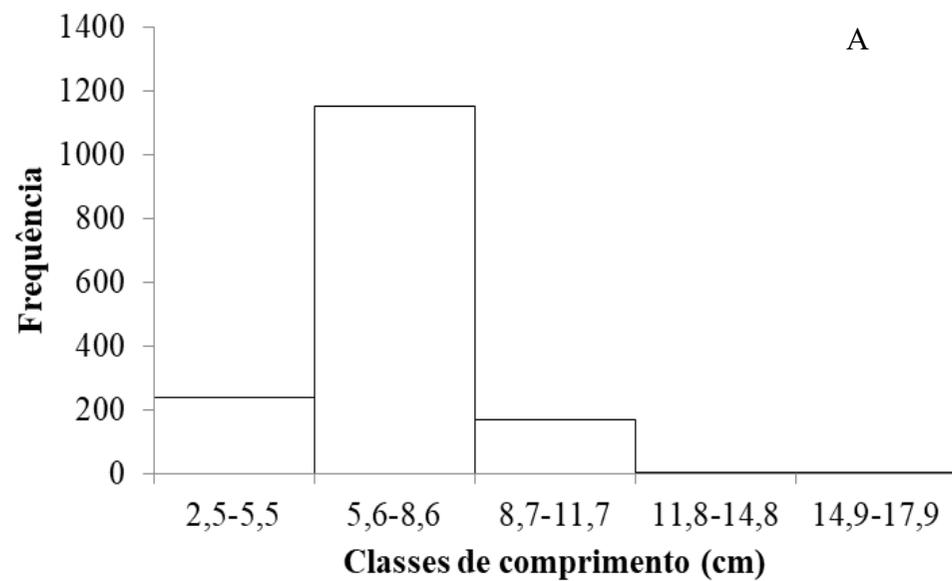
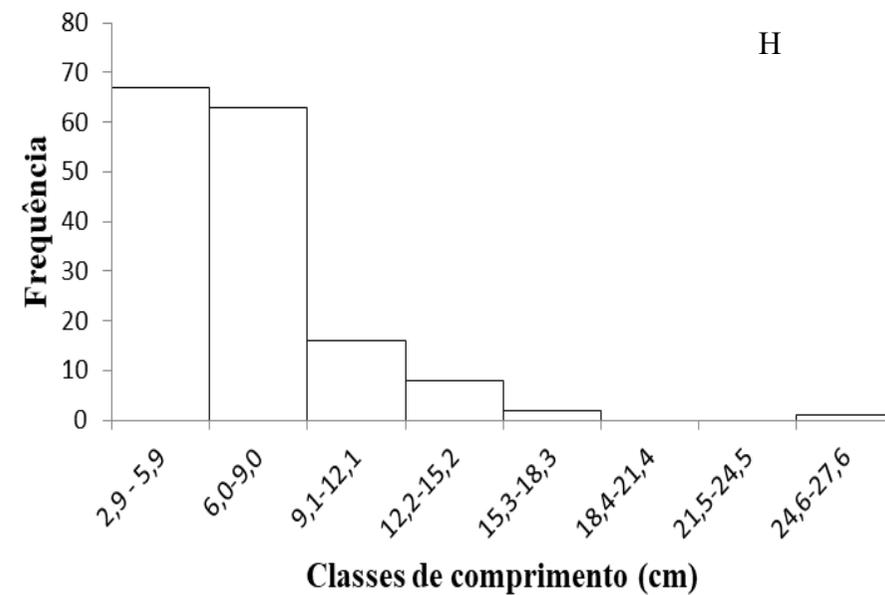
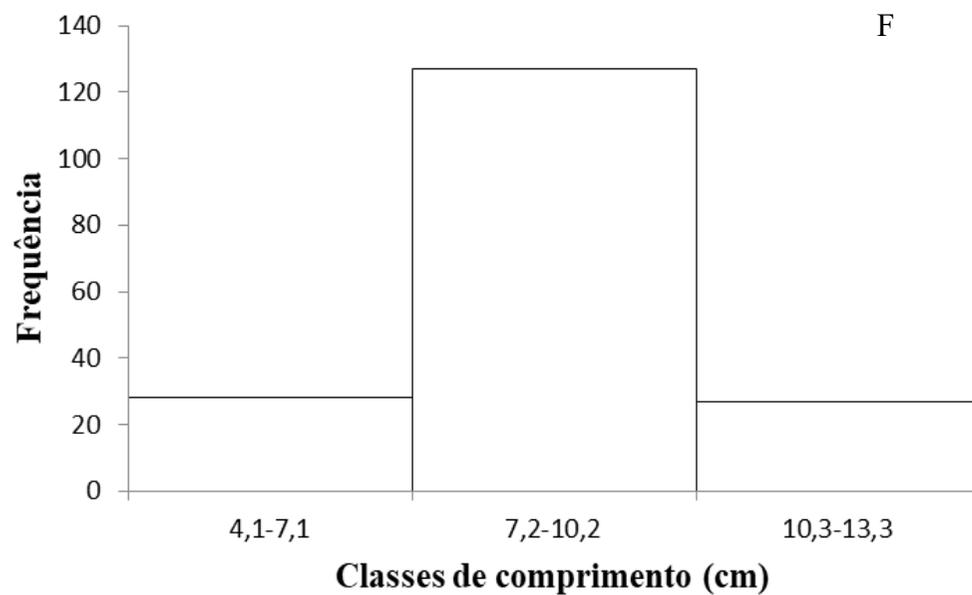
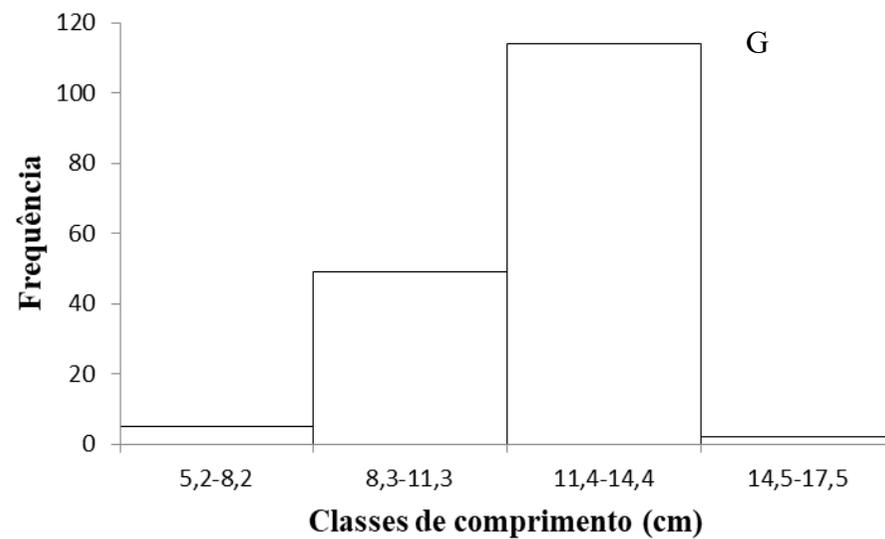
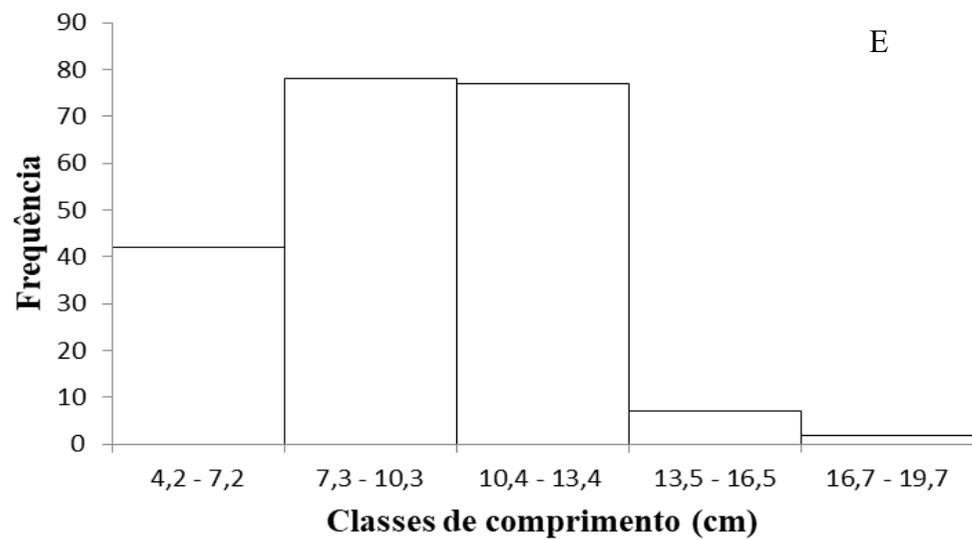


Figura 3. Distribuição e abundância das espécies de peixes no Golfão Maranhense. (A) *Stellifer rastrifer*, (B) *Cathorops spixii*, (C) *Aspredinichthys filamentosus*, (D) *Aspredinichthys tibicen*, (E) *Stellifer naso*, (F) *Pseudauchenipterus nodosus*, (G) *Cetengraulis edentulus*, (H) *Cathorops sp.*, (I) *Aspredo aspredo*, (J) *Sciades proops*.

Avaliando o comprimento total das dez espécies mais abundantes por meio de histogramas dispostos por classes comprimentos (cm) foi possível verificar o predomínio nas capturas da maioria dos indivíduos em fase juvenil. Para *Stellifer rastrifer*, a maior frequência de indivíduos ocorreu entre 5,6 e 8,6cm; *C. spixii* entre 5,1 e 8,1 cm; *Aspredinichthys filamentosus* 8,1 e 14,2 cm; *Aspredinichthys tibicen* 11,7 e 14,7 cm; *Stellifer naso* 7,3 e 10,3 cm; *Pseudauchenipterus nodosus* 7,2 e 10,2 cm; *Cetengraulis edentulus* 11,4 e 14,4 cm; *Cathorops sp.* 2,9 e 5,9 cm; *Sciades proops* 4,2 e 7,2 cm; com exceção da espécie *A. aspredo*, que teve o maior número de captura de indivíduos medindo entre 22,3 e 25,3 cm (Figura 4).





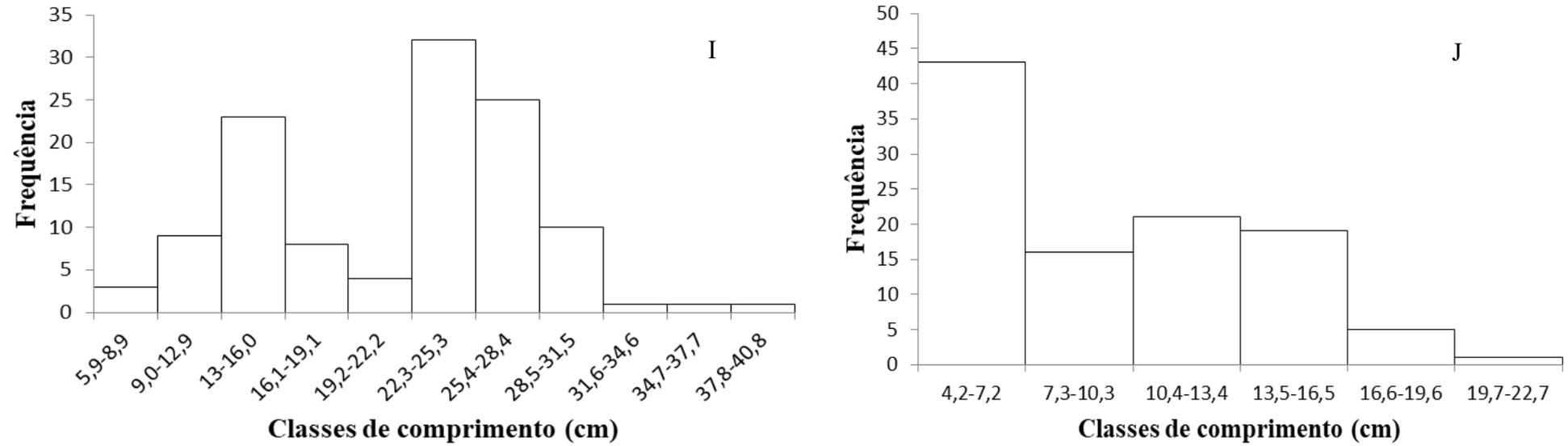


Figura 4. Representação da classe de comprimento das dez espécies de peixes mais abundantes capturadas nos estuários do Golfão Maranhense. (A) *Stellifer rastrifer*, (B) *Cathorops spixii*, (C) *Aspredinichthys filamentosus*, (D) *Aspredinichthys tibicen*, (E) *Stellifer naso*, (F) *Pseudachenipterus nodosus*, (G) *Cetengraulis edentulus*, (H) *Cathorops sp.*, (I) *Aspredo aspredo*, (J) *Sciades proops*.

As características físico-químicas de maneira geral apresentaram padrões semelhantes entre os onze estuários do Golfão Maranhense, especialmente as variáveis transparência da água ($8,0\pm 3,45$) e oxigênio dissolvido ($4,04\pm 0,76$) foram maiores no estuário de Sertãozinho, temperatura ($29,37\pm 0,28$), silicato ($49,20\pm 11,27$) e FeO ($34,96\pm 12,63$), obtiveram maiores médias no estuário de Sampaio. Por outro lado, salinidade ($32,21\pm 0,24$), condutividade ($49,19\pm 0,34$), fosfato ($0,45\pm 0,07$) e nitrito ($0,59\pm 0,17$) foram maiores para o estuário Rio Anil. As médias de TSS ($562,53\pm 135,04$) e MOS ($67,27\pm 10,32$) foram maiores em Geniparana. Por fim, os demais parâmetros, como o pH ($7,91\pm 0,07$) teve maior registro em Anajatuba; profundidade do Local ($10,1\pm 2,76$) foi maior em Tronco e a clorofila ($25,05\pm 21,03$) obteve maior média no estuário Baixa (Tabela 2). No entanto, as variáveis ambientais foram estatisticamente diferentes entre os locais, demonstrando que o Golfão Maranhense é um ambiente heterogêneo, com exceção da Profundidade do Local (Tabela 3).

Para a análise posterior de Tukey o parâmetro temperatura nos estuários Sampaio/Rio Anil apresentaram valores significativos ($p= 0,02$); silicato teve um resultado significativo para todas as comparações com o estuário Sampaio com um p variando de 0,001 a 0,01; a profundidade da água teve valores significativos em duas comparações com o estuário Tronco, sendo eles Tronco/Anajatuba ($p= 0,04$) e Tronco/Geniparana ($p= 0,005$). Já para análise posterior de Dunn, as variáveis salinidade e condutividade obtiveram um resultado significativo para comparações com o estuário Baixa com um p variando de 0,001 a 0,05; o pH teve resultados significativos para comparações com estuário Buenos Aires ente os demais com um ($p= 0,01$); o TSS obteve resultado significativo na maioria dos estuários tendo um p variando de 0,001 a 0,02; o MOS teve significância principalmente nas comparações do estuário Sertãozinho com um p chegando até a zero; para o fosfato o estuário Rio Anil apresentou diferença significativa quando comparado com Baixa ($p= 0,007$) e Geniparana ($p= 0,004$); o nitrito no estuário Tibiri obtiveram significância quando comparado com os estuário Baixa ($p= 0,01$) e Geniparana ($p= 0,02$); a clorofila no estuário Buenos Aires foi significativo quando comparado com Geniparana ($p= 0,02$) e Sampaio ($p= 0,006$); por fim a transparência da água obteve resultados significativos no estuário Sertãozinho quando comparado com Buenos Aires ($p= 0,004$) e Rio Anil ($p= 0,005$).

Tabela 2. Média e Desvio Padrão dos parâmetros ambientais para cada um dos estuários do Golfão Maranhense.

Estuário	Prof. Local (m)	Tranp. Água (m)	Temp. °C	Sali (g kg-1)	Cond. (mS cm-1)	pH	OD (mg L-1)	TSS (mg L-1)	MOS (mg L-1)	Fosfato	Nitrito	Silicato	Clorofila a (mg m-3)	FEO pig (mg m-3)
Sertãozinho	6,8±2,52	8,0±3,45	28,69±0,30	29,59±5,084	45,56±7,03	7,78±0,24	4,04±0,76	30,2±19,05	7,60±1,30	0,16±0,02	0,10±0,10	18,19±7,83	8,82±2,32	14,87±5,42
Anajatuba	4±1,06	4,01±0,16	28,15±0,89	30,83±0,52	47,32±0,70	7,91±0,07	3,33±0,53	103,93±64,57	19,06±7,80	0,22±0,03	0,36±0,10	19,0±1,38	20,18±1,55	38,54±20,11
Ribeira	7,4±0,56	4,46±1,43	29,07±0,22	28,45±2,07	44,05±2,89	7,89±0,04	3,94±0,35	151,46±50,01	26,13±4,60	0,26±0,002	0,35±0,08	25,43±3,32	14,52±8,60	22,79±12,88
Geniparana	2,2±0	2,82±0	28,71 ±0,15	31,96±0,13	48,55±0,61	7,82±0,09	3,93±0,09	562,53±135,04	67,26±10,32	0,16±0,015	0,16±0,015	20,85±11,27	13,71±2,51	23,06±4,94
Sampaio	7,1±1,38	2,37±0,68	29,37±0,28	28,07±0,03	44,31±1,52	7,61±0,11	3,40±0,90	47,82±10,34	12,7±1,23	0,43±0,07	2,43±1,23	49,20±11,27	15,86±4,20	34,96±12,63
Perizes	4,1±0	0±0	28,96±0,13	28,18±0,11	43,71±0,15	7,72±0,04	2,87±0,62	83,6±38,45	23,07±9,38	0,30±0,02	0,32±0,13	29,56±4,57	11,11±3,78	21,20±7,40
Tibirí	7,1±3,13	2,92±0,86	28,93±0,40	27,86±0,97	43,24±0,97	7,66±0,18	2,72±0,43	218,63±107,76	30,9±15,28	0,09±0,02	0,84±0,69	38,58±8,79	8,29±2,51	12,48±4,84
Buenos Aires	4,2±1,69	1,41±0	29,28±1,43	29,33±1,61	46,81±1,61	7,95±0,07	3,26±0,24	177,4±44,68	29,5±2,12	0,19±0,01	0,19±0,014	21,57±3,06	6,35±0,94	15,38±2,48
Rio Anil	4,1±0,25	2,06±0,27	27,9±0,09	32,21±0,24	49,19±0,34	7,50±0,46	2,9±0,50	59,8±25,96	11,46±5,22	0,45±0,07	0,58±0,17	14,84±1,21	11,80±3,63	15,9±3,39
Tronco	10,1±2,76	1,98±0,25	29,02±0,78	25,51±0,24	39,96±0,32	7,60±0,17	3,07±0,30	149,17±49,50	24,31±4,85	0,13±0,04	0,37±0,14	32,87±3,47	8,25±3,81	8,32±1,42
Baixa	4,8±1,55	3,13±2,21	28,70±0,28	25,22±0,48	39,54±0,68	7,8±0,017	3,73±0,59	106,46±35,26	21,66±8,80	0,17±0,14	0,13±0,01	28,09±7,07	25,04±21,76	30,77±24,93

Tabela 3. Relação de resultados estatísticos ANOVA one-Way e Kruskal-Wallis para variáveis ambientais entre os estuários. * valor significativo ($p < 0,05$).

Váriaveis ambientais	ANOVA one-Way (F)	$p(F)$	Kruskal-Wallis (H)	$p(H)$
Prof. do Local			15,94	0,06
Tranp. Água	4,47	0,009*		
Temperatura	2,39	0,03*	-	-
Salinidade	4,11	0,002*	-	-
Condutividade	-	-	27,86	0,003*
pH	-	-	23,14	0,01*
OD	2,18	0,05	-	-
TSS	-	-	27,44	0,02*
MOS	-	-	25,83	0,03*
Fosfato	-	-	28,3	0,01*
Nitrito	-	-	26,81	0,002*
Silicato	-	-	26,32	0,003*
Clorofila	-	-	19,18	0,03*
FEO	-	-	22,12	0,02*

Uma ACC sobre a matriz de dados biológicos composta pelas dez espécies mais abundantes foi confrontada com os dados de parâmetros ambientais e estuários, sendo que o primeiro eixo canônico explica 51,78% das variações acumuladas. Neste eixo, a temperatura (Temp) está associada às espécies *A. filamentosus* e *A. tibicen* nos estuários Perizes, Tibiri e Sampaio. O segundo eixo canônico explica 22,59% das variáveis, onde o oxigênio dissolvido (OD) e sólidos totais em suspensão (TSS) estão associados às espécies *S. naso*, *Cathorops sp.* e *P. nodosus* nos estuários Ribeira, Buenos Aires, Geniparana, Rio Anil e Baixa. Complementando, as espécies *S. rastrifer*, *C. spixii*, *A. aspredo* e *S. proops* estão associadas às variáveis PO_4 e NO_2 . *C. edentulus* é a única espécie que não esteve associada a nenhuma variável ambiental específica, porém está associada ao estuário Anajatuba (Figura. 3).

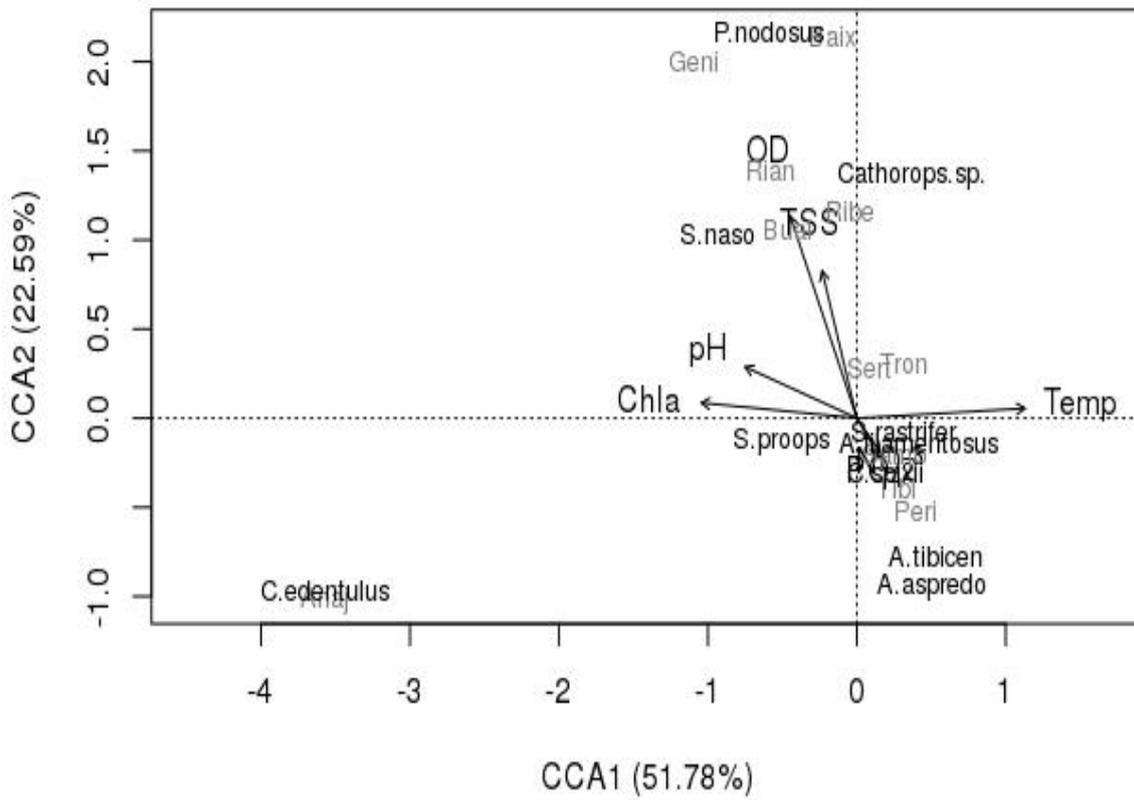


Figura 5. Diagrama de Análise de Correspondência Canônica (CCA) para a relação entre as dez espécies de peixes mais abundantes com as variáveis ambientais.

4. Discussão

Apesar da existência de alguns estudos sobre a estrutura de comunidades de peixes do Litoral Amazônico, a compreensão sobre os padrões de distribuição e uso de habitat são desconhecidos. O trabalho resultou na compreensão do efeito da heterogeneidade de habitat na estruturação da comunidade de peixes do Golfão Maranhense, bem como a descrição do uso de habitat por 66 espécies, pertencentes a 11 ordens e 23 famílias de peixe.

Os estudos realizados registraram uma variedade de espécies típica para comunidade de peixes ao longo dos estuários da Ilha do Maranhão (Batista e Rego, 1996; Martins-Juras et al., 1987; Castro, 2001; Pinheiro-Júnior et al., 2005; Carvalho-Neta e Castro, 2008). O presente estudo foi mais amplo e abrangeu os principais estuários do Golfão Maranhense, na qual, verificou-se que a ictiofauna é marcadamente elevada e uma fauna típica é característica da região.

As famílias Sciaenidae e Ariidae totalizaram 75% da amostragem geral neste estudo, exibindo um padrão de dominância registrado para outras localidades do Litoral Amazônico (Barthem, 1985; Martins-Juras et al., 1987; Batista & Rego, 1996; Barletta et al., 2003; Barletta et al., 2005; Issac & Almeida, 2011). De acordo com Blaber (2002), as espécies de peixes dessas famílias procuram áreas estuarinas tropicais para reprodução e/ou crescimento. Sendo assim, é esperado que espécies dessas famílias sejam frequentes e abundantes nos estuários do Estado do Maranhão devido ao domínio de manguezais.

Cervigón (1985) afirma que a ictiofauna do norte da América do Sul constitui em uma só unidade em decorrência da similaridade existente entre os ambientes, na qual a comunidade de peixes estuarinos desta região é dominada pelas famílias Sciaenidae e Ariidae (Manjarrés, 2004; Lasso, & Señaris, 2008; Lasso & Sánchez-Duarte, 2011). Além disso, é possível destacar a presença de uma diversa fauna endêmica de peixes estuarinos nesta região (Barthem, 1985).

Dez espécies contribuíram com cerca de 82% do total de peixes deste estudo e são classificadas de acordo com Potter et al. (1997) como estuarinas-oportunistas (*Stellifer rastriifer*, *Stellifer naso*); estuarinas residentes (*Cathorops spixii*, *Cathorops sp.*, *Pseudachenipterus nodosus*) e migrantes marinhas *Aspredinichthys tibicen*, *Aspredinichthys filamentosus*, *Aspredo aspredo*, *Cetengraulis edentulus*, *Sciades proop*). Essas espécies

tendem a dominar a comunidade de peixes estuarinos do Litoral Amazônico (Batista e Rego, 1996; Barletta et al., 2005; Giarrizzo e Krumme, 2007). *Aspredo aspredo* e *A. filamentosus*, contudo, são consideradas estritamente endêmicas da chamada província Guianense do Mangue que se estende do delta do Rio Orinoco na Venezuela até o estado do Maranhão no Brasil (Oliveira, 1974).

Quinn (1980) menciona que uma das características comumente apresentada pelos ambientes estuarinos é o pequeno número de espécies dominantes. Esse fato pode ser explicado na dimensão que essas espécies possuem uma plasticidade fisiológica e são capazes de apresentar grande motilidade entre os sistemas, resultando na ampla distribuição e abundância (Gibson et al., 2005; Magurran et al., 2011).

A comunidade de peixes é um indicador sensível do stress direto e indireto do ecossistema aquático, tendo grande aplicação em monitoramento biológico para avaliar a degradação ambiental (Fausch et al., 1990). Essas informações são obtidas, principalmente, com o uso de índices de Diversidade, Riqueza e Equitabilidade.

Um baixo valor de diversidade (H') significa dominância de um determinado táxon, ao passo que um H' elevado implica na distribuição semelhante de espécies, ou seja, ambientes mais diversos. Neste estudo, a diversidade variou de (1,36 a 2,70), classificada como “baixa a média”, corroborando com outros trabalhos realizados em estuários do Golfão Maranhense (1,20 a 2,90) (Martins Juras, 1989). Na Venezuela, Lasso & Señaris, (2008) encontraram a diversidade variando de (2,13 a 2,67) classificada como “diversidade média”, este resultado concorda com valores de referência para faixa comum em estuários tropicais (Yanez-Arancibia et al., 1985).

A riqueza de espécies, calculada neste estudo, para os estuários do Golfão Maranhense, resultou em valores abaixo do valor estimado pelo índice de Margalef (D') para áreas com grande riqueza (Valentin, et al., 1991). Exceção para o estuário de Perizes, que apresentou valor superior a 5,0, indicando grande riqueza para esse estuário. O índice de equitabilidade (J') para maioria dos estuários foi superior a 0,6, implicando em abundância uniforme entre as diferentes espécies (Araújo et al., 2017). Nesse contexto, o Golfão Maranhense configura-se como um ecossistema estável quanto à riqueza, diversidade e distribuição de sua ictiofauna.

A análise do comprimento total das espécies dominantes evidenciou maior abundância de indivíduos com comprimentos inferiores aos registrados na literatura, com predomínio nas

amostragens de indivíduos juvenis no Golfão Maranhense, com exceção a espécies *A. aspreto*. Esse tipo de configuração parece comum nos estuários. Por esse motivo, esses ambientes são considerados áreas de berçário para espécies que procuram águas rasas e protegidas para passar os primeiros anos de vida (Guedes et al., 2005; Saenger & Gartside, 2012).

Além disso, os parâmetros ambientais variaram significativamente entre os estuários, demonstrando que o Golfão Maranhense é caracterizado por áreas heterogêneas. Essas diferenças entre os parâmetros permitem que os peixes possam utilizar essas áreas com grande conectividade entre ambientes para alimentação, reprodução ou crescimento (Attrill & Rundle, 2002; Barrella, 2003; Henry, 2009). Os estudos de Blaber & Blaber (1980) e Blaber et al. (1989) mostraram que em reentrâncias e em canais de maré ocorrem diferenças nas variáveis ambientais ao longo do gradiente longitudinal e que as populações de peixes tendem a se distribuir de acordo com suas necessidades.

No Litoral Amazônico brasileiro ocorrem as maiores amplitudes de maré, capazes de provocar ressuspensão de sedimentos e afetar a distribuição espacial da ictiofauna estuarina (Andrade-Tubino et al., 2008). Os resultados da CCA mostraram que para este estudo as variáveis ambientais como temperatura, oxigênio dissolvido e TSS foram determinantes na distribuição de algumas espécies.

O Golfão Maranhense é marcado pela constante interatividade dessas variáveis, por essa razão, as espécies presentes nesse cenário devem apresentar plasticidade fisiológica para suportar essas condições. No estuário de Sampaio, onde obteve a maior média de temperatura, as espécies *A. tibicen* e *A. filamentosus* obtiveram correlação com aumento da temperatura. Essa variável é considerada um fator importante, pois a variação na temperatura pode exercer diferentes efeitos sobre a água, inicialmente acelerando o metabolismo dos organismos aquáticos (Branco, 1970). Enquanto que nos estuários Ribeira, Buenos Aires, Geniparana, Rio Anil e Baixa, às espécies *S. naso*, *Cathorops sp.* e *P. nodosus* estiveram correlacionadas com as variáveis oxigênio dissolvido (OD) e sólidos totais em suspensão (TSS). De acordo com Macêdo et al. (2000) as concentrações de oxigênio variam muito em função do fluxo e refluxo das marés ou ainda das taxas de fotossíntese e/ou respiração. Quanto ao TSS, sugere-se que as partículas em suspensão são oriundas da grande descarga de águas ricas do rio Amazonas (Zacardi et al., 2014). Segundo Spach et al. (2004) estes resultados são entendidos como

fatores que também podem influenciar na distribuição dos organismos nos estuários, podendo variar com a estação do ano (Weinstein e Brooks, 1983).

Como conclusão, este estudo difere da hipótese de que a salinidade é o principal determinante da distribuição espacial dos peixes, demonstrando que a combinação dos fatores ambientais pode ser muito importante na distribuição de peixes nas regiões estuarinas, resultando em ambientes heterogêneos e diferentemente explorados.

5. Referências

- Akin, S., Winemiller, K.O., Gelwick, F.P., 2003. Seasonal and spatial variations in fish and macrocrustacean assemblage structure in Mad Island Marsh estuary, Texas. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 57, 269–282. [https://doi.org/10.1016/S0272-7714\(02\)00354-2](https://doi.org/10.1016/S0272-7714(02)00354-2)
- Andrade-Tubino, M.F., Ribeiro, A.L.R., Vianna, M., 2008. Organização espaço-temporal das ictiocenoses demersais nos ecossistemas estuarinos brasileiros: uma síntese. *Oecologia Aust.* 12, 640–661. <https://doi.org/10.4257/oeco.2008.1204.05>
- Apha, 2001. Standard methods for the examination of water and wastewater. Am. Public Heal. Assoc. 21th ed. APHA/WWA-WEF, Washington, DC, USA.
- Araújo, A. R.R., Souza, J. M., Lima, R. C. D., Abreu, E. F. S., Virgens, F. F. & Barbosa, J.M., 2017. Diversidade da fauna aquática do estuário do rio Japarutuba, estado de Sergipe, Brasil. *Acta Fish. Aquat. Resour.* 33–42. <https://doi.org/10.2312/ActaFish.2017.5.1.33-42>
- Attrill, M.J., Rundle, S.D., 2002. Ecotone or ecocline: Ecological boundaries in estuaries. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 55, 929–936. <https://doi.org/10.1006/ecss.2002.1036>
- Barletta, M., Barletta-Bergan, A., Saint-Paul, U. & Hubold, G., 2005. The role of salinity in structuring the fish assemblages in a tropical estuary. *Jour. Fish. Biol.* 66, 45–72.
- Barletta, M., Barletta-Bergan, A., Saint-Paul, U., Hubold, G., 2003. Seasonal changes in density, biomass, and diversity of estuarine fishes in tidal mangrove creeks of the lower Caeté Estuary (northern Brazilian coast, east Amazon). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 256, 217–228. <https://doi.org/10.3354/meps256217>
- Barrella, W., Petrere, M., 2003. Fish community alterations due to pollution and damming in Tietê and Paranapanema Rivers (Brazil). *River Res. Appl.* 19, 59–76. <https://doi.org/10.1002/rra.697>
- Barthem, R., 1985. Ocorrência, distribuição e biologia dos peixes da baía de Marajó, estuário amazônico. *Bol. do Mus. Para. Emílio Goeldi, série Zool.* 2, 49–69.
- Batista, V.S., Rego, F.N., 1996. Análise de associações de peixes, em igarapés do estuário do Rio Tibiri, Maranhão. *Rev. Bras. Biol.* 56, 163–176.

- Bazzaz, F.A., 1975. Plant Species Diversity in Old-Field Successional Ecosystems in Southern Illinois. *Ecology* 56, 485–488. <https://doi.org/10.2307/1934981>
- Blaber, S.J.M., 2013. Fishes and fisheries in tropical estuaries: The last 10 years. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 135, 57–65. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2012.11.002>
- Blaber, S.J.M., 2002. “Fish in hot water”: The challenges facing fish and fisheries research in tropical estuaries. *J. Fish Biol.* 61, 1–20. <https://doi.org/10.1006/jfbi.2002.2038>
- Blaber, S.J.M., 2000. Tropical estuarine fishes: ecology, exploitation and conservation. *Fish and Aquatic Resources*. <https://doi.org/10.1002/9780470694985>
- Blaber, S.J.M., Blaber, T.G., 1980. Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. *J. Fish Biol.* 17, 143–162. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1980.tb02749.x>
- Blaber, S.J.M., Brewer, D.T., Salini, J.P., 1989. Species composition and biomasses of fishes in different habitats of a tropical Northern Australian estuary: Their occurrence in the adjoining sea and estuarine dependence. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 29, 509–531. [https://doi.org/10.1016/0272-7714\(89\)90008-5](https://doi.org/10.1016/0272-7714(89)90008-5)
- Camargo, M. & Isaac, V.J., 2003. Ictiofauna estuarina, In: M.E.B. ed, Os manguezais da costa Norte brasileira vol. 1. São Luís, Fundação Rio Bacanga.
- Carpenter, K.E., 2002. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 3: Bony fishes part 2 (Opistognathidae to Molidae), sea turtles and marine mammals. *FAO Species Identif. Guid. Fish. Purp. Am. Soc. Ichthyol. Herpetol. Spec. Publ. No. 5*.
- Carpenter, K.E., [s.d.]. The living marine resources of the Western Central Atlantic, *AO Species*. ed.
- Carvalho-Neta, R.N.F., Castro, A.C.L., 2008. Diversidade das assembléias de peixes estuarinos da ilha dos Caranguejos, Maranhão. *Arq. Ciencias do Mar* 41, 48–57.
- Castro, A.C.L., 2001. Diversidade da assembléia de peixes em igarapés do estuário do rio Paciência (Ma–Brasil). *Atlântica* 23, 39–46. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032008000200012>
- Fausch, K.D., Lyons, J., Karr, J.R., Angermeier, P.L., 1990. Fish communities as indicators of

- environmental degradation. *Am. Fish. Soc. Symp.* 8, 123–144.
- Giakoumi, S., Kokkoris, G.D., 2013. Effects of habitat and substrate complexity on shallow sublittoral fish assemblages in the Cyclades Archipelago, North-eastern Mediterranean sea. *Mediterr. Mar. Sci.* 14, 58–68. <https://doi.org/10.12681/mms.318>
- Giarrizzo, T., Krumme, U., 2007. diferenças espaciais e ciclicidade sazonal na fauna de peixes intertidal de quatro riachos mangue em uma zona de salinidade do estuário do Curuçá, norte do Brasil. *Bol. Mar. Sci.* ... 80, 739–754.
- Gibson, D.J., Middleton, B.A., Foster, K., Honu, Y.A.K., Hoyer, E.W., Mathis, M., 2005. Species frequency dynamics in an old-field succession: Effects of disturbance, fertilization and scale. *J. Veg. Sci.* 16, 415–422. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2005.tb02381.x>
- Grasshof, K. Kremling, M.E., 1999. *Methods of Seawater Analyses.* (third ed.), Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, Ger. 600.
- Guedes, D.S.G; Vascoelhos-Filho, A. L. & MACEDO, R.M., 2005. Ictiofauna do infralitoral adjacente às margens do Canal de Santa Cruz - Itapissuma, Pernambuco. *Bol. Técnico-Científico do CEPENE* 13 2, 65–75.
- Henry, R., 2009. Os ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos: conceitos, tipos, processos e importância. Estudo de aplicação em lagoas marginais ao Rio Paranapanema, na zona de sua desembocadura na represa de Jurumirim, RIMA. ed, *Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos.* São Carlos.
- Issac, V.J., Almeida, M.C. de, 2011. El Consumo de pescado en la amazonía brasileira. *FAO COPESCAL Doc. Ocas.* 13, 1–43.
- Jeffrey, S.W., Humphrey, G.F., 1975. New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c1 and c2 in higher plants, algae and natural phytoplankton. *Biochem. und Physiol. der Pflanz.* 167, 191–194. [https://doi.org/10.1016/S0015-3796\(17\)30778-3](https://doi.org/10.1016/S0015-3796(17)30778-3)
- Kjerfve, B. & Lacerda, L., 1993. Mangroves of Brazil. In: *Conservation and sustainable utilization of mangrove forest in Latin America and Africa regions.* mangrove Ecosyst. Tech. Rep. No. 2. ITTO/ISME, Okinawa 272.

- Kraft, N.J.B., Adler, P.B., Godoy, O., James, E.C., Fuller, S., Levine, J.M., 2015. Community assembly, coexistence and the environmental filtering metaphor. *Funct. Ecol.* 29, 592–599. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12345>
- Lasso, C.A. & Sánchez-Duarte, P.D., 2011. Los peces del delta del Orinoco, . Diversidad, bioecología, uso y conservación. Fundación La Salle de Ciencias Naturales y Chevron C. A. Venezuela. Caracas.
- Lasso, C.A. & Señaris, J.C., 2008. 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.
- Macêdo, S.J.; Flores-Montes, M. J & Lins, I.C., 2000. Características Abióticas da Área, Universitá. ed. Recife.
- Magurran, A.E., Khachonpisitsak, S., Ahmad, A.B., 2011. Biological diversity of fish communities: Pattern and process. *J. Fish Biol.* 79, 1393–1412. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2011.03091.x>
- Manjarrés, L., 2004. Pesquerías demersales Del área norte Del Mar Caribe de Colombia y parâmetros biológico-pesqueros y poblacionales Del recurso pargo. Univ. Del Magdalena, St. Marta 318.
- Marceniuk, A.P., 2005. Chave para identificação das espécies de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) da costa brasileira. *B. Inst. Pesca* 31, 89–101.
- Marceniuk, A.P., Menezes, N.A., Britto, M.R., 2012. Phylogenetic analysis of the family Ariidae (Ostariophysi: Siluriformes), with a hypothesis on the monophyly and relationships of the genera. *Zool. J. Linn. Soc.* 165, 534–669. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.2012.00822.x>
- Margalef, R., 1958. Temporal sucession and spatial heterogeneity in phytoplankton. In: BUZZATI-TRAVERSO, A. A. (Ed.). *Perspect. Mar. Biol.* Berkeley Univ. Calif. Press 323–349.
- Martins-Juras, I.D.A.G., Juras, A.A., Menezes, N.A., 1987. Relação preliminar dos peixes da Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 4, 105–113. <https://doi.org/10.1590/S0101-81751987000200003>

- Martins Juras, I.A.G., 1989. Ictiofauna estuarina da ilha do Maranhão (MA-Brasil). Tese Doutorado.
- McAthur, R.H., McAthur, J., 1961. On bird species diversity. *Ecology* 42, 594–598. <https://doi.org/10.2307/1932254>
- Mouillot, D., Dumay, O., Tomasini, J.A., 2007. Limiting similarity, niche filtering and functional diversity in coastal lagoon fish communities. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 71, 443–456. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2006.08.022>
- Núñez- Lara, E., Arias-González, J.E., 1998. The relationship between reef fish community structure and environmental variables in the southern Mexican Caribbean. *J. Fish Biol.* 53, 209–221. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1998.tb01028.x>
- Oliveira, A.M.E., 1974. Ictiofauna das águas estuarinas do rio Parnaíba (Brasil). *Arq. ciências do mar* 14 (1), 41–45.
- Pereira, L.C.C., Dias, J.A., Carmo, J.A. Do, Polette, M., 2009. A Zona Costeira Amazônica Brasileira. *Rev. Gestão Costeira Integr.* 9, 3–7.
- Pielou, E., 1969. No Title. *An Introd. to Math. Ecol.* New York.
- Pinheiro-Júnior, J. de R., Castro, A.C.L., Gome, L.N., 2005. Estrutura da comunidade de peixes do estuário do rio anil , ilha de são luís , maranhão. *Arq. Ciên. Mar, Fortaleza*, 29–37.
- Potter, I.C., Claridge, P.N., Hyndes, G.A., Clarke, K.R., 1997. Seasonal, annual and regional variations in ichthyofaunal composition in the inner severn estuary and inner bristol channel. *J. Mar. Biol. Assoc. United Kingdom* 77, 507–525. <https://doi.org/10.1017/S0025315400071836>
- Potter, I.C., Tweedley, J.R., Elliott, M., Whitfield, A.K., 2015. The ways in which fish use estuaries: A refinement and expansion of the guild approach. *Fish Fish.* 16, 230–239. <https://doi.org/10.1111/faf.12050>
- Quinn, N., 1980. Analysis of temporal changes in fish assemblages in Serpentine Creek, Queensland. *Environ. Biol. Fishes* 5, 117–133. <https://doi.org/10.1007/bf02391619>
- Rockwell Geyer, W., Beardsley, R.C., Lentz, S.J., Candela, J., Limeburner, R., Johns, W.E.,

- Castro, B.M., Dias Soares, I., 1996. Physical oceanography of the Amazon shelf. *Cont. Shelf Res.* 16, 575–616. [https://doi.org/10.1016/0278-4343\(95\)00051-8](https://doi.org/10.1016/0278-4343(95)00051-8)
- Saenger, P; Gartside,D. & Funge-Smith, S., 2012. A review of mangrove and seagrass ecosystems and their linkage to fisheries and fisheries management. *FAO Reg. Off. Asia Pacific, Bangkok, Thail.* 74.
- Santana, A.O., Tejerina-Garro, F.L., Carvalho, R.A. de, 2014. 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 Ambient.* 3, 106–118. <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2014v3i1.p106-118>
- Santos, M.L.S., Medeiros, C., Muniz, K., Feitosa, F.A.N., Schwamborn, R., Macêdo, S.J., 2008. Influence of the Amazon and Pará Rivers on Water Composition and Phytoplankton Biomass on the Adjacent Shelf. *J. Coast. Res.* 243, 585–593. <https://doi.org/10.2112/05-0538.1>
- Shannon, C.E., 1948. A mathematical theory of communication. *Bell Syst. Tech. J.* 27, 623–56.
- Silva Junior, D.R., Carvalho, D.M.T., Vianna, M., 2013. The catfish *Genidens genidens* (Cuvier, 1829) as a potential sentinel species in Brazilian estuarine waters. *J. Appl. Ichthyol.* 29, 1297–1303. <https://doi.org/10.1111/jai.12280>
- Souza Filho, P.W.M., 2005. Costa de manguezais de macromaré da amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. *Rev. Bras. Geofis.* 23, 427–435. <https://doi.org/10.1590/S0102-261X2005000400006>
- Spach, H.L., Santos, C., Godefroid, R.S., Nardi, M., Cunha, F., 2004. A study of the fish community structure in a tidal creek. *Brazilian J. Biol.* 64, 1–15. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842004000200020>
- Strickland, J.D.H., Parsons, T.R., 1972. A Practical Handbook of Seawater Analysis. *A Pract. Handb. seawater Anal.* 167, 185. <https://doi.org/10.1002/iroh.19700550118>
- Stride, R.K., 1992. Diagnóstico da pesca artesanal marinha do Estado do Maranhão. São Luís EDUFMA 205.

- Tews, J., Brose, U., Grimm, V., Tielbörger, K., Wichmann, M.C., Schwager, M., Jeltsch, F., 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *J. Biogeogr.* 31, 79–92. <https://doi.org/10.1046/j.0305-0270.2003.00994.x>
- Travers, M.J., Potter, I.C., Clarke, K.R., Newman, S.J., Hutchins, J.B., 2010. The inshore fish faunas over soft substrates and reefs on the tropical west coast of Australia differ and change with latitude and bioregion. *J. Biogeogr.* 37, 148–169. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2009.02183.x>
- Valentin, J. L.; Macedo-Saidah, F. E.; Tenenbaum, D. R. e Silva, N.L.A., 1991. 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.
- Wakefield, C.B., Lewis, P.D., Coutts, T.B., Fairclough, D. V., Langlois, T.J., 2013. Fish Assemblages Associated with Natural and Anthropogenically-Modified Habitats in a Marine Embayment: Comparison of Baited Videos and Opera-House Traps. *PLoS One*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0059959>
- Webb, C.O., Ackerly, D.D., McPeck, M.A., Donoghue, M.J., 2002. Phylogenies and Community Ecology. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 33, 475–505. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.33.010802.150448>
- Weinstein, M., Brooks, H., 1983. Comparative ecology of nekton residing in a tidal creek and adjacent seagrass meadow, community composition and structure . *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 12, 15–27. <https://doi.org/10.3354/meps012015>
- Whitfield, A.K., Panfili, J., Durand, J.D., 2012. A global review of the cosmopolitan flathead mullet *Mugil cephalus* Linnaeus 1758 (Teleostei: Mugilidae), with emphasis on the biology, genetics, ecology and fisheries aspects of this apparent species complex, *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. <https://doi.org/10.1007/s11160-012-9263-9>
- Yanez-Arancibia, A., Sanchez-Gil, P., Villalobos Zapata, G., Rodriguez Capetillo, R., 1985. Distribucion y abundancia de las especies dominantes en las poblaclones de peces demersales de la plataforma continental rnexlcana del Golfo de Mexico., In: Yanez-. ed. México.

Zacardi, D. M., Sobrinho, A. F. & Silva, L.M.A., 2014. Composição e distribuição de larvas de peixes de um afluente urbano na foz do rio Amazonas, Brasil. *Acta Fish. Aquat. Res.* 2, 1–16. <https://doi.org/10.2312/ActaFish.2014.2.2.1-16>