



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA BACHARELADO

Caracterização da comunidade de larvas de peixes, sob variáveis físicas e químicas, durante um ciclo nictemeral, nos períodos de chuva e estiagem no Complexo Estuarino da Raposa-MA, Brasil.

RUAN MATHEUS TEIXEIRA SOARES

São Luís – MA

2021

RUAN MATHEUS TEIXEIRA SOARES

Caracterização da comunidade de larvas de peixes, sob variáveis físicas e químicas, durante um ciclo nictemeral, nos períodos de chuva e estiagem no Complexo Estuarino da Raposa-MA, Brasil.

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Oceanografia da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para obtenção do Grau de Bacharel em Oceanografia.

ORIENTADORA: PROF^a. DR^a. PAULA CILENE ALVES DA SILVEIRA

São Luís-MA

2021

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

Soares, Ruan Matheus Teixeira.

Caracterização da comunidade de larvas de peixes, sob variáveis físicas e químicas, durante um ciclo nictemeral, nos períodos de chuva e estiagem no Complexo Estuarino da Raposa-MA, Brasil / Ruan Matheus Teixeira Soares. - 2021.

71 p.

Orientador(a): Paula Cilene Alves da Silveira.

Monografia (Graduação) - Curso de Oceanografia, Universidade Federal do Maranhão, Universidade Federal do Maranhão - UFMA, 2021.

1. Biodiversidade. 2. Ecologia. 3. Estuário. 4. Ictioplâncton. I. Alves da Silveira, Paula Cilene. II. Título.

RUAN MATHEUS TEIXEIRA SOARES

**CARACTERIZAÇÃO DA COMUNIDADE DE LARVAS DE PEIXES, SOB
VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS, DURANTE UM CICLO NICTEMERAL,
NOS PERÍODOS DE CHUVA E ESTIAGEM NO COMPLEXO ESTUARINO
DA RAPOSA-MA, BRASIL.**

Monografia apresentada ao
Curso de Graduação em
Oceanografia da Universidade
Federal do Maranhão, como
requisito para obtenção do Grau
de Bacharel em Oceanografia.

Aprovada em 16 de Abril de 2021

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Paula Cilene Alves da Silveira

Membro Interno-Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Prof^a. Dr^a. Samara Aranha Eschrique

Membro Interno-Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Msc. Delzenira Silva do Nascimento da Costa

**Membro Externo-Mestre em Diversidade Conservação
(UFMA)**

Dedico esse trabalho a minha mãe, avó e aos
demais familiares, obrigado por tudo.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer as mulheres que foram fundamentais na minha criação, minha mãe Adriana de Jesus Teixeira, minha avó Berta Teixeira e minha tia Fabiana de Jesus Teixeira, que me ensinaram tudo que eu sei, me aconselharam em toda vida, me deram apoio e incentivo na minha jornada, nas minhas escolhas e principalmente nos meus estudos. Sou grato a vocês por tudo, amo vocês. Aos meus entes queridos que me acompanharam, meu irmão Luann Teixeira Chung, espero servir de inspiração para você um dia, primos e tio, muito obrigado.

Aos meus amigos que ganhei na graduação, em especial a Layla, Nina e Jeff passamos por maus bocados em disciplinas, campos, e mesmo assim continuamos firmes, obrigado pela amizade sincera e bons conselhos em todos esses anos.

Agradecer em especial a minha namorada Lorena Sampaio Nascimento, que é uma das minhas inspirações, que me ajudou nessa caminhada, não me deixou desistir nunca, muito obrigado por fazer parte da minha vida.

Aos meus amigos do grupo do Laboratório Integrado de Zooplâncton e Ictioplâncton-LIZIC, em especial a Juliana Franco Lima, que me acolheu, me ensinou e me ajuda até hoje sempre que a “perturbo”. A Delzenira Silva do Nascimento da Costa pelo ensinamento e boas risadas. A Prof^a Dr^a Paula Cilene Alves da Silveira, por me aceitar em seu laboratório, pela oportunidade de aprender, pela paciência e por sempre apoiar as minhas ideias.

Agradecimento aos recursos concedidos ao projeto: Ecologia da Comunidade Zooplanctônica e Ictioplanctônica do Sistema Estuarino da Raposa, Maranhão-Brasil (FAPEMA, Processo N° 01316/17).

*O oceano nos deu a vida, está
na hora de retornar o favor.*

Sylvia Earle

RESUMO

Dentre os recursos importantes ao Brasil estão os peixes. A distribuição do ictioplâncton está suscetível a fatores físicos na coluna d'água como a ação dos ventos, gerados pelo período seco e o período chuvoso do local, que promove alterações nesses ambientes. O presente estudo teve como objetivo caracterizar a comunidade de larvas de peixes (espécies estuarinas e marinhas), bem como sua distribuição nictemeral, sob variáveis físicas e químicas (temperatura, salinidade, pH, OD), considerando a sazonalidade local (chuva e estiagem e períodos de transição). Os arrastos para coleta do ictioplâncton foram realizados na horizontal em subsuperfície, com duração de cinco minutos, utilizando-se uma rede de plâncton cônico-cilíndrica (300µm), os organismos foram fixados com formalina 4%. Foi utilizada a Correlação de *Spearman* e a Análise de Correspondência Canônica (ACC) para associar e ordenar os dados abióticos e bióticos do estudo. As temperaturas variaram entre 28,04 °C e 29,77 °C, demonstrando pouca variação durante o período amostral, a salinidade variou entre 23,55 g Kg⁻¹ e 29,62 g Kg⁻¹, menores durante o período chuvoso e maiores no período de estiagem, o pH variou entre 7,74 e 8,43, apresentando características de um ambiente alcalino, o OD variou entre 2,34 mg L⁻¹ e 8,46 mg L⁻¹. Durante o período amostral foram coletados um total de 633 larvas de peixes, identificados em 5 ordens: Beloniformes, Atheriniformes, Perciformes, Clupeiformes e Pleuronectiformes; 11 famílias e 17 espécies. Foram identificadas espécies marinhas-migrantes, estuarino-residentes e estuarino-oportunista, as espécies estuarinas-residentes foram 20% abundantes no mês de abril, porém predominou sua abundância nos meses de julho, outubro e dezembro, com mais de 50% da abundância total. A correlação de *Spearman* mostrou correlação significativa da temperatura e salinidade entre os indivíduos. Enquanto a ACC demonstrou que os indivíduos mostraram relação direta e inversa ao longo de todo o período amostral com as variáveis temperatura, salinidade, OD e pH. No geral as maiores ocorrências de larvas de peixes foram na 2ª campanha, período de transição de chuvoso para estiagem (julho), e durante o período noturno. As menores ocorrências foram na 3ª campanha, período de estiagem (outubro), e durante o período da manhã. Os resultados indicaram que o Complexo Estuarino da Raposa-MA, é habitat excelente para reprodução, abrigo e alimentação de inúmeras espécies, de diferentes hábitos, o que torna necessário o estudo e conservação do estoque pesqueiro deste estuário.

Palavras-Chaves: Biodiversidade, larvas, ecologia, habitat.

ABSTRACT

Among the important resources for Brazil are fish. The distribution of the ichthyoplankton is susceptible to physical factors in the water column such as the action of the winds, and environmental changes generated by the local dry period and the rainy period. The present study aimed to characterize the community of fish larvae (estuarine and marine species), as well as their nictemeral distribution, under physical and chemical variables (temperature, salinity, pH, DO), considering local seasonality (rain and drought and transition periods). The dragging to collect the ichthyoplankton was carried out horizontally on the subsurface, during five minutes, using a conical-cylindrical plankton net (300 μ m), the organisms were fixed with 4% formalin. The Spearman Correlation and Canonical Correspondence Analysis (CCA) were used to associate and order the abiotic and biotic data of the study. The temperatures ranged between 28.04 ° C and 29.77 ° C, showing little variation during the sampling period, salinity ranged between 23.55 g Kg⁻¹ and 29.62 g Kg⁻¹, lower during the rainy season and higher in the dry season, the pH varied between 7.74 and 8.43, showing characteristics of an alkaline environment, the OD varied between 2.34 mg L⁻¹ and 8.46 mg L⁻¹. During the sample period, the total of 633 fish larvae were collected, sorted and identified in 5 orders: Beloniformes, Atheriniformes, Peciformes, Clupeiformes and Pleuronectiformes; 11 families and 17 species. The Marine-migrant, estuarine-resident and estuarine-opportunist species were identified, the estuarine-resident species were 20% abundant in the month of April, but their abundance predominated in the months of July, October and December, with more than 50% of the total occurrence. The Spearman correlation showed a significant correlation between temperature and salinity with individuals. While the ACC demonstrated that the individuals showed a direct and inverse relationship throughout the sample period with the variables of temperature, salinity, DO and pH. In general, the largest occurrences of fish larvae were in the 2nd campaign, the transition period from rainy to drought (July), and during the night. The lowest occurrences were in the 3rd campaign, drought period (October), and during the morning. The results indicated that the Raposa-MA Estuarine Complex, proves to be an excellent habitat for reproduction, shelter and feeding of countless species, of different habits, which makes it necessary to study and conserve the fishery stock of this estuary.

Keywords: Biodiversity, larvae, ecology, habitat.

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Classificação da Abundância Relativa descrita por Makoto & Tsutomu (1984), de acordo com a porcentagem resultante desses organismos.	26
Tabela 2 - Dados de temperatura (°C), salinidade (g Kg ⁻¹), Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹) e pH registrados no Complexo Estuarino da Raposa-MA durante as campanhas amostrais nos meses de abril, julho, outubro e dezembro de 2018	29
Tabela 3 - Dados de composição taxonômica das larvas de peixes capturadas no Complexo Estuarino da Raposa-MA em 2018, durante o mês de abril (1ª Campanha), x para ausência e a abundância relativa (%), das espécies encontradas em cada hora de coleta.....	42
Tabela 4 - Dados de composição taxonômica das larvas de peixes capturadas no Complexo Estuarino da Raposa-MA em 2018, durante o mês de julho (2ª Campanha), x-para ausência e a abundância relativa (%), das espécies encontradas em cada hora de coleta.....	43
Tabela 5 - Dados de composição taxonômica das larvas de peixes capturadas no Complexo Estuarino da Raposa-MA em 2018, durante o mês de outubro (3ª Campanha), x-para ausência e a abundância relativa (%), das espécies encontradas em cada hora de coleta.....	44
Tabela 6 - Dados de composição taxonômica das larvas de peixes capturadas no Complexo Estuarino da Raposa-MA em 2018, durante o mês de dezembro (4ª Campanha), x-para ausência e a abundância relativa (%), das espécies encontradas em cada hora de coleta	45
Tabela 7 - Matriz de correlação de <i>Spearman</i> entre os dados abióticos e bióticos para o mês de abril no Complexo Estuarino da Raposa em 2018. T – Temperatura, Sal – Salinidade, OD - Oxigênio dissolvido, ER – Estuarino-residente, EO – Estuarino-oportunista, EM – Migrantes-marinhas.	54
Tabela 8 - Matriz de correlação de <i>Spearman</i> entre os dados abióticos e bióticos para o mês de julho no Complexo Estuarino da Raposa em 2018. T – Temperatura, Sal – Salinidade, OD - Oxigênio dissolvido, Oxigênio dissolvido, ER – Estuarino-residente, EO – Estuarino-oportunista, EM – Migrantes-marinhas.	54
Tabela 9 - Matriz de correlação de <i>Spearman</i> entre os dados abióticos e bióticos para o mês de outubro no Complexo Estuarino da Raposa em 2018. T – Temperatura, Sal –	

Salinidade, OD - Oxigênio dissolvido, Oxigênio dissolvido, ER – Estuarino-residente,
EO – Estuarino-oportunista, EM – Migrantes-marinhas.55

Tabela 10 - Matriz de correlação de *Spearman* entre os dados abióticos e bióticos para o
mês de dezembro no Complexo Estuarino da Raposa em 2018. T – Temperatura, Sal –
Salinidade, OD - Oxigênio dissolvido, Oxigênio dissolvido, ER – Estuarino-residente,
EO – Estuarino-oportunista, EM – Migrantes-marinhas.55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área do estudo e a estação de coleta (nictemeral), onde foram realizadas as amostragens para o estudo do Complexo Estuarino da Raposa-MA em 2018.....	19
Figura 2 - Garrafa hidrológica do tipo Van Dorn de 5L utilizada para as coletas de água em superfície no Complexo Estuarino da Raposa-MA.	20
Figura 3 - Equipamento CTD do modelo YSI CASTWAY utilizado para coleta dos dados de profundidade, temperatura e salinidade no Complexo Estuarino da Raposa- MA.	21
Figura 4 - Rede cônico-cilíndrica utilizada nos arrastos durante as coletas do ictioplâncton no Complexo Estuarino da Raposa-MA.	22
Figura 5 - Frascos de polietileno 500ml utilizados para a conservação das amostras no campo no Complexo Estuarino da Raposa-MA.	22
Figura 6 - Equipamento pHmetro da marca HANNA modelo HI 8424, utilizado para medir o pH das amostras de água no Complexo Estuarino da Raposa-MA.....	23
Figura 7 - Estereomicroscópio da marca Zeiss Stemi 2000-C, utilizado durante as triagens e registro dos organismos.....	25
Figura 8 - Temperaturas registradas no Complexo Estuarino da Raposa-MA, durante o período amostral nos meses de abril (a), julho (b), outubro (c) e dezembro (d) de 2018.	31
Figura 9 - Salinidade registrada no Complexo Estuarino da Raposa-MA, durante o período amostral nos meses de abril (a), julho (b), outubro (c) e dezembro (d) de 2018.	33
Figura 10 – Oxigênio dissolvido registrada no Complexo Estuarino da Raposa-MA, durante o período amostral nos meses de abril (a), julho (b), outubro (c) e dezembro (d) de 2018.	36

Figura 11 – pH registrado no Complexo Estuarino da Raposa-MA, durante o período amostral nos meses de abril (a), julho (b), outubro (c) e dezembro (d) de 2018.....	38
Figura 12 – Abundância (%) de espécies de peixes estuarino oportunista (verde), migrantes marinhas (azul) e estuarina residente (vermelho) capturadas nos meses de abril (PC – período chuvoso), julho (TE – transição para estiagem), outubro (PE – período de estiagem) e dezembro (TC – transição para chuvoso no Complexo Estuarino da Raposa-MA em 2018.....	48
Figura 13 - Abundância relativa (%), das espécies de larvas de peixes capturadas no Complexo Estuarino da Raposa-MA, no mês de abril de 2018.	49
Figura 14 - Abundância relativa (%), das espécies de larvas de peixes capturadas no Complexo Estuarino da Raposa-MA, no mês de julho de 2018.	50
Figura 15 - Abundância relativa (%), das espécies de larvas de peixes capturadas no Complexo Estuarino da Raposa-MA, no mês de outubro de 2018.....	51
Figura 16 - Abundância relativa (%), das espécies de larvas de peixes capturadas no Complexo Estuarino da Raposa-MA, no mês de dezembro de 2018.....	52
Figura 17 - Diagrama de dispersão da Análise de Correspondência Canônica durante os meses de abril de 2018. T – Temperatura, Sal – Salinidade, OD - Oxigênio dissolvido.....	57
Figura 18 - Diagrama de dispersão da Análise de Correspondência Canônica durante os meses de julho de 2018. T – Temperatura, Sal – Salinidade, OD - Oxigênio dissolvido.....	58
Figura 19 - Diagrama de dispersão da Análise de Correspondência Canônica durante os meses de outubro de 2018. T – Temperatura, Sal – Salinidade, OD - Oxigênio dissolvido.....	59
Figura 20 - Diagrama de dispersão da Análise de Correspondência Canônica durante os meses de dezembro de 2018. T – Temperatura, Sal – Salinidade, OD - Oxigênio dissolvido.....	59

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo Geral.....	16
2.2 Objetivos Específicos.	16
3. METODOLOGIA.....	17
3.1 Área de Estudo.....	17
3.2 Coletas De Dados.....	19
3.3 Temperatura, Salinidade, pH e OD.....	20
3.4 Ictioplâncton	21
3.5 Dados Abióticos.....	23
3.5.1 Potencial Hidrogeniônico (pH).....	23
3.5.2 Oxigênio Dissolvido	24
3.6 Dados Bióticos.....	24
3.7 Classificação Ecológica das Larvas de Peixes.....	25
3.8 Tratamento Numérico	26
3.9 Tratamento Estatístico	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1 Dados Abióticos	28
4.2 Dados Bióticos.....	39
4.2.1 Composição Taxonômica.....	39
4.2.2 Abundância Relativa.....	46
4.2.3 Abundância Relativa Nictemeral.	49
4.2.4 Correlação de <i>Spearman</i>	53
4.2.5 Análise de Correspondência Canônica	56
5. CONCLUSÃO	62
6. BIBLIOGRAFIA	64

1. INTRODUÇÃO

Dentre os recursos importantes ao Brasil estão os peixes, sendo imprescindível o conhecimento das espécies e seus respectivos estoques, em todas as fases do ciclo de vida. Uma das fases mais importante é a larval, pois do sucesso desta fase, depende todo estoque de adultos (BEZERRA Jr, 1999). O estudo desses organismos vem sendo desenvolvido desde o século XIX, tendo como objetivos principais o conhecimento da sistemática, a biologia, a dinâmica populacional e as possíveis causas das variações dos estoques pesqueiros (HEMPEL, 1979).

A fase larval compreende um dos estágios iniciais da vida dos peixes e constitui um componente de grande importância dentro das comunidades planctônicas. Durante seu desenvolvimento, larvas e juvenis de peixes utilizam uma grande variedade de habitats, desde a plataforma continental, até lagoas costeiras, baías, estuários, incluindo a interface com a água doce (HOSS; THAYER, 1993). A fase planctônica é um período crítico do desenvolvimento das espécies, onde os padrões de abundância e distribuição espaço-temporal das comunidades são reflexos da interação de vários fatores abióticos e bióticos no meio em que vivem (GUICHARD et al., 2004; SASSA et al., 2003).

Um dos ambientes mais importantes para o desenvolvimento das larvas de peixes são os sistemas estuarinos, devido a sua produtividade elevada, sendo maior do que no rio e região costeira adjacente. Estes sistemas são favoráveis para abrigo e berçário de diversas espécies de peixes, pois apresentam altas concentrações de nutrientes que estimulam a produção primária (MANGAS et al., 2013).

O habitat estuarino é usado pelos peixes em parte ou ao longo de todo seu ciclo de vida, podendo também migrar através dos estuários entre áreas de alimentação e reprodução (ELLIOTT; HEMINGWAY, 2002). Estima-se que 80% das espécies de peixes conhecidas para os ecossistemas marinhos e estuarinos do Brasil, são exclusivamente marinhas e que 20% delas utilizam os ambientes estuarinos de forma mais ou menos permanente (HAIMOVICI; KLIPPELL, 1999). Também é grande a importância destas áreas durante o crescimento de espécies de peixes (BOEHLERT; MUNDY, 1988). A grande oferta de alimento, e conseqüente ganho no crescimento,

assim como a proteção contra predadores, são determinantes em sua função de berçário (WEISBERG, 1996; RÖNNBÄCK, 1999).

Na atualidade, mesmo com a crescente degradação dos estuários pela pressão antrópica, estes ecossistemas ainda mantêm expressiva abundância de peixes em diferentes estágios do ciclo de vida (HAJISAMAE; CHOU, 2003). Entretanto, nos ambientes estuarinos brasileiros, a dinâmica da comunidade de larvas de peixes encontra-se carente de informações (COSTA; CONCEIÇÃO, 2009) e, mesmo existindo alguns trabalhos realizados nas Regiões Norte e Nordeste, ainda é possível verificar ecossistemas com informações escassas a este respeito, como é o caso do sistema estuarino da Raposa, localizado no município da Raposa-MA, Brasil.

A sazonalidade no município é caracterizada por dois períodos distintos: chuvoso, que se estende de dezembro a junho, e de estiagem, que ocorre de julho a novembro (INMET, 2017). Os estuários, assim como as lagoas costeiras, são sistemas dinâmicos abertos influenciados e dominados por energias físicas. Nestes ambientes, é comum a ocorrência de gradientes horizontais e verticais de salinidade, geralmente se tornando mais doce com a distância da costa oceânica (DAY & YAÑEZ-ARANCIBIA, 1985).

A distribuição do ictioplâncton está suscetível a fatores físicos na coluna d'água como a ação dos ventos, gerados pelo período seco e o período chuvoso do local, que promove alterações nesses ambientes, assim como na Baía de São Marcos (NAMIKI *et al.*, 2007); A resposta do ictioplâncton aos fatores abióticos estuarinos é um importante tema de pesquisa, sendo fundamental na compreensão das relações ecológicas e gestão de recursos pesqueiros. De acordo com De Oliveira *et al* (2006), fatores como a salinidade e temperatura influenciam diretamente na distribuição e desenvolvimento das larvas de peixe.

Este conhecimento é essencial para o entendimento da dinâmica populacional dos peixes e a exploração sustentável de espécies de importância comercial (HEMPEL, 1973; RÉ, 1999; LAIDIG; SAKUMA; STANNAD, 2004; TOLAN; NEWSTEAD, 2004). Além disso, a interação dos fatores abióticos e bióticos pode interferir no recrutamento, na permanência, sobrevivência e na dispersão dos ovos e das larvas no ambiente, definindo assim a distribuição dos organismos estuarinos (LESSA *et al.*, 1999).

A identificação e caracterização das espécies das larvas de peixes também é importante para o conhecimento da época de reprodução e do potencial de exportação de cada estuário para com o pool de espécies marinhas (SILVA *et al.*, 2005). Sabe-se que no

estuário podem existir indivíduos originários de adultos reprodutores residente, de espécies migrantes-marinhas, ou de espécies oportunistas (CASTRO, 1997; Potter et al. 1997). Entretanto, a identificação taxonômica de larvas de peixes é uma tarefa difícil e complexa, principalmente pelo fato da grande similaridade morfológica encontrada nos primeiros estágios de desenvolvimento das diferentes espécies (FUIMAN, 1983; LEIS & TRNSKI, 1989; BIALETZKI et al, 1998; NAKATANI et al., 2001; ZACARDI et al, 2014).

Os estudos em relação a comunidade de larvas de peixes, além de prever a qualidade do estoque pesqueiro, tendem a caracterizar o período e a região de reprodução, através das análises de abundância e distribuição desses organismos. Os peixes ósseos em sua maioria procuram locais com aspectos que supram suas necessidades durante o período reprodutivo e de crescimento (RÉ et al., 2005).

Este estudo pretende gerar informações ecológicas e biológicas sobre as espécies de peixes estuarinos e marinhos que utilizam o estuário da Raposa em seu processo reprodutivo, inferindo quanto as suas relações sob variáveis ambientais (temperatura, oxigênio dissolvido, pH e salinidade), em um período de um ano, abrangendo os períodos de chuva, estiagem e transição.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

Caracterizar a comunidade de larvas de peixes (espécies estuarinas e marinhas), bem como sua distribuição nictemeral, sob variáveis físicas e químicas no Complexo estuarino da Raposa - MA, Brasil, considerando a sazonalidade local (chuva e estiagem).

2.2 ESPECÍFICOS

- Estabelecer a composição ictioplanctônica ao nível taxonômico mais baixo possível;

- Classificar ecologicamente (marinhas e estuarinas) as espécies de larvas de peixes do sistema estuarino da Raposa;
- Relacionar as espécies de larvas de peixes com os parâmetros salinidade, pH, oxigênio dissolvido e temperatura;
- Relacionar as espécies de larvas de peixes com os períodos de chuva e estiagem.

3. METODOLOGIA

3.1 ÁREAS DE ESTUDO

O Estado do Maranhão possui 640 km de costa, com 92% da produção pesqueira artesanal proveniente da zona costeira, a qual abriga 200 comunidades que utilizam a pesca como meio de subsistência (ALMEIDA et al., 2008). Dentre elas o município da Raposa (Figura 1) que está localizado na ilha do Maranhão. Insere-se entre as coordenadas de 02°25'22"S e 44°05'21"W, possuindo 26.327 habitantes e 64,182 km² de extensão territorial. Está localizado numa região litorânea banhada pelo Oceano Atlântico, onde as principais fontes de renda e subsistência da população são a pesca e o extrativismo de moluscos (SANTOS et al., 2014).

Essa região apresenta o clima tropical, com temperaturas máximas de 31° C, de agosto a dezembro (períodos de estiagem) e mínima de 29° C, de janeiro a junho (período chuvoso). Possui uma precipitação pluviométrica anual na faixa de 1600 - 2000 mm. (FIALHO, 2002). A orla da ilha está submetida a uma hidrodinâmica regida pelo domínio de marés semidiurnas (duas preamares e duas baixamars por dia lunar), com amplitude média de 4,6m que podem chegar a 7,2m em marés de sizígia; porém, em 75% do tempo, as amplitudes das marés são inferiores a 5,50m, marés de quadratura (GONÇALVES, [S.D]).

Na divisão hidrográfica da Ilha do Maranhão, o município de Raposa é parte importante da bacia hidrográfica do Rio Paciência (limite entre Raposa e Paço do Lumiar); e da bacia hidrográfica das praias (SILVA, 2012). O Rio Paciência nasce na parte central da ilha do Maranhão, a partir da nascente desloca-se em direção nordeste,

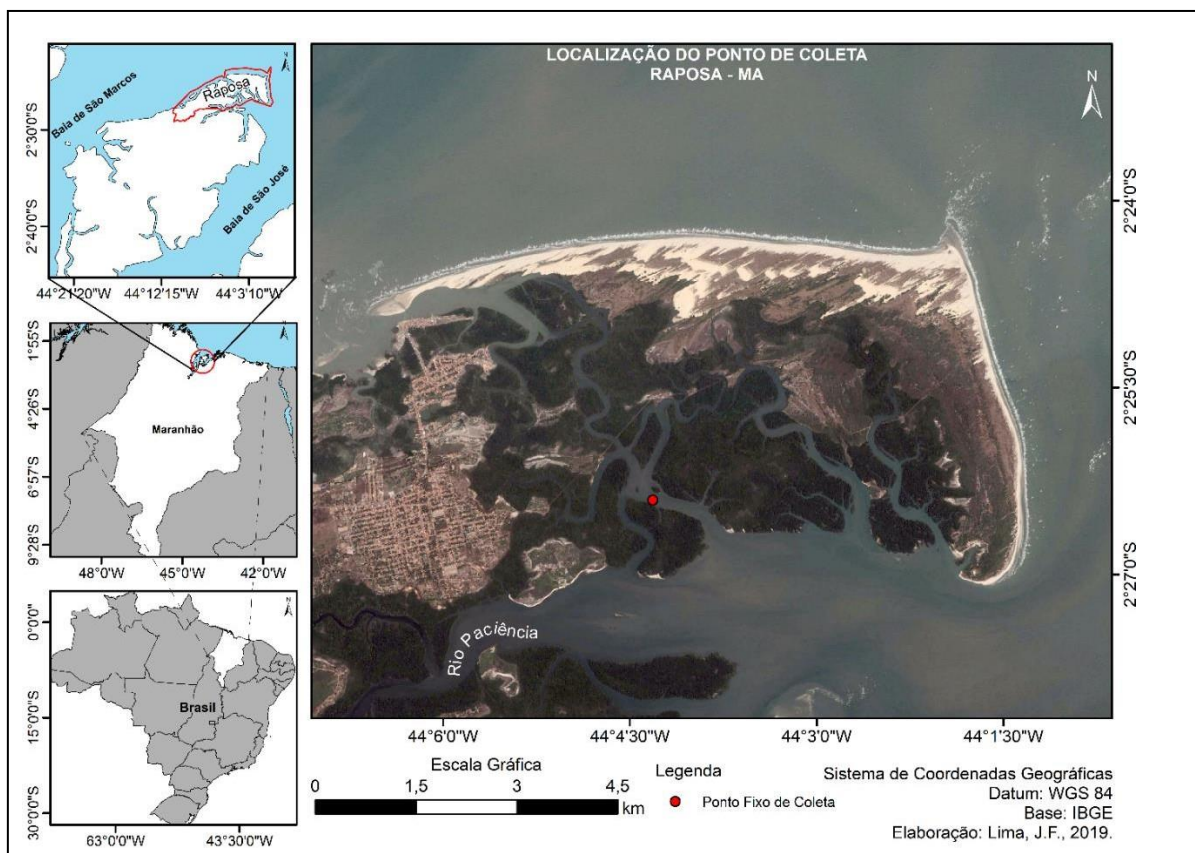
passa por parte do meio rural dos municípios de São José de Ribamar e Paço do Lumiar, desembocando, na baía de São José, em frente à ponta do Cururupu através de um pequeno estuário numa área intensamente recortada (MARANHÃO, 1998). Os demais rios da região são canais de menores escalas e volume d'água e sempre são invadidos conforme o movimento das ondas de maré, dando impressão de serem canais e não pequenos rios (SILVA, 2012).

Os estuários têm sua peculiar importância, pois funcionam como polos de atração da atividade humana (DA et al., [s.d.]). A comunidade de pescadores que habitam neste município se mantém basicamente da pesca artesanal, sendo considerada a maior comunidade pesqueira do Estado do Maranhão e com características essencialmente artesanais (LABOHIDRO, 2007).

O crescimento econômico e social decorre efeitos indesejáveis, como por exemplo, o aumento no volume de efluentes domésticos e industriais não tratados. Na maioria das vezes, o crescimento das áreas metropolitanas é aleatório e constitui a principal causa de aumento dos efluentes domésticos e mudanças no ambiente (CASTRO et al., 2007; MACEDO et al., 2007; SCHETTINI, 2016).

Os manguezais exercem funções primordiais como berçário, meio nutritivo, centro de multiplicação de numerosas espécies animais e fonte de recursos para comunidades costeiras (DINIZ, 2018), dessa forma a região de estudo apresenta todas as características propícias para o desenvolvimento de larvas de peixes.

Figura 1: Localização da área do estudo e a estação de coleta (nictemeral), onde foram realizadas as amostragens para o estudo do Complexo Estuarino da Raposa-MA em 2018.



Fonte: Base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE (2019), elaborado por LIMA, J. F. (2019).

3.2 COLETAS DE DADOS

Foram realizadas coletas nictemerais (de hora em hora), durante 13 horas no período diurno e noturno na maré de quadratura em um ciclo de maré enchente e vazante, tendo um total de 13 amostras. As expedições foram efetuadas em um ponto fixo, com as seguintes coordenadas 2°26'26.20"S e 44° 4'11.27"W (Figura 1).

As campanhas foram realizadas no período chuvoso (abril), no período de transição do chuvoso para estiagem (julho), no período de estiagem (outubro) e no período de transição de estiagem para o chuvoso (dezembro), totalizando 52 amostras, 4 campanhas em um período de 1 ano de estudo (2018) do Complexo Estuarino da Raposa.

3.3. TEMPERATURA, SALINIDADE, pH E OD

As amostras de água para análise dos parâmetros físico-químicos (pH e OD) foram coletadas por meio de garrafas hidrológicas do tipo *Van Dorn* de 5 litros em profundidade superficial (figura 2).

Figura 2: Garrafa hidrológica do tipo *Van Dorn* de 5L utilizada para as coletas de água em superfície no Complexo Estuarino da Raposa-MA.



Fonte: Google imagens.

A temperatura e salinidade foram medidas utilizando um CTD (Conductivity, Temperature & Depth) da marca YSI CastAway™ (figura 3), os dados foram anotados em planilhas de campo, foram coletados de hora em hora totalizando 13 amostras por campanha.

Figura 3: Equipamento CTD do modelo YSI CASTWAY utilizado para coleta dos dados de profundidade, temperatura e salinidade no Complexo Estuarino da Raposa-MA.



Fonte: Laboratório Integrado de Zoo e Ictioplâncton- LIZIC.

3.4. ICTIOPLÂNCTON

Para determinar as larvas de peixes presentes na coluna d'água foram realizados arrastos horizontais superficiais com duração de cinco minutos cada, as redes eram posicionadas a bombordo ou a boreste da embarcação, a uma velocidade média de arrasto de 2 nós (aproximadamente 1,03m/s), ao longo da secção fixa paralelo as margens de encontro ao fluxo central do canal. A rede de plâncton utilizada nos arrastos foi do tipo cônico-cilíndrico, 300 μ m de malha, 60 cm de diâmetro de abertura de boca e 1,5 m de comprimento (figura 4).

Figura 4: Rede cônico-cilíndrica utilizada nos arrastos durante as coletas do ictioplâncton no Complexo Estuarino da Raposa-MA.



Fonte: Laboratório Integrado de Zoo e Ictioplâncton- LIZIC.

As amostras coletadas posteriormente foram reservadas em frascos de 300 ml (figura5) e fixadas em solução de formaldeído a 4% neutralizado com bórax para em seguida ser analisadas em laboratório.

Figura 5: Frascos de polietileno 500ml utilizados para a conservação das amostras no campo no Complexo Estuarino da Raposa-MA.



Fonte: Laboratório Integrado de Zoo e Ictioplâncton- LIZIC.

3.5 DADOS ABIÓTICOS

Todos os dados de temperatura e salinidade anotados em planilhas foram organizados em tabelas e distribuídos por campanha, através de um programa de processamento de dados.

Os parâmetros Físicos e químicos foram processados no Laboratório de Biogeociclos dos Constituintes Químicos da água (LABCICLOS) do Departamento de Oceanografia e Limnologia (DEOLI) localizados na Universidade Federal do Maranhão (UFMA).

3.5.1 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH)

O pH foi medido através de um pHmetro de bancada da marca Hanna, modelo HI8424 (Figura 6). Antes de ser utilizado, o aparelho teve que ser calibrado a partir de dois pontos, colocando o valor do pH da solução tampão com temperatura indicada em um termômetro como orientava o fabricante. Foram utilizadas duas soluções-tampão, uma de pH 7,00 e outra de pH 10,00 (que era a mais próxima a ser mensurada).

Figura 6 - Equipamento pHmetro da marca HANNA modelo HI 8424, utilizado para medir o pH das amostras de água do Complexo Estuarino da Raposa-MA.



Fonte: Laboratório de Biogeociclos dos Constituintes Químicos da Água - LABCICLOS.

3.5.2 OXIGÊNIO DISSOLVIDO

Para a análise de oxigênio dissolvido o método empregado foi o iodométrico clássico de Winkler (1888), de titrimetria de oxidação e redução, com soluções de manganês divalente Mn^{2+} (R1) e de iodeto alcalino de potássio (R2), preparados previamente e adicionados nas amostras ainda em campo. Em laboratório, foi feito a titulação e padronização para determinação de oxigênio dissolvido ($mg\ L^{-1}$).

3.6 DADOS BIÓTICOS

As amostras do ictioplâncton foram processadas no Laboratório Integrado de Zooplâncton e Ictioplâncton – LIZIC do Departamento de Oceanografia e Limnologia – DEOLI da Universidade Federal de Maranhão-UFMA. O processamento consiste na triagem dos ovos, larvas e juvenis de peixes, que são separados dos demais organismos planctônicos. Logo após a triagem, iniciou-se a identificação das larvas de peixes.

A identificação das larvas de peixes foi realizada ao nível taxonômico mais baixo possível de acordo com as seguintes obras: Arhstrom Symposium (1983); Fahay (1983); Moser (1984); Okyama (1988); Matarese *et al.* (1989); Olivar e Fortuño (1991); França *et al.*, (2007); Zacardi (2009) entre outros como o site de busca *Fishbase* (FROESE e PAULY, 2019).

A triagem foi realizada com o auxílio de um estereomicroscópio binocular (figura 7), em laboratório, o processo de triagem consiste na separação e remoção de larvas de peixes do material não desejado, ou seja, partes vegetais, detritos, sedimentos e outros organismos, também auxiliou na obtenção das medidas, contagem de miômeros, raios das nadadeiras, observação de pigmentação e formatos.

Figura 7 - Estereomicroscópio da marca Zeiss Stemi 2000-C, utilizado durante as triagens e registro dos organismos.



Fonte: Laboratório Integrado de Zoo e Ictioplâncton- LIZIC.

3.7 CLASSIFICAÇÃO ECOLÓGICA DAS LARVAS DE PEIXES

A classificação das espécies foi realizada em 4 categorias de acordo com o habitat dos estágios adultos, baseado sobre as publicações: Castro (1997), Potter et al. (1997), Nelson (2006), Figueiredo et al. (2002), Moser et al. (1984), Fahay (1983), Leis and Rennis (1983), Neta (2011), Nunes (2011), Piorski (2011), as espécies foram classificadas como:

- Estuarino-residente – ocorrem no estuário e completam todo o seu ciclo biológico nele;
- Migrantes-marinhas – ocorrem ocasionalmente no estuário;
- Estuarino-oportunista – utilizam o estuário para completar uma etapa do seu ciclo;
- Espécies de água doce – ocorrem em locais próximos de rios, as vezes penetram em ambientes de alta salinidade.

3.8 TRATAMENTO NUMÉRICO

Com os dados quantitativos de larvas de peixes foi realizada a Abundância Relativa (Ar %), foi calculada de acordo com a Equação a seguir:

$$Ar = \frac{Na \cdot 100}{NA}$$

Onde:

Ar= Abundância relativa (%)

Na= Número de fase em desenvolvimento/espécie observada

NA= Número total da amostra.

Para a classificação da abundância dos ovos e larvas de peixes, foi utilizada a classificação clássica descrita por Makoto & Tsutomu (1984), (Tabela 1).

Tabela 2- Classificação da Abundância Relativa descrita por Makoto & Tsutomu (1984), de acordo com a porcentagem resultante desses organismos.

Abundância Relativa	Valor
Muito Abundante	$AR > 70\%$
Abundante	$40\% < AR \leq 70\%$
Pouco Abundante	$10\% < AR \leq 40\%$
Rara	$AR \leq 10\%$

3.9 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

A comparação dos valores de abundância entre as larvas de peixes e os dados abióticos foi avaliada através do teste de Kruskal Wallis, seguido da comparação pareada pelo teste de Mann Whitney. A homocedasticidade foi verificada pelo teste de Levene, a qual sinalizou variâncias heterogêneas, exigindo assim a aplicação da estatística não paramétrica (ZAR, 1999).

A análise de correlação de *Spearman*, foi realizada com a abundância total das espécies de larvas de peixes, para verificar a relação entre os dados de temperatura,

salinidade, pH e OD na caracterização dos indivíduos durante os meses de coleta. Destaca-se a avaliação preliminar da normalidade dos dados para a utilização da correlação, devido ao fato dos dados não apresentarem uma distribuição normal, não sendo confirmada a normalidade e a homoscedasticidade, optou-se por utilizar a correlação de *Spearman*. Os dados foram testados a um nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

Para avaliar os efeitos da variabilidade dos períodos chuvoso e estiagem, a distribuição nictemeral e os efeitos das variáveis ambientais sobre a abundância dos tipos de larvas de peixes, foi realizada uma análise de correspondência canônica-ACC. Esta análise busca identificar e quantificar a associação entre dois conjuntos de variáveis (abióticos e bióticos), sendo que sua correlação pode variar de 1 (um) a -1 (menos um), sendo os valores mais próximos de 1 positivo diretamente correlacionados e os mais próximos de 1 negativo inversamente correlacionados.

Essa análise foi realizada por meio do software de análises numéricas Past v.3.14 (HAMMER et al., 2007). No programa, os dados físicos e de ictioplâncton passaram por uma transformação, sendo os abióticos padronizados (Equação 3) e os bióticos normalizados (Equação 4), conforme a seguir:

3

$$\text{Variável abiótica} = \frac{x - \text{média}}{\text{desvp}}$$

Onde:

X = variáveis abióticas;

Média = média dos dados abióticos e;

Desvp = Desvio padrão dos dados abióticos.

4

$$\text{Variável biótica} = \log(x + 1)$$

Os dados foram logaritmizados, sendo que x é equivalente as variáveis bióticas que foram avaliadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DADOS ABIÓTICOS

Durante o estudo realizado no Complexo Estuarino da Raposa em 2018, foram observadas variações mínimas de temperatura durante todo o período amostral. As temperaturas variaram entre 28,04 °C e 29,77 °C, sendo que a menor temperatura 28,04 °C ocorreu no mês de outubro (3ª campanha), às 6h59min e a máxima 29,77 °C correspondente ao mês de abril (1ª campanha) durante às 11h03min. (Tabela 2).

Em relação à salinidade, pode-se observar diferentes valores durante todo o período amostral, comprovando a sazonalidade da região e as diferentes sazonalidades. Os valores mínimos ocorreram nos meses de abril (23,55 g Kg⁻¹) e julho (29,62 g Kg⁻¹), nos meses de outubro e dezembro apresentaram máximas acima de 35 g Kg⁻¹ (Tabela 2)

O pH não mostrou variações expressivas os seus valores variaram entre 7,74 no mês de dezembro e 8,43 no mês de outubro. Esse resultado indica um ambiente com pH alcalino (Tabela 2)

Em relação ao oxigênio dissolvido, os seus valores apresentaram mínimas de 2,34 mg L⁻¹ no mês de abril, e máximas de 8,46 mg L⁻¹ no mês de julho. Demonstrando assim, uma variação relevante (Tabela 2).

Tabela 2 - Dados de temperatura (°C), salinidade (g Kg⁻¹), Oxigênio dissolvido (mg L⁻¹) e pH registrados no Complexo Estuarino da Raposa-MA durante as campanhas amostrais nos meses de abril, julho, outubro e dezembro de 2018.

Coletas	1ª Campanha (Abril)					2ª Campanha (Julho)					3ª Campanha (Outubro)					4ª Campanha (Dezembro)				
	Horário de Coleta	Temperatura (°C)	Salinidade (g kg ⁻¹)	OD (mg L ⁻¹)	pH	Horário de Coleta	Temperatura (°C)	Salinidade (g kg ⁻¹)	OD (mg L ⁻¹)	pH	Horário de Coleta	Temperatura (°C)	Salinidade (g kg ⁻¹)	OD (mg L ⁻¹)	pH	Horário de Coleta	Temperatura (°C)	Salinidade (g kg ⁻¹)	OD (mg L ⁻¹)	pH
1 ^a	09h15	29,74	26,03	2,34	8,03	09h06	28,34	29,87	7,58	7,91	07h36	28,08	35,56	3,65	8,26	03h38	28,79	34,26	5,16	7,84
2 ^a	10h16	29,75	26,06	4,81	8,12	10h00	28,51	29,99	8,46	8,05	08h39	28,13	36,04	3,79	8,21	04h43	28,71	34,01	3,44	7,87
3 ^a	11h03	29,77	26,05	4,87	8,18	11h00	28,52	30,16	8,43	8,09	09h38	28,18	36,13	3,42	8,15	05h40	28,64	33,49	3,61	7,84
4 ^a	12h15	29,76	25,98	5,16	8,2	11h58	28,7	30,01	7,24	8,03	10h38	28,4	36,06	3,79	8,18	06h42	28,55	32,73	3,97	7,86
5 ^a	13h23	29,73	25,73	4,11	8,1	13h33	28,78	29,83	7,12	7,95	11h38	28,34	36,02	4,02	8,2	07h44	28,55	32,68	4,09	7,74
6 ^a	14h18	29,66	25,45	4	8,12	14h09	29	29,74	7,51	7,86	12h40	29,01	36,04	4,07	8,26	08h50	28,62	33	3,79	7,78
7 ^a	15h05	29,62	24,86	4,65	8,09	15h01	29,1	29,7	8,25	7,88	13h45	28,69	35,8	4,48	8,29	09h45	28,74	33,37	4,13	7,83
8 ^a	16h00	29,48	23,59	4,46	8,05	16h01	29,31	29,73	7,73	7,96	14h46	28,54	35,86	4,29	8,38	10h45	28,87	32,98	4,46	7,88
9 ^a	17h09	29,48	23,55	4	8,03	16h58	29,36	29,72	8,23	7,99	15h46	28,64	35,57	4,83	8,41	11h42	28,87	34,85	4,69	7,93
10 ^a	18h10	29,54	23,98	4,04	8,05	18h00	29,33	29,68	7,85	7,94	16h39	28,66	35,66	4,9	8,43	12h45	28,94	35,93	3,44	8,03
11 ^a	19h05	29,42	23,76	3,93	8,04	19h00	29,14	29,67	3,97	7,89	17h44	28,74	35,67	4,55	8,41	13h50	29,02	36,09	2,98	8,04
12 ^a	20h02	29,34	24,65	4,4	8,09	20h00	29,02	29,62	4,13	7,99	18h47	29,06	35,95	4,25	8,29	14h42	28,07	36,03	2,85	8,02
13 ^a	21h27	29,45	24,92	4,72	8,15	20h58	28,93	29,89	4,29	8	19h35	28,93	35,89	4,22	8,3	15h40	29,14	35,08	4,9	7,98

Na 1ª campanha, houve poucas variações de temperatura durante todo o dia. Os maiores valores registrados foram 29,77 °C e 29,76 °C que ocorreram durante os horários da manhã entre as 11h03min e 12h15min. Horários esses que coincidem com a maior incidência solar do dia. No decorrer do dia, a temperatura diminuiu gradativamente, a partir das 17h09min até as 21h27min. A temperatura apresentou valores mais baixos em relação aos horários da manhã. A menor temperatura observada no horário de 20h02min com 29,34 °C (Figura 8a).

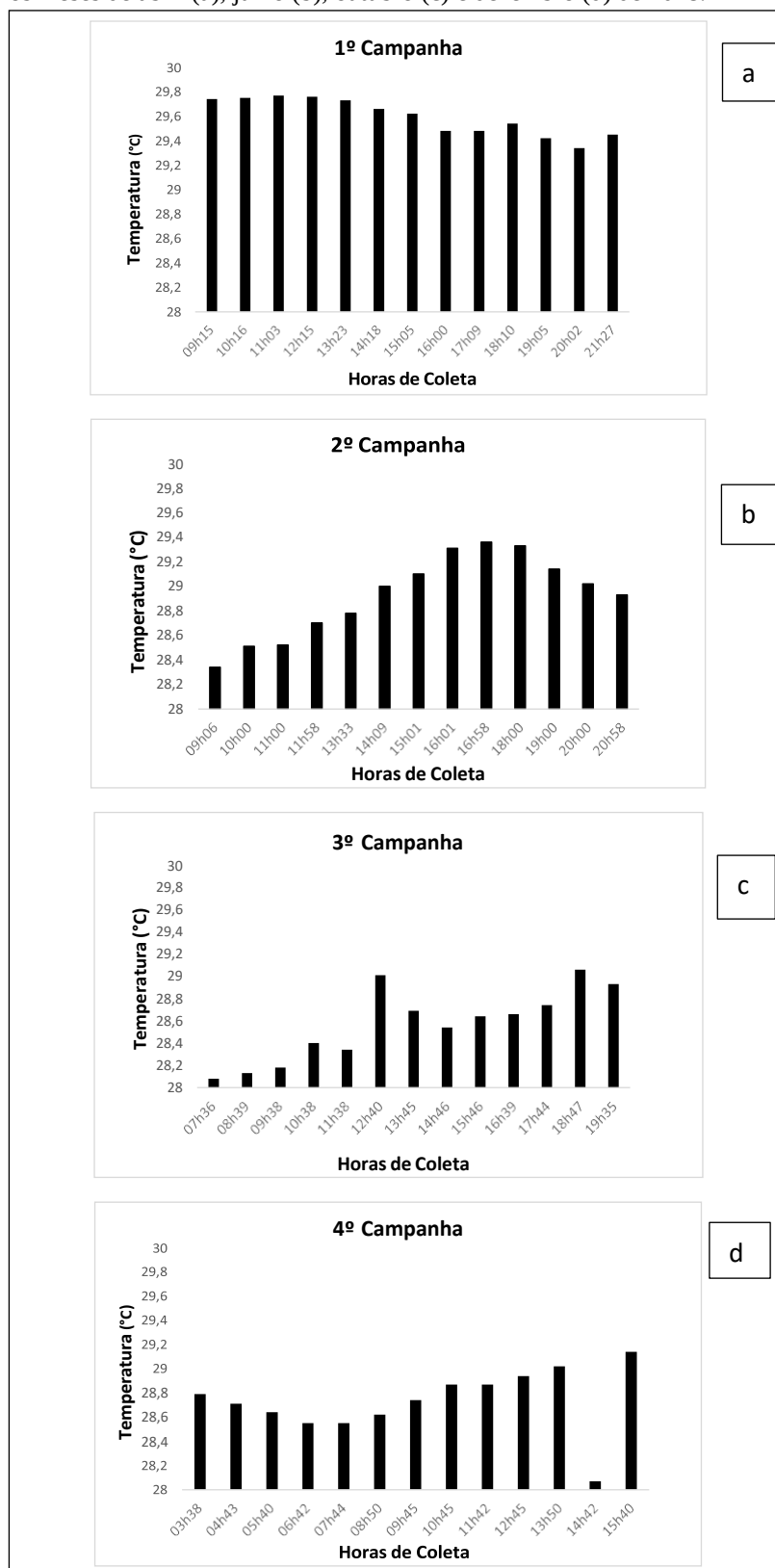
Na 2ª campanha aconteceu o inverso da 1ª campanha. Os menores valores de temperatura foram registrados durante os horários da manhã das 09h06min às 13h33min, com 28,34 °C e 28,78 °C, respectivamente. Nas últimas horas de coleta foram registrados os valores mais altos de temperatura, com máxima 29,36 °C às 16h58min. Esse aumento de temperatura durou até as 20h00min, com 29,02 °C, onde voltou a diminuir a temperatura (Figura 8b).

Na 3ª campanha os valores apresentaram poucas variações, tendo dois picos máximos de temperatura durante o dia: o primeiro ocorreu às 12h40min com 29,01°C, e às 18h47min com 29,06 °C ocorreu o segundo pico do dia (Figura 8c). O valor mais baixo registrado foi às 07h36min com 28,08 °C. A partir desse horário a temperatura começou a subir gradativamente até o primeiro pico de temperatura mencionado anteriormente. No horário de 13h69min a temperatura registrava 28,69 °C, essa também, logo após registrou um aumento gradativo até o segundo pico, também mencionado anteriormente.

Na 4ª campanha os valores registrados apresentaram poucas variações durante todo o dia, com mínimas de 28,07 °C às 14h42min, e 28,55 °C às 06h42min (Figura 8d). A temperatura aumentou gradativamente durante o dia, até apresentar máximas 29,02 °C às 13h50min e 29,14 °C às 15h40min. No intervalo desses dois horários foi obtido o mínimo valor de temperatura do dia, já citado mais acima no texto.

No geral, foi perceptível que os valores de temperatura obtiveram poucas variações durante todo o período amostral. De acordo com Silva, 2012, os valores permaneceram dentro da média de temperatura anual da região, que no período chuvoso registra média de 17 °C e no período de estiagem média de 31°C.

Figura 8 - Temperaturas registradas no Complexo Estuarino da Raposa-MA, durante o período amostral nos meses de abril (a), julho (b), outubro (c) e dezembro (d) de 2018.



Em relação à salinidade, foi observado durante a 1ª campanha variações de 23,55 g kg⁻¹ às 17h09min e 26,06 g Kg⁻¹, às 09h15min (Figura 9a). Os maiores valores entre 26,06 g Kg⁻¹, 26,05 g Kg⁻¹ e 26,03 g Kg⁻¹ foram observados durante à manhã 9h15min até às 11h03min. Observou-se uma queda gradativa a partir daí, de 25,98 a 23,55g Kg⁻¹ nos horários das 12h15min às 17h09min. No horário da noite 18h10min houve uma pequena elevação nos valores de salinidade de 23,98 g kg⁻¹ a 24,92 g kg⁻¹, às 21h27min. A 1ª campanha é referente ao período chuvoso na região, sendo assim, acredita-se que a baixa salinidade em relação às outras campanhas seja por conta do regime de chuvas na região, e consequentemente o aumento do aporte continental de água pelo Rio Paciência.

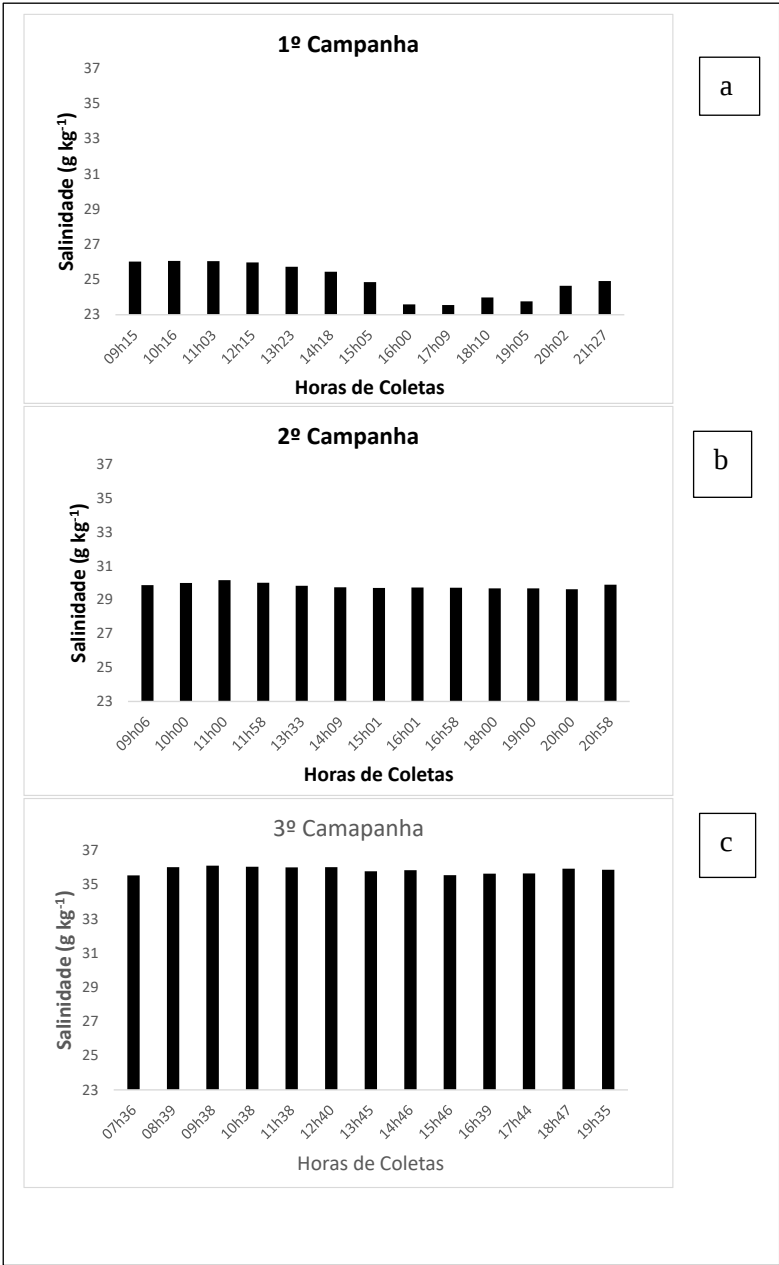
Na 2ª campanha, não houve variação nos valores de salinidade, porém as concentrações foram maiores quando comparados com a 1ª campanha. Os valores obtidos estiveram entre 29 g kg⁻¹ e 30 g kg⁻¹ ao longo de todo o dia. A maior salinidade registrada foi no horário de 11h00min, com 30,16 g kg⁻¹ de salinidade, assim sendo o maior valor neste período. Por se tratar de um período de transição do chuvoso para estiagem, esse aumento nos valores de salinidade é explicado devido ao aumento de temperatura, que influencia na evaporação da água na região, e por ter menos influência do aporte continental de água. O menor valor de salinidade foi visto durante o horário de 20h00min com 29,62 g kg⁻¹ (Figura 9b).

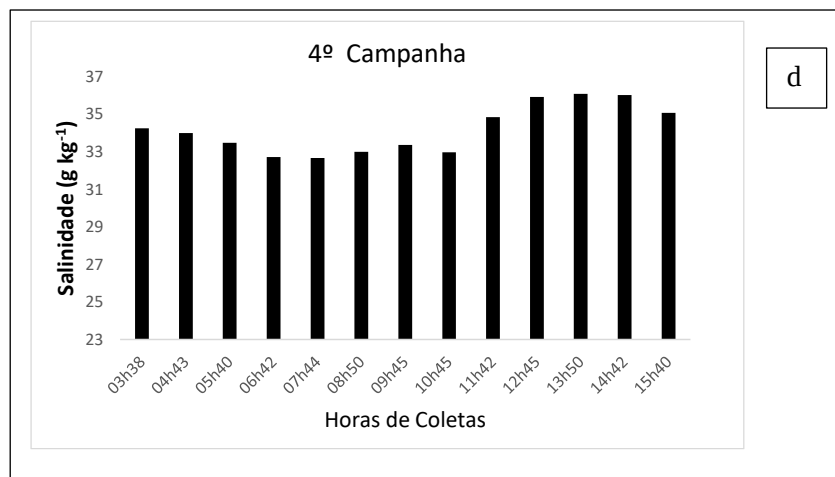
Durante a 3ª campanha não houve grandes variações na salinidade, mas os valores são maiores que na 1ª e 2ª campanha. O menor valor de salinidade foi registrado no horário de 07h36min (35,56 g kg⁻¹), a partir disso, houve um aumento gradativo no horário de 08h39min (36,04 g kg⁻¹) até às 12h40min (36,04 g kg⁻¹), respectivamente. O maior valor foi registrado às 08h39min, com valor de 36,13 g kg⁻¹ (Figura 9c). Esses valores comprovam que o período de estiagem tende ao aumento dos valores de salinidade. Isso se dá devido a pouca chuva na região nessa época, e o aumento de temperatura, que corrobora com a evapotranspiração da água, deixando-a com altos valores de salinidade.

Em relação a 4ª campanha, os valores de salinidade variaram entre 32,68 g kg⁻¹ e 36,09 g kg⁻¹, nos horários de 07h44min e 13h50min (Figura 9d). Os menores valores foram obtidos às 06h42min (32,73 g kg⁻¹) e 07h44min (32,68 g kg⁻¹). Os maiores valores foram registrados às 13h50min (36,09 g kg⁻¹) e 14h42min (36,03 g kg⁻¹). Pode-se observar que houve um aumento gradativo da salinidade no decorrer do dia, e a temperatura pode

ter influenciado nesses valores, devido a evapotranspiração. A variação também foi maior que na 3ª campanha, por se tratar de um período de transição de estiagem para o chuvoso, o aporte pluvial e fluvial aumenta nessa época.

Figura 9 - Salinidade registrada no Complexo Estuarino da Raposa-MA, durante o período amostral nos meses de abril (a), julho (b), outubro (c) e dezembro (d) de 2018.





No geral, os valores de oxigênio dissolvido (mg L^{-1}) apresentaram grande variabilidade entre os períodos de coletas, variando entre mínima de $2,34 \text{ mg L}^{-1}$ às 09h15min, na 1ª campanha, e máxima de $8,46 \text{ mg L}^{-1}$ às 10h00min, na 2ª campanha (Figura 10).

O conhecimento do conteúdo de oxigênio dissolvido no ambiente estuarino é importante para o entendimento dos processos bioquímicos e biológicos, tais como: respiração e oxidação da matéria orgânica e de compostos químicos, os quais são processos metabólicos celulares indispensáveis à vida vegetal e animal (FLORES MONTES, 1996; ESTEVES, 1998).

A 1ª campanha (Figura 10a) apresentou mínima de $2,34 \text{ mg L}^{-1}$ às 09h15min. Valor esse abaixo da média para um ambiente saudável de acordo com a Resolução CONAMA N°20 (1986), um ambiente com maior consumo e menor produção de O_2 . E máxima de $5,16 \text{ mg L}^{-1}$ às 12h15min, valor aceitável para um ambiente mais saudável para reprodução e menos estressante.

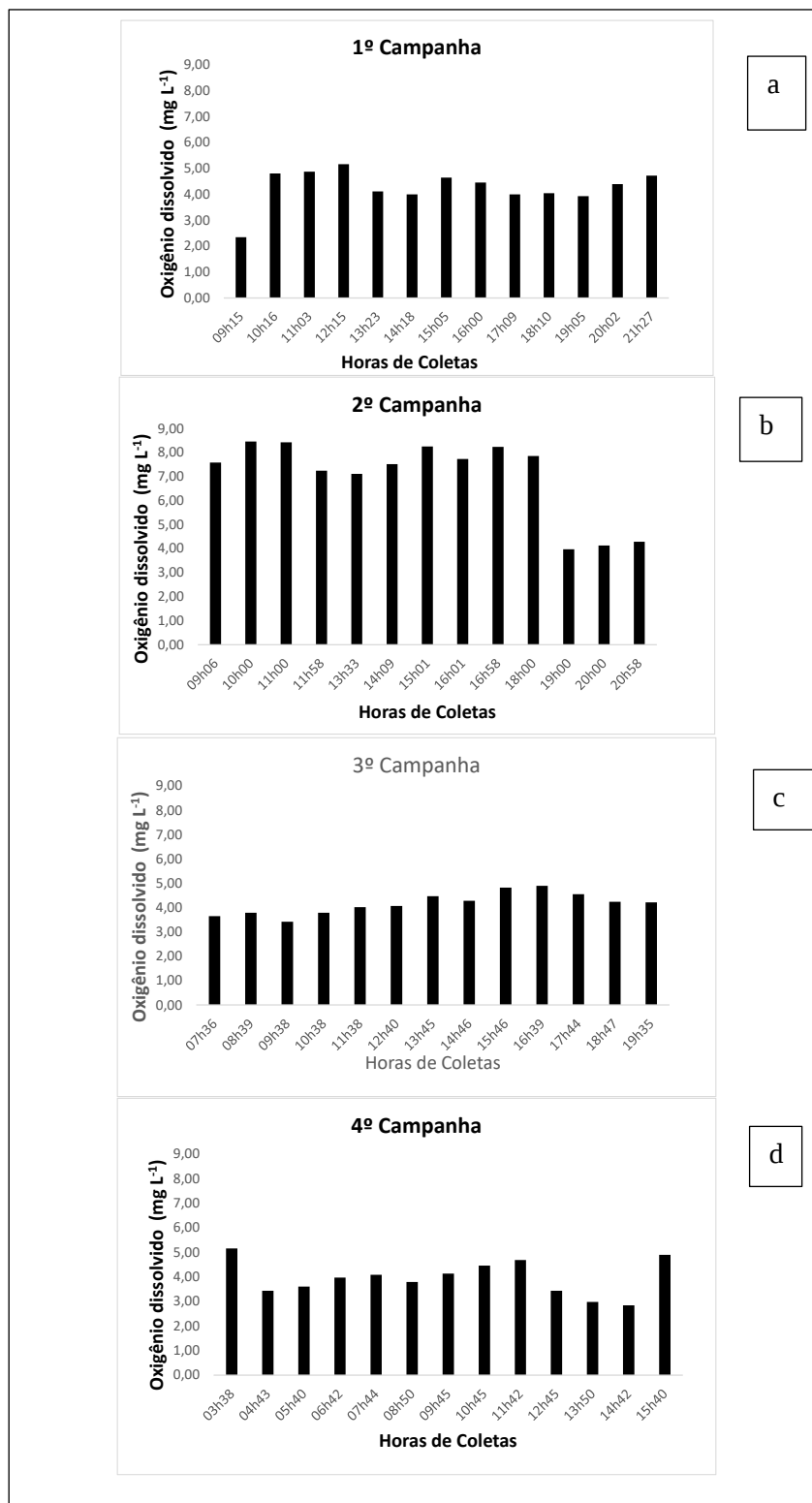
Em relação a 2ª campanha, onde observou-se a maior variabilidade em todo o período amostral, com mínima de $3,98 \text{ mg L}^{-1}$ às 19h00min, e máxima de $8,46 \text{ mg L}^{-1}$ às 10h00min (Figura 10b), pode-se observar também que houve uma queda nos valores a partir da noite. As 18h10min foi registrado uma queda de 7,85 para $4,29 \text{ mg L}^{-1}$ às 20h58min. Esses valores podem ter ligação direta com a maré, já que quanto maior a influência de água marinha no ambiente, maior é o índice de oxigênio dissolvido. pois

águas marinhas tem naturalmente maior quantidade de oxigênio dissolvido. Devido ao turbilhonamento provocado pela entrada de água marinha no ambiente estuarino, durante a preamar, pois é reportado que, além do processo fotossintético, as principais fontes de oxigênio para as camadas d'água são, exatamente, o encontro entre água salgada e doce, com seu consequente turbilhonamento (MCLUSCKY, 1971)

A 3ª campanha apresentou pouca variabilidade em relação as outras campanhas já citadas, com mínima de 3,42 mg L⁻¹ às 09h38min, e máxima de 4,90 mg L⁻¹ às 16h39min (Figura 10c). Dentre dessa variabilidade, os indivíduos sobrevivem em regime de baixo desempenho (CONAMA N°20, 1986).

Em relação a 4ª campanha, observou-se uma boa variabilidade, com mínima de 2,85 mg L⁻¹ às 14h42min, e máxima de 5,16 mg L⁻¹ às 03h38min (Figura 10d). Os níveis de oxigênio dissolvido em águas naturais é, com frequência, uma indicação direta da qualidade, uma vez que este gás é essencial para subsistência de peixes e outras vidas aquáticas heterotróficas e auxilia na decomposição natural de matéria orgânica (ESCHRIQUE, 2011).

Figura 10 – Oxigênio dissolvido registrada no Complexo Estuarino da Raposa-MA, durante o período amostral nos meses de abril (a), julho (b), outubro (c) e dezembro (d) de 2018.



De maneira geral, o pH não teve grandes variações na região durante todo o período amostral (Figura 11). O pH pode ser considerado uma das variáveis mais importantes para a caracterização dos ambientes aquáticos, ao mesmo tempo em que pode

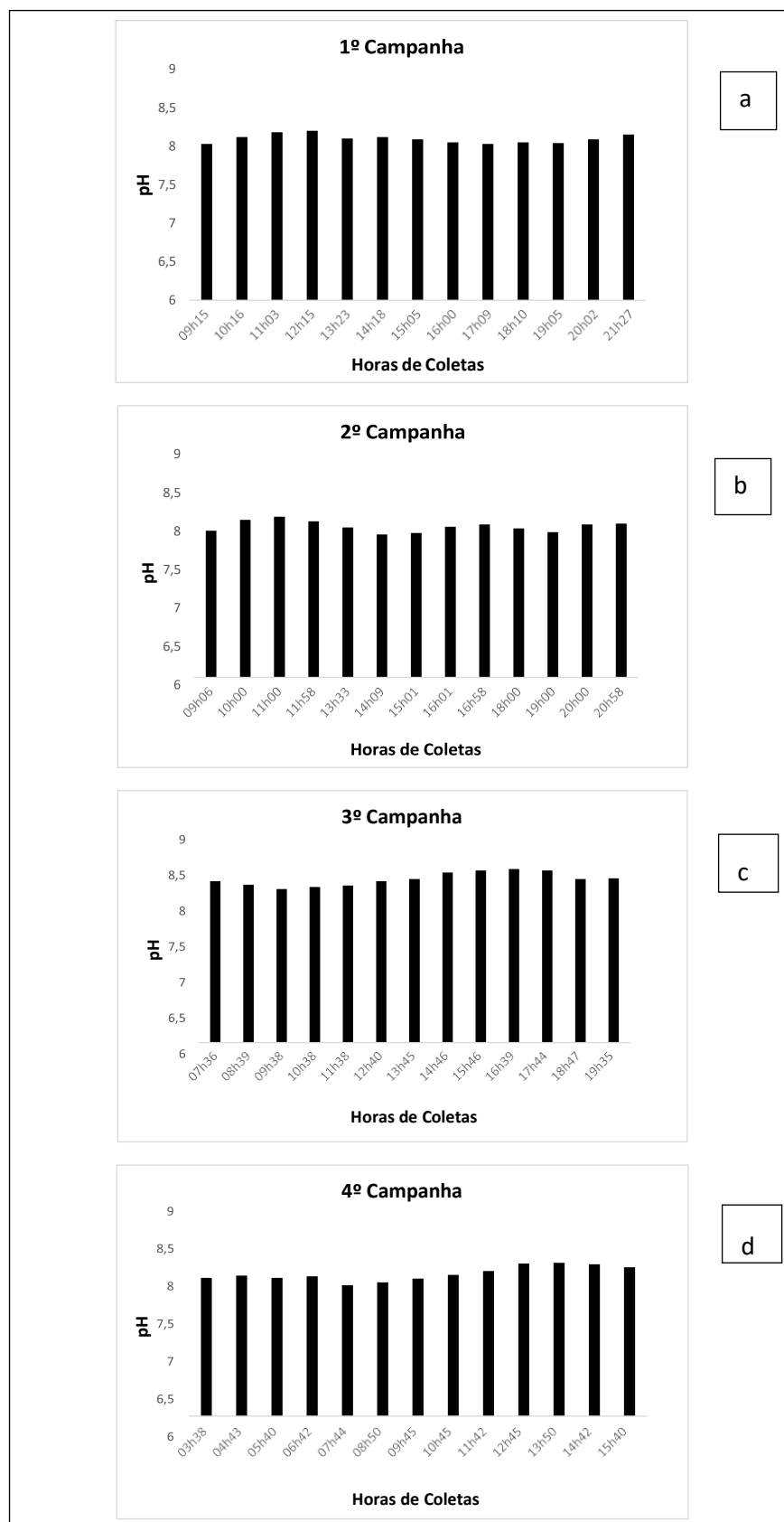
ser uma das variáveis mais difíceis de interpretar, devido ao grande número de fatores que pode influenciá-lo (ESCHRIQUE, 2011).

Na 1ª campanha o pH variou entre mínimas de 8,03 às 09h15min, e máximas de 8,18 às 11h03min (Figura 11a). Na 2ª campanha também não apresentou grande variabilidade, mínima de 7,86 às 14h09min, e máxima de 8,09 às 11h00min (Figura 11b). Os valores apresentados foram mais baixos que na 1ª campanha. O pH local está diretamente relacionado com a influência da maré, uma vez que a água marinha apresenta um pH mais básico, pode-se pressupor que no momento das coletas a maré estivesse vazante, o que seria um fator a modificar o pH. Essa explicação também pode ser considerada caso ocorresse o contrário, assim como ocorre nas 1ª e 3ª campanhas, onde foram registrados os maiores valores de pH.

Em relação a 3ª campanha, os valores variaram entre 8,15 às 09h38min, e 8,43 às 16h39min. Os valores apresentados nessa campanha foram os maiores dentre o período amostral (Figura 11c).

Na 4ª campanha foi observado valores parecidos com os da 2ª campanha. Foram obtidos valores mínimos de 7,74 às 07h44min, e máximos de 8,04 às 14h42min (Figura 11d). Coincidentemente os períodos de transição, tanto de chuvoso para estiagem, quanto de estiagem para chuvoso, apresentaram valores parecidos, que podem ter sido influenciados pela maré vazante no momento de coleta.

Figura 11 – pH registrado no Complexo Estuarino da Raposa-MA, durante o período amostral nos meses de abril (a), julho (b), outubro (c) e dezembro (d) de 2018.



4.2 DADOS BIÓTICOS

4.2.1 COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA

Durante todo período amostral, quatro campanhas, foram coletadas um total de 633 larvas de peixes, identificadas em 5 ordens: Beloniformes, Atheriniformes, Perciformes, Clupeiformes e Pleuronectiformes. 11 famílias: Achiridae, Atherinopsidae, Bleniidae, Carangidae, Clupeidae, Engraulidae, Gerreidae, Gobiidae, Hemiramphidae, Sciaenidae e Scombridae. E 17 espécies conforme consta nas tabelas 3, 4, 5 e 6. Para alguns indivíduos não foi possível a identificação a nível de espécie, pois estes se encontravam no estágio de vida larval ainda em saco vitelínico e pré-flexão. A falta de referências disponíveis e adequadas para a identificação das larvas nesses estágios impossibilita o trabalho de identificação.

Na 1ª campanha, mês de abril, período chuvoso (Tabela 3), foi registrado 129 indivíduos, pertencentes às famílias Atherinopsidae, Bleniidae, Clupeidae, Engraulidae, Gobiidae, Sciaenidae, Scombridae e Achiridae.

A ordem Clupeiformes obteve a maior abundância durante as horas de coleta, bem como apareceram em maior número a partir da 8ª hora. Os representantes dessa ordem foram: Clupeidae (*Sardinella brasiliensis*) e Engraulidae (*Anchoa sp* e *Centegraulis edentulus*).

A segunda ordem mais abundante foi a Perciformes, com representantes das famílias Gobiidae: (*Coryphopterus sp*), Sciaenidae (*Bairdiella sp*, *Cynoscion sp* e *Cynoscion chrysoura*) e a família Scombridae, que ocorreram com maior abundância a partir da 3ª hora. Em relação aos indivíduos da família Scombridae, não foi possível identificar nenhuma espécie, pois só ocorreu 1 indivíduo que estava na fase de saco vitelínico. O *Hypsoblennius sp* da família Bleniidae também só ocorreu uma única vez na 6ª hora.

Em relação a 2ª campanha, mês de julho, período de transição de chuva para estiagem (Tabela 4), ocorreram um total de 288 indivíduos. Mais uma vez os Clupeiformes, com representantes das famílias Clupeidae (*Lile piquitinga*) e Engraulidae (*Anchoa clupeoides* e *Lycengraulis grossidens*), foi a que mais ocorreu durante o dia, e foi registrada na maioria das horas. Em seguida tem a ordem Perciformes, com

representantes das famílias Carangidae (*Oligoplites saurus*), Gerreidae (*Eugerres lineatus*) e Sciaenidae (*Cynoscion sp*), que também ocorreram na maioria das horas do dia. A espécie que mais ocorreu em toda a 2ª campanha foi a *Atherinella brasiliensis*, da família Atherinopsidae. A ordem Pleuronectiformes também obteve uma grande ocorrência, com representantes da família Achiridae (*Achirus achirus*). Espécies como: *Hyporhamphus unifasciatus*, *Lile piquitinga*, *Lycengraulis edentulus*, *Eugerres lineatus* e *Cynoscion sp*. foram registradas em apenas uma das horas de coleta realizadas ao longo do dia.

A 3ª campanha, mês de outubro, período de estiagem (Tabela 5), foi o período que se observou a menor ocorrência de larvas de peixes dentre todas as outras campanhas, com um total de 69 indivíduos. A *Atherinella brasiliensis* teve a maior abundância entre todas as espécies, ocorreu a maior parte nas primeiras horas de coleta. *Lycengraulis grossidens* foi a segunda espécie com maior ocorrência. As espécies *Lile piquitinga*, *Sardinella brasiliensis*, *Cetengraulis edentulus*, *Oligoplites saurus* e *Bathygobius sp*, foram registradas apenas uma vez durante as horas de coleta ao longo do dia.

Sobre a 4ª campanha, mês de dezembro, correspondente ao período de transição de estiagem para o chuvoso (Tabela 6), foram registrados 147 indivíduos. A ordem Clupeiformes obteve a maior ocorrência, com representantes das famílias Clupeidae (*Sardinella brasiliensis*) e Engraulidae (*Anchoa clupeioides* e *Centengraulis edentulus*), que ocorreram na maioria das horas registradas. A espécie que mais ocorreu foi a *Atherinella brasiliensis*, também registrada na maioria dos horários. A *Anchoa clupeioides* só ocorreu uma única vez nessa campanha, na 6ª hora. A ordem Perciformes teve o maior número de espécies registradas, com representantes das famílias Carangidae (*Oligoplites saurus*), Gerreidae (*Eucinostomus gula*), Gobiidae (*Bathygobius sp*), Sciaenidae (*Bardiella ronchus*, *Cynoscion sp* e *Cynoscion leiarchus*).

A ictiofauna marinha na região norte do Brasil tem destaque pela sua alta diversidade, este recurso natural é citado como importante meio de sobrevivência para os ribeirinhos e de grande valor comercial para a indústria pesqueira (SOUZA et al, 2002).

Essa diversidade pode ser vista também na composição da comunidade de larvas de peixes registrada no Complexo Estuarino da Raposa, que mostra registro semelhante aos identificados por Silveira (2011), em seu estudo realizado na Zona Econômica Exclusiva do estado do Maranhão, onde evidenciou espécies pertencentes as famílias

Achiriidae, Atherinopsidae, Bleniidae, Carangidae, Clupeidae, Engraulidae, Gerreidae, Gobiidae, Hemiramphidae e Sciaenidae. Estando também presente nos estudos de Castro et al. (2005) no rio Formoso em Pernambuco, e nos estudos realizados na Baía de Marajó em Belém (ZACARDI et al., 2016) Isso evidencia que esses organismos ocorrem ao longo da costa norte e nordeste do Brasil.

Além de registradas amplamente na região norte, principalmente em ambientes marinhos e estuarinos (CONTENTE et al., SILVEIRA, 2011; ZACARDI et al., 2016), essas famílias são também registradas na região costeira do Nordeste do Brasil (CASTRO et al. 2005), mostrando assim, que há uma ampla distribuição desses organismos de importância comercial nessas duas regiões.

Foi possível observar durante o período amostral que espécies como *Atherinella brasiliensis* e *Cynoscion sp* foram presentes em todas as campanhas. Assim como indivíduos que ocorreram apenas em uma das campanhas. Como os indivíduos da família Scombridae e as espécie *Hypsoblennius sp.*, *Coryphopterus sp.*, e *Cynoscion chrysoura* registradas apenas na 1ª campanha (abril), a espécie *Eugerres lineatus* registrada na 2ª campanha (julho), e a espécie *Cynoscion leiarchus* registrada somente na 4ª campanha (dezembro).

A espécie *Atherinella brasiliensis* foi registrada em todo o período amostral, independente das variáveis abióticas, demonstrando vasta abundância e adaptação aos períodos de chuva e estiagem da região, sendo a espécie que mais ocorreu durante as campanhas, além de se adaptar aos baixos (abril) e altos níveis de salinidade (outubro e dezembro). Entre os Atherinidae, a *A. brasiliensis* é uma das espécies mais abundantes (LOWE-MCCONNELL, 1999). São muito utilizadas como fonte complementar de renda ou mesmo alimentícia pelas comunidades de pescadores (HOSTIM-SIVA et al., 1995).

Assim como neste estudo, autores como Lowe-Mcconnell (1999), descrevem que esta espécie é uma das mais abundantes em arrastos de praia e ambientes estuarino-lagunares no litoral sudeste-sul do Brasil. PESSANHA & ARAÚJO (2001) observaram que *A. brasiliensis* está entre as mais abundantes da Baía de Sepetiba.

Tabela 3 - Dados de composição taxonômica das larvas de peixes capturadas no Complexo Estuarino da Raposa-MA em 2018, durante o mês de abril (1ª Campanha), x para ausência e a abundância relativa (%), das espécies encontradas em cada hora de coleta.

Táxons	Horas de coletas												
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°
ATHERINIFORMES	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Atherinopsidae (Fitzinger, 1873)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Atherinella brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1825)	x	x	x	x	25	25	x	25	x	x	25	x	x
BELONIFORMES	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Bleniidae (Rafinesque, 1810)	x	x	x	x	x	50	x	x	50	x	x	x	x
<i>Hypsoblennius</i> sp. (Gill, 1861)	x	x	x	x	x	100	x	x	x	x	x	x	x
CLUPEIFORMES	4,9	x	x	x	x	x	x	9,8	2,4	7,3	29,3	26,8	19,5
Clupeidae (Cuvier, 1816)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Sardinella brasiliensis</i> (Steindachner, 1879)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	83,3	16,7	x
Engraulidae (Gill, 1861)	x	x	x	x	x	x	6,3	6,3	12,5	12,5	12,5	50	x
<i>Anchoa</i> sp. (Jordan & Evermann, 1927)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	100
<i>Cetengraulis edentulus</i> (Cuvier, 1829)	x	x	x	x	x	x	x	x	50	50	x	x	x
PERCIFORMES	x	x	31,3	x	18,8	25	x	x	x	18,3	x	x	6,3
Gobiidae (Cuvier, 1829)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Coryphopterus</i> sp. (Gill, 1863)	x	x	x	x	x	33,3	x	x	x	x	33,3	x	33,3
Sciaenidae (Cuvier, 1829)	x	100	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Bairdiella</i> sp. (Gill, 1861)	x	x	x	x	25	25	x	x	x	x	25	x	25
<i>Cynoscion</i> sp. (Gill, 1861)	x	x	x	x	25	12,5	x	12,5	25	x	x	x	25
<i>Cynoscion chrysoura</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	100	x
Scombridae (Rafinesque, 1815)	x	x	x	x	x	100	x	x	x	x	x	x	x
PLEURONECTIFORMES	x	20	x	x	40	x	x	x	x	40	x	x	x
Achiridae (Rafinesque, 1815)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Achirus achirus</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x	x	50	25	x	x	x	x	25	x	x
Não identificado	x	x	x	x	x	x	50	x	x	x	50	x	x

Tabela 4 - Dados de composição taxonômica das larvas de peixes capturadas no Complexo Estuarino da Raposa-MA em 2018, durante o mês de julho (2ª Campanha), x-para ausência e a abundância relativa (%), das espécies encontradas em cada hora de coleta.

Táxons	Horas												
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	12º	13º
ATHERINIFORMES	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Atherinopsidae (Fitzinger, 1873)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Atherinella brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1825)	x	x	x	x	2,7	2,7	2,7	54,1	29,7	x	5,4	2,7	x
Bleniidae (Rafinesque, 1810)	x	x	x	x	25	75	x	x	x	x	x	x	x
Hemiramphidae (Gill, 1859)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i> (Ranzani, 1841)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	100	x
CLUPEIFORMES	x	x	x	x	x	0,7	0,7	0,7	23	53,4	12,2	3,4	6,1
Clupeidae (Cuvier, 1816)	x	x	x	x	x	x	x	x	1	x	4	x	2
<i>Lile piquitinga</i> (Schreiner & Miranda Ribeiro, 1903)	x	x	x	x	x	100	x	x	x	x	x	x	x
Engraulidae (Gill, 1861)	100	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Anchoa clupeioides</i>	x	x	x	x	x	x	x	10	x	x	50	x	40
<i>Lycengraulis grossidens</i> (Spix & Agassiz, 1829)	x	x	x	x	x	x	x	100	x	x	x	x	x
PERCIFORMES	x	x	x	4,9	2,4	19,5	4,9	x	4,9	46,3	7,3	4,9	4,9
Carangidae (Rafinesque, 1815)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Oligopites saurus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	x	x	x	x	33,3	x	x	x	x	x	x	66,7	x
Gerreidae (Bleeker, 1859)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Eugerres lineatus</i> (Humboldt, 1821)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	100	x
Sciaenidae (Cuvier, 1829)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cynoscion sp.</i> (Gill, 1861)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	100	x	x
PLEURONECTIFORMES	x	x	x	x	x	x	x	x	x	66,7	x	x	33,3
Achiridae (Rafinesque, 1815)	54,5	x	x	9,1	x	27,3	x	x	x	x	9,1	x	x
<i>Achirus achirus</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x	x	x	16,7	33,3	x	x	x	16,7	33,3	x
Não identificado	x	x	x	x	36,4	9,1	x	x	x	54,5	x	x	x

Tabela 5 - Dados de composição taxonômica das larvas de peixes capturadas no Complexo Estuarino da Raposa-MA em 2018, durante o mês de outubro (3ª Campanha), x- para ausência e a abundância relativa (%), das espécies encontradas em cada hora de coleta.

Táxons	Horas												
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	12º	13º
ATHERINIFORMES	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Atherinopsidae (Fitzinger, 1873)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Atherinella brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1825)	4,9	26,8	24,4	17,1	17,1	7,3	x	x	x	x	x	x	2,4
BELONIFORMES	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Bleniidae (Rafinesque, 1810)	50	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	50
Hemiramphidae (Gill, 1859)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i> (Ranzani, 1841)	40	x	x	x	x	x	20	x	x	x	40	x	x
CLUPEIFORMES	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Clupeidae (Cuvier, 1816)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	100	x
<i>Lile piquitinga</i> (Schreiner & Miranda Ribeiro, 1903)	x	100	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Sardinella brasiliensis</i> (Steindachner, 1879)	x	x	x	x	x	x	x	100	x	x	x	x	x
Engraulidae (Gill, 1861)	x	20	20	x	20	x	x	x	x	x	x	x	40
<i>Cetengraulis edentulus</i> (Cuvier, 1829)	100	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Lycengraulis grossidens</i> (Spix & Agassiz, 1829)	x	14,3	x	x	x	71,5	14,3	x	x	x	x	x	x
PERCIFORMES	x	x	x	x	x	x	x	xx	x	x	x	x	x
Carangidae (Rafinesque, 1815)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Oligopites saurus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	x	x	x	x	x	100	x	x	x	x	x	x	x
Gobiidae (Cuvier, 1829)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Bathygobius sp.</i> (Bleeker, 1878)	100	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Sciaenidae (Cuvier, 1829)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cynoscion sp.</i> (Gill, 1861)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	100

Tabela 6 - Dados de composição taxonômica das larvas de peixes capturadas no Complexo Estuarino da Raposa-MA em 2018, durante o mês de dezembro (4ª Campanha), x-para ausência e a abundância relativa (%), das espécies encontradas em cada hora de coleta.

Táxons	Horas												
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°
ATHERINIFORMES	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Atherinopsidae</i> (Fitzinger, 1873)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Atherinella brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1825)	3,7	7,4	29,7	x	x	3,7	14,8	x	33,3	3,7	3,7	x	x
BELONIFORMES	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Bleniidae</i> (Rafinesque, 1810)	16,6	33,3	x	x	16,6	x	x	16,6	x	16,6	x	x	x
<i>Hemiramphidae</i> (Gill, 1859)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i> (Ranzani, 1841)	50	50	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
CLUPEIFORMES	15	63,3	x	x	5	x	x	5	11,7	x	x	x	x
<i>Clupeidae</i> (Cuvier, 1816)	66,7	x	x	x	33,3	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Sardinella brasiliensis</i> (Steindachner, 1879)	x	50	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	50
<i>Engraulidae</i> (Gill, 1861)	50	x	x	x	x	x	x	x	x	50	x	x	x
<i>Anchoa clupeiodes</i>	x	x	x	x	x	100	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cetengraulis edentulus</i> (Cuvier, 1829)	x	x	x	20	40	x	20	20	x	x	x	x	x
PERCIFORMES	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	100
<i>Carangidae</i> (Rafinesque, 1815)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	100	x	x	x
<i>Oligopites saurus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	x	x	x	x	x	x	50	x	x	50	x	x	x
<i>Gerreidae</i> (Bleeker, 1859)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Eucinostomus gula</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	x	x	x	x	x	x	x	50	50	x	x	x	x
<i>Gobiidae</i> (Cuvier, 1829)	x	66,7	33,3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Bathygobius sp.</i> (Bleeker, 1878)	88,9	x	x	x	x	x	11,1	x	x	x	x	x	x
<i>Sciaenidae</i> (Cuvier, 1829)	x	83,3	x	x	x	16,7	x	x	x	x	x	x	x
<i>Bairdiella ronchus</i>	x	x	x	x	100	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cynoscion sp.</i> (Gill, 1861)	75	25	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cynoscion leiarchus</i> (Cuvier, 1830)	x	x	x	x	100	x	x	x	x	x	x	x	x
PLEURONECTIFORMES	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Achiridae</i> (Rafinesque, 1815)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Achirus achirus</i> (Linnaeus, 1758)	33,3	x	x	x	x	x	x	x	x	33,3	33,3	x	x

4.2.2 ABUNDÂNCIA RELATIVA

A ictiofauna estuarina pode ser bastante variável em termos de classificações quanto as suas categorias ecológicas, ou seja, não é fácil estabelecer critérios que identifiquem os peixes como sendo verdadeiramente estuarinos. Segundo Camargo & Isaac (2003), isso ocorre devido aos indivíduos apresentarem diversos níveis de tolerância as variações de parâmetros ambientais, como a salinidade. Isso varia de acordo com a capacidade ecológica do indivíduo, o que influencia em como o organismo se movimenta entre os diferentes sistemas ao longo de um período.

Sendo assim, seguindo a classificação de Castro (1997) inspirada em Potter et al. (1997) para as categorias bioecológicas dos peixes estuarinos na ilha do Maranhão, segue abaixo a classificação para as espécies registradas no Complexo Estuarino da Raposa:

Espécies migrantes-marinhas, que geralmente desovam no mar e utilizam o estuário como criadouro para larvas e juvenis, ocorrem em pouca abundância e regularidade ao longo do ano, os sub-adultos podem permanecer durante longos períodos, já os adultos voltam sistematicamente as imediações do estuário para alimentar-se. Para essa categoria bioecológica estiveram presentes no Complexo Estuarino da Raposa, durante a amostragem são: *Sardinella brasiliensis* (Clupeidae), *Cetengraulis edentulus*, e *Lycengraulis grossidens* (Engraulidae) e *Hyporhamphus unifasciatus* (Hemiramphidae).

Espécies estuarino-oportunistas, são peixes marinhos que chegam ao estuário para completar uma parte do seu ciclo de vida, podendo permanecer no estuário sob condições favoráveis para a sua sobrevivência, utilizam o estuário para se alimentar, como criadouros de larvas de peixes e refúgio de predadores naturais. Nessa categoria as espécies presentes neste estudo foram *Anchoa clupeoides* (Engraulidae), *Achirus achirus* (Achiridae), *Oligoplites saurus* (Carangidae), *Lili piquitinga* (Clupeidae), *Eucinostomus gula* (Gerreidae) e *Cynoscion chrysoura* (Sciaenidae).

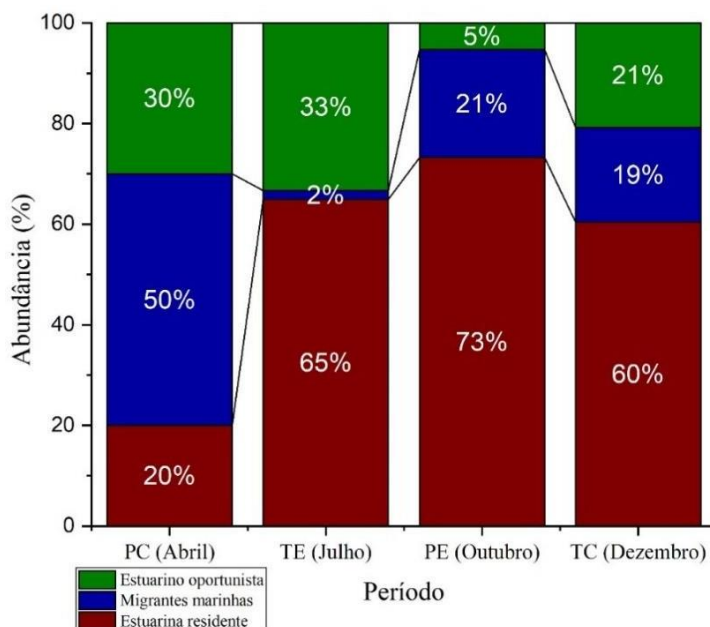
Espécies estuarino-residente, são aqueles que podem completar todo o ciclo de vida no estuário, utilizando permanentemente para a reprodução, crescimento e desova. São compostos por poucos representantes e a maioria é presente em águas rasas. No Complexo Estuarino da Raposa foram registradas para essa categoria as espécies:

Atherinella brasiliensis (Atherinopsidae) conhecida como peixe-rei e *Bairdiella ronchus* (Sciaenidae).

De acordo com a Figura 12, pode-se observar que no mês de abril (período chuvoso) que corresponde a 1ª campanha, as espécies mais abundantes foram as pertencentes aos migrantes-marinhas com 50% de toda ocorrência registrada, seguida de 30% de espécies estuarino-oportunistas e 20% de espécies estuarino-residente. Essa alta abundância de espécies migrantes-marinhas só ocorreu nesta campanha. Isso pode estar relacionado ao fato de que as coletas desta campanha sucederam um evento de maré de sizígia, que resulta na elevada entrada de água marinha para o estuário, e consequentemente maior abundância de organismos migrantes-marinhos.

Em relação ao mês de julho (Transição de chuva para estiagem) correspondente a 2ª campanha, foram registrados 65% de espécies estuarino-residente, 33% de espécies estuarino-oportunistas e 2% de espécies migrantes marinhas. No mês de outubro (período de estiagem), referente a 3ª campanha, foi registrada uma abundância de 73% para espécies estuarino-residente, 21% para espécies migrantes-marinhas e 5% para espécies estuarino-oportunista. Em relação ao mês de dezembro (período de transição de estiagem para chuvoso), 4ª campanha, ocorreu 60% de espécies estuarino-residente, 21% de espécies estuarino-oportunista e 19% de espécies migrantes-marinhas.

Figura 12 – Abundância (%) de espécies de peixes estuarino oportunista (verde), migrantes marinhas (azul) e estuarina residente (vermelho) capturadas nos meses de abril (PC – período chuvoso), julho (TE – transição para estiagem), outubro (PE – período de estiagem) e dezembro (TC – transição para chuvoso) no Complexo Estuarino da Raposa-MA em 2018.



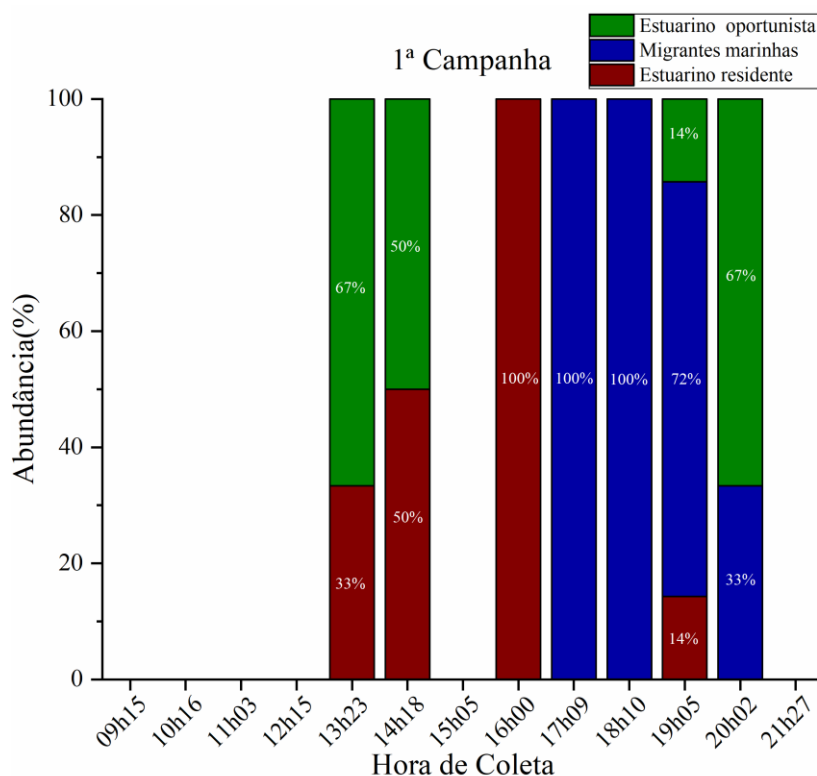
É possível observar que as maiores abundâncias no geral foram de espécies estuarino-residente, demonstrando assim que o sistema estuarino da Raposa é utilizado principalmente por essas espécies. Grande parte dessa ocorrência se deve pelos indivíduos *A. brasiliensis* que ocorreu em todos os meses, e é a espécie mais abundante de todo o período amostral.

Essa espécie ocorre com maior frequência em águas costeiras, principalmente na desembocadura de rios e nas regiões de água salobra (FIGUEIREDO & MENEZES 1978), sendo considerada uma espécie estuarina residente também em outros estudos (ANDREATA et al. 1990; ARAÚJO et al. 1997).

4.2.3 ABUNDÂNCIA RELATIVA NICTEMERAL

Durante a 1ª campanha (Figura 13), nas 4 primeiras horas não houve registro de nenhuma espécie, coincidindo com a maré enchente. Os organismos da espécie estuarino-oportunista foram registrados as 13h23min, 14h18min e 20h02min acima de 50%, exceto pela hora 19h05min que teve abundância de 14%, nos demais horários não houve registros dessa espécie. Os organismos estuarino-residente foram registrados as 13h23min com 33%, as 14h18min com 50%, as 16h00min com 100% de abundância nesse horário e 14% as 19h05min, nos outros horários não houve registros dessa espécie. As espécies migrantes-marinhas foram as mais abundantes nessa campanha, foram registradas as 17h09min e 18h10min com 100% da abundância, as 19h05min com 72% e as 20h00min com 33% da abundância que coincidiram com a maré enchente. Não houve registros de nenhuma das espécies nas horas 15h05min e 21h27min.

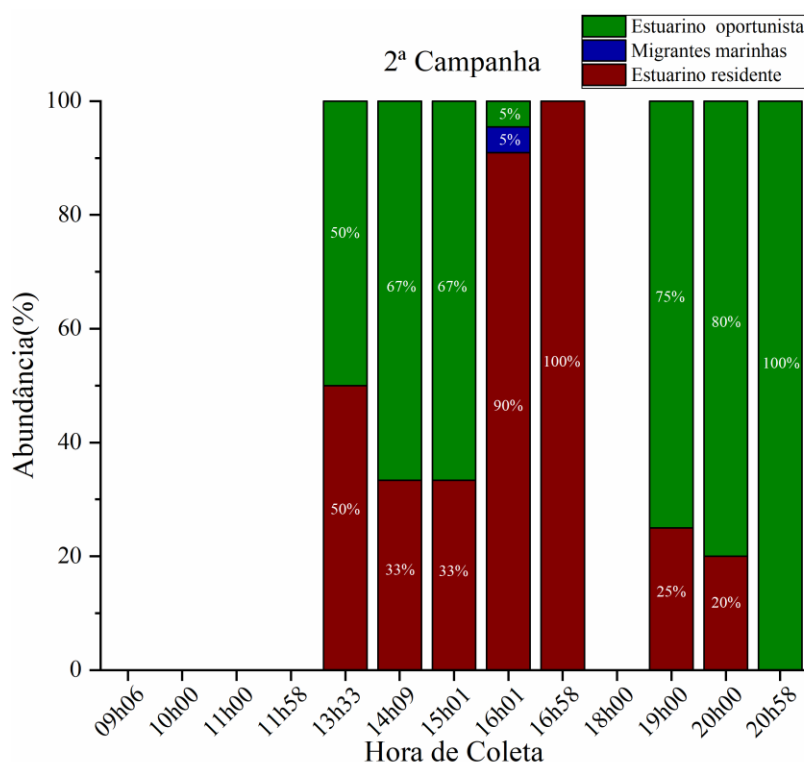
Figura 13 - Abundância relativa (%), das espécies de larvas de peixes capturadas no Complexo Estuarino da Raposa-MA, no mês de abril de 2018.



Durante a 2ª campanha (Figura 14), as 4 primeiras horas não houve registro de espécies, que ocorreram durante a maré enchente. As espécies migrantes-marinhas só foram registradas na hora 16h01min com 5% de abundância, foi a campanha em que houve a menor abundância registrada para essas espécies. As espécies estuarino-oportunistas obtiveram registros acima de 50% de abundância nas horas 13h33min, 14h09min, 15h01min durante a maré vazante, 19h00min, 20h00min e 20h58min durante a maré enchente.

As espécies estuarino-residente foram as mais abundantes da 2ª campanha. Elas foram registradas entre os horários 13h33min até as 20h00min, com abundância acima de 90% nas horas 16h01min que coincide com o final da maré vazante, e as 16h58min que ocorreu durante a virada de maré. Não houve registros de nenhuma espécie as 18h00min.

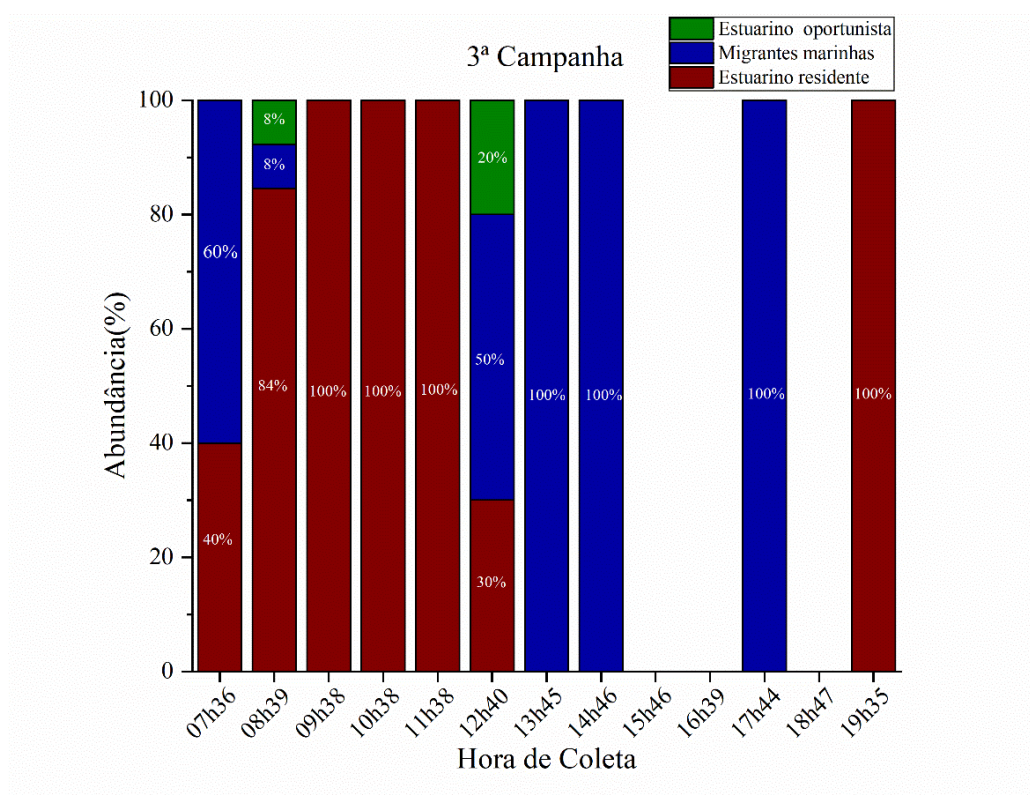
Figura 14 - Abundância relativa (%), das espécies de larvas de peixes capturadas no Complexo Estuarino da Raposa-MA, no mês de julho de 2018.



Durante a 3ª campanha (Figura 15), as espécies estuarino-oportunistas foram registradas nas horas 08h39min, com 8% de abundância e as 12h40min, com 20% de

abundância. Estas foram as espécies menos abundante desta campanha. As espécies estuarino-residentes foram registradas durante toda a manhã, com abundância acima de 80% entre as 08h39 e 11h38min, que ocorreram durante a maré vazante. Para as espécies migrante-marinha foi registrado 60% as 07h36min e 8% as 08h39min, mas foi nas horas entre 12h40min e 14h46min que obtiveram 100% de abundância, coincidindo com a maré enchente.

Figura 15 - Abundância relativa (%), das espécies de larvas de peixes capturadas no Complexo Estuarino da Raposa-MA, no mês de outubro de 2018.



Durante a 4ª campanha (Figura 16), somente as 14h42min não houve registro de nenhuma espécie.

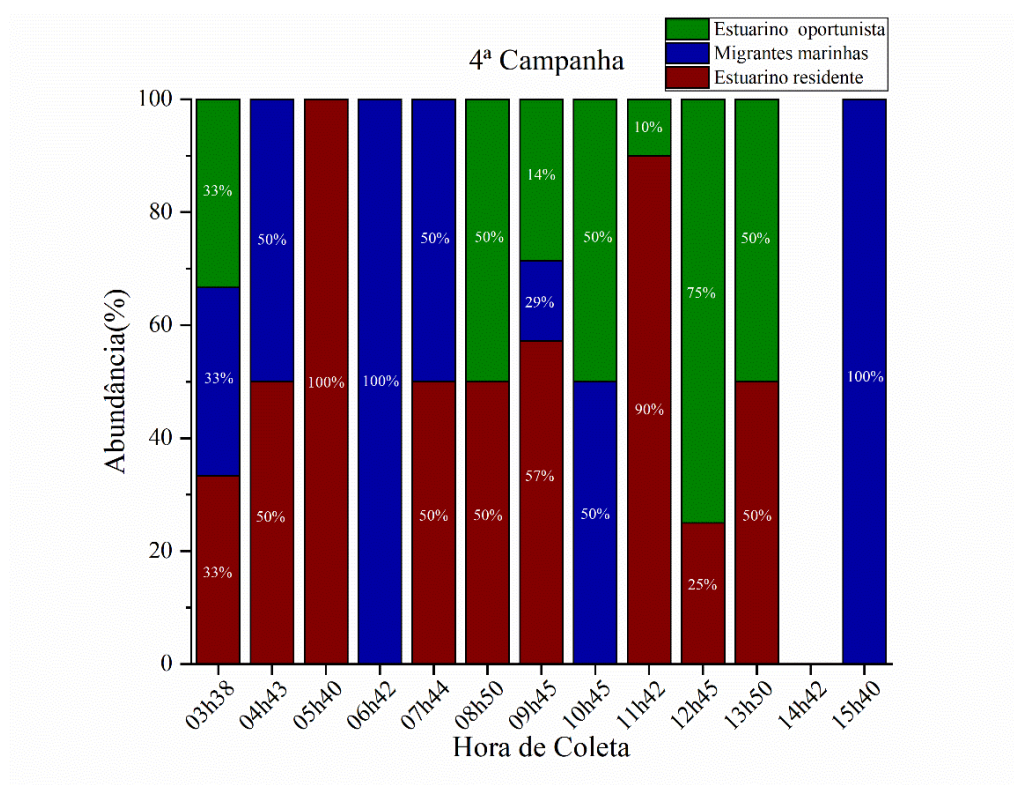
As espécies estuarina-oportunista foram registradas na madrugada as 03h38min, com 33% de abundância. Depois disso só foram coletadas nos horários entre 08h50min e 13h50m, com abundância acima de 50% nas horas 08h50min, 10h45min, 12h45min e as 13h50min, durante a maré enchente.

As espécies migrantes-marinhas foram as menos abundantes nessa campanha. Elas foram registradas durante as horas 03h38min e 04h43min, com abundância acima de

30%, durante a manhã nas horas 06h42min e a tarde 15h40min foram registradas com 100% de abundância, coincidentemente nas horas de maré enchente. Essas espécies foram registradas ainda durante o período da manhã nas horas 07h44min e 10h45min, com 50% da abundância.

As espécies estuarino-residentes foram registradas durante todo o dia, com exceção das horas 06h42min, 10h45min, 14h42min e 15h40min. Suas maiores abundâncias foram acima de 90% nas horas 05h40min, no final da maré vazante, e as 11h42min, durante a maré enchente. Essas foram as espécies mais abundantes de toda a campanha.

Figura 16 - Abundância relativa (%), das espécies de larvas de peixes capturadas no Complexo Estuarino da Raposa-MA, no mês de dezembro de 2018.



De acordo com os resultados apresentados, pode-se observar que os organismos na 1ª e 2ª campanha tiveram uma afinidade maior pelos horários noturnos, não havendo registros entre as 09h15min e 12h15min. O oposto ocorreu na 3ª e 4ª campanha. A respeito disso, Santos e Severi (2019), encontraram registros similares nos seus estudos,

nos quais também registraram uma maior abundância de indivíduos durante a noite no período chuvoso e abundância de indivíduos durante o dia no período de estiagem.

As espécies estuarino-residente foram mais abundantes durante as horas em que a maré era vazante. Já os indivíduos estuarino-oportunista e migrantes marinhos foram mais abundantes durante a maré enchente. Isso pode-se dar devido ao fato de que na maré enchente, a água marinha adentra o estuário trazendo consigo esses indivíduos que são mais predominantes em águas marinhas, o que confirma suas classificações nessas categorias ecológica, pois esse resultado indica que eles utilizam do estuário somente em determinados momentos.

O mesmo ocorre nos estudos de Godefroid *et al.*, 2003, feitos na Baía de Paranaguá, no Paraná. Na maioria dos casos, os indivíduos entram nestas áreas com a maré enchente, eles se alimentam, e se retiram com a maré vazante. Há também o movimento de peixes pequenos que procuram estas áreas para proteção, resultando assim em modelos rítmicos de composição e abundância de espécies nestes locais. Esta diferença pode ser atribuída ao fato de serem capturados na maré alta somente aqueles peixes que migram acompanhando o movimento da maré. Mesmo assim, é perceptível que ocorre uma maior diversidade de espécies durante a preamar, como ocorre também no estudo de Lasiak, 1984 na África do Sul.

4.2.4 CORRELAÇÃO DE SPEARMAN

A correlação entre os indivíduos e os dados físicos demonstrou que durante a 1ª campanha, período chuvoso (abril), apenas as espécies migrantes-marinhas apresentaram valores de correlação significativos ($<0,05$) com a temperatura e salinidade (Tabela 7). Ambas as correlações foram inversas, sendo assim, sugere-se que esses indivíduos demonstraram valores opostos aos valores de temperatura e salinidade. Ou seja, quando os valores de temperatura foram baixos esses indivíduos mostraram alta taxa de abundância.

Tabela 7 - Matriz de correlação de *Spearman* entre os dados abióticos e bióticos para o mês de abril no Complexo Estuarino da Raposa em 2018. T – Temperatura, Sal – Salinidade, OD - Oxigênio dissolvido, ER – Estuarino-residente, EO – Estuarino-oportunista, EM – Migrantes-marinhas.

	ER	EM	EO
T (°C)	0,7317	0,0271	0,3948
Sal (g Kg ⁻¹)	0,4371	0,0085	0,9973
OD (mg L ⁻¹)	0,6439	0,4930	0,7079
pH	0,4503	0,0494	0,7961

A correlação entre os indivíduos e os dados físicos durante a 2ª campanha, período de transição de chuva para estiagem (julho), demonstrou que, apenas as espécies estuarinos-residentes e estuarinas-oportunistas apresentaram valores de correlação significativos (<0,05) em relação a temperatura, salinidade e OD. (Tabela 8). As espécies estuarino-residente demonstraram uma correlação diretamente proporcional com a temperatura. À medida em que os valores de temperatura aumentavam, junto com eles aumentava a ocorrência de larvas de peixes pertencentes a essa classificação. As espécies estuarino-oportunista apresentaram uma correlação inversamente proporcional com os valores de salinidade e OD, pois os organismos ocorreram nas horas em que a salinidade e OD apresentaram os seus menores valores.

Tabela 8 - Matriz de correlação de *Spearman* entre os dados abióticos e bióticos para o mês de julho no Complexo Estuarino da Raposa em 2018. T – Temperatura, Sal – Salinidade, OD - Oxigênio dissolvido, ER – Estuarino-residente, EO – Estuarino-oportunista, EM – Migrantes-marinhas.

	ER	EM	EO
T (°C)	0,0159	0,2487	0,2715
Sal (g Kg ⁻¹)	0,1102	0,5985	0,0180
OD (mg L ⁻¹)	0,7876	0,6641	0,0248
pH	0,5797	0,9481	0,1103

Durante a 3ª campanha, período de estiagem (outubro), pode-se observar que somente as espécies estuarino-residente apresentaram valores de correlação significativos

(<0,05) em relação a todos os parâmetros ambientais, temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido e pH (Tabela 9).

A indivíduos mostraram-se inversamente proporcional a temperatura, OD e pH, sendo assim, quando os valores dessas variáveis eram altos, a abundância da espécie se mostrou baixa. Em relação a salinidade, as espécies estuarina-residentes demonstraram correlação positiva nesta campanha, ocorrendo nos horários em que a salinidade se encontrava mais alta.

Tabela 9 - Matriz de correlação de *Spearman* entre os dados abióticos e bióticos para o mês de outubro no Complexo Estuarino da Raposa em 2018. T – Temperatura, Sal – Salinidade, OD - Oxigênio dissolvido, ER – Estuarino-residente, EO – Estuarino-oportunista, EM – Migrantes-marinhas.

	ER	EM	EO
T (°C)	0,0209	0,8597	0,6329
Sal (g Kg ⁻¹)	0,0066	0,5515	0,2012
OD (mg L ⁻¹)	0,0005	0,7400	0,5125
pH	0,0001	0,8593	0,4639

Durante a 4ª campanha, período de transição de estiagem para o chuvoso (dezembro), nenhuma das espécies apresentou correlações significativas (<0,05) com nenhum dos parâmetros ambientais, como pode-se observar na tabela 10.

Tabela 10 - Matriz de correlação de *Spearman* entre os dados abióticos e bióticos para o mês de dezembro no Complexo Estuarino da Raposa em 2018. T – Temperatura, Sal – Salinidade, OD - Oxigênio dissolvido, ER – Estuarino-residente, EO – Estuarino-oportunista, EM – Migrantes-marinhas.

	ER	EM	EO
T (°C)	0,80377	0,88904	0,15967
Sal (g Kg ⁻¹)	0,68401	0,063393	0,45128
OD (mg L ⁻¹)	0,82707	0,19923	0,82653
pH	0,34062	0,077446	0,50469

4.2.5 ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA

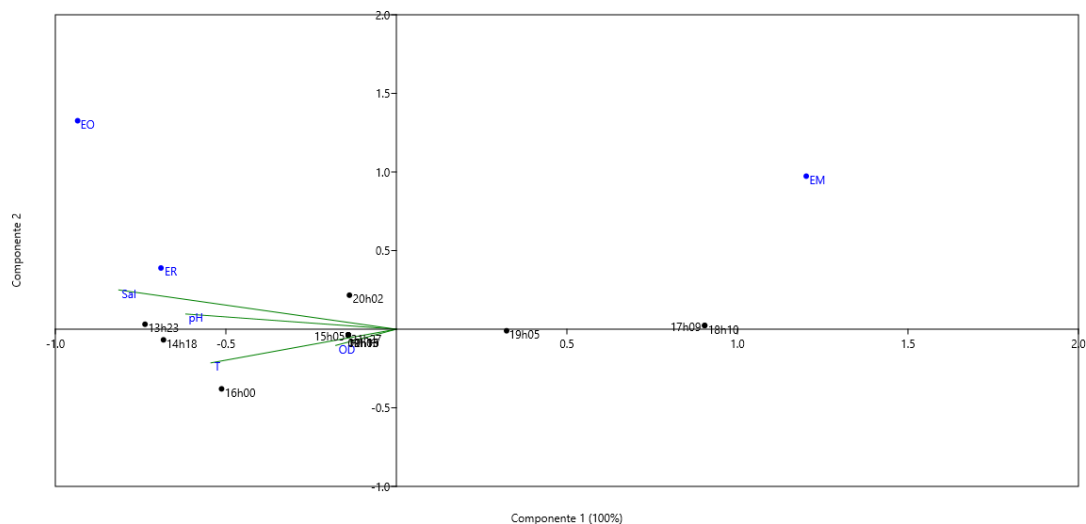
Para a ordenação do diagrama de dispersão da correspondência canônica, foi dividido em quatro grupos como segue: 1ª campanha, no mês de abril (período chuvoso), 2ª campanha, no mês de julho (Transição chuvoso/estiagem), 3ª campanha, no mês de outubro (Período de estiagem) e 4ª campanha no mês de dezembro (Transição estiagem/chuvoso).

Os eixos 1 e 2 da 1ª campanha (abril), explicaram juntos 100% da variância dos dados da comunidade ictioplantônica (Figura 17). A componente 1, explicou 100% da variabilidade dos dados entre os dados bióticos (larvas de peixes) e os dados abióticos (variáveis ambientais).

Pode-se observar que as espécies estuarino-residente e estuarino oportunista posicionadas ao lado esquerdo do diagrama obtiveram correlação canônica direta com as variáveis ambientais. Suas maiores abundância foram quando esses parâmetros (temperatura, salinidade, pH e OD) obtiveram seus maiores valores. Além disso demonstraram correlação maior com os horários da tarde e noite, tendo suas maiores abundâncias nos respectivos horários.

Em relação ao lado direito do diagrama, observa-se as espécies migrantes-marinhos, contrária as variáveis ambientais, demonstrando assim, uma correlação inversa principalmente com a temperatura e salinidade. Essa correlação foi observada também por meio da ocorrência das migrantes-marinhas, pois elas foram registradas com maiores ocorrências nos horários noturnos, que coincidem com os menores valores dessas variáveis. Isso indica uma certa adaptação das migrantes-marinhas nesse complexo estuarino.

Figura 17 - Diagrama de dispersão da Análise de Correspondência Canônica durante o mês de abril de 2018, no Complexo Estuarino da Raposa em 2018. T – Temperatura, Sal – Salinidade, OD - Oxigênio dissolvido, ER – Estuarino-residente, EO – Estuarino-oportunista, EM – Migrantes-marinhas.

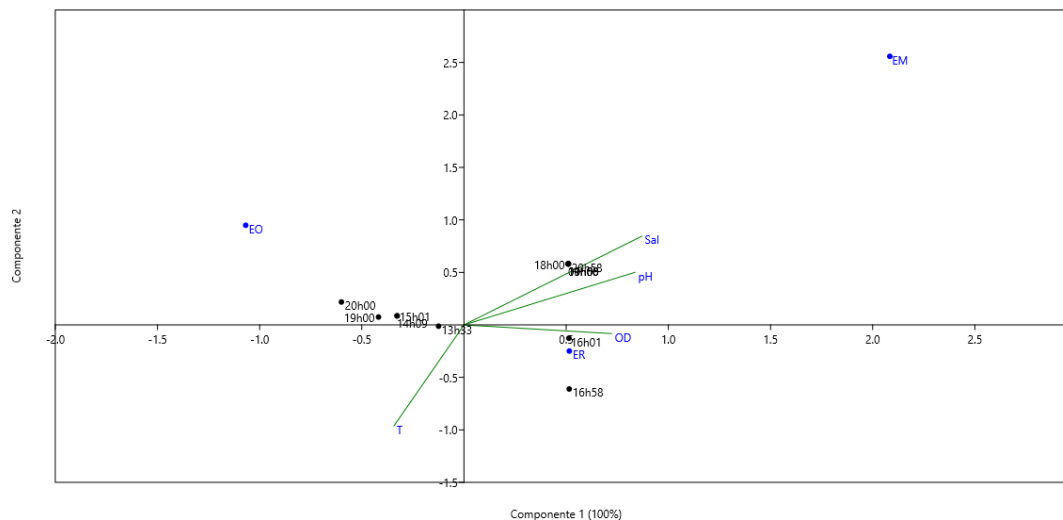


Durante a 2ª campanha (julho) 1 e 2 explicaram 100% da variância ictioplancônica. O total de 100% da distribuição dos organismos foi explicada pela componente 1 (Figura 18).

Os indivíduos da espécie estuarina-residente posicionado ao lado direito do diagrama, apresentaram uma correlação canônica positiva com a temperatura e OD. As espécies migrantes-marinhas também posicionadas ao lado direito do diagrama, se mostraram distante de todos os parâmetros, não apresentando nenhuma correlação com os mesmos. pode-se afirmar que as maiores abundâncias das espécies estuarinas-residentes foram no período da tarde, onde os valores de temperatura registrados foram maiores.

Em relação ao lado esquerdo do diagrama, pode-se identificar as espécies estuarinas-oportunistas, que apresentaram correlação canônica inversa com a salinidade e OD. Foram mais abundantes nos últimos horários da noite (19h00min, 20h00min e 20h58min), onde os menores valores de salinidade e OD foram registrados, demonstrando assim, que estão inversamente associados aos valores de salinidade e OD.

Figura 18 - Diagrama de dispersão da Análise de Correspondência Canônica durante o mês de julho de 2018, no Complexo Estuarino da Raposa-MA. T – Temperatura, Sal – Salinidade, OD - Oxigênio dissolvido, ER – Estuarino-residente, EO – Estuarino-oportunista, EM – Migrantes-marinhas.



Durante a 3ª campanha (outubro), a componente 1, explicou 100% da variância dos dados da comunidade ictioplancônica em relação as variáveis ambientais (Figura 19).

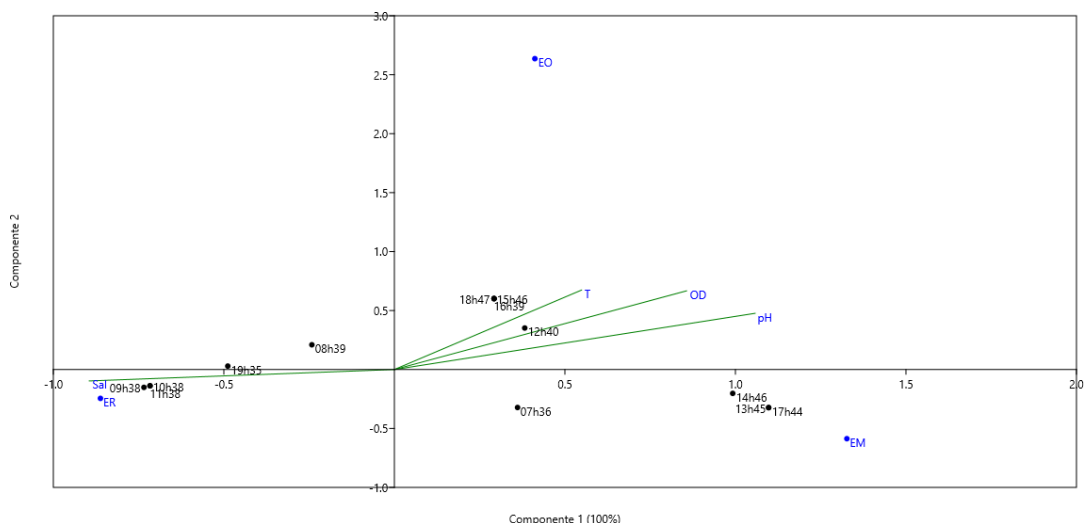
Ao lado esquerdo do diagrama estão as espécies estuarinas-residentes, onde pode-se observar uma correlação inversa com os parâmetros temperatura, OD e pH, ou seja, maiores ocorrências onde esses parâmetros apresentaram valores menores.

As espécies estuarino-residentes apresentaram maior afinidade com a salinidade, sendo assim, uma relação proporcional com a mesma. Os valores de salinidade nessa campanha marcada pela estiagem, foi a maior registrada dentre todo o período amostral, coincidentemente a maior ocorrência de espécies estuarinas-residentes dentre todos os meses, demonstrando assim, uma boa relação da espécie em períodos com altos valores de salinidade. Além disso ocorreu o maior número de indivíduos durante todos os horários do período da manhã, onde a salinidade obteve seus maiores valores, e os menores valores registrados de temperatura, OD e pH.

Em relação ao lado direito do diagrama na parte superior aparece as espécies estuarino-oportunistas, que foram pouco abundantes nessa campanha. Essas espécies apresentaram afinidade com o parâmetro de temperatura. Foram registradas em maior

abundância as 12h40min, coincidindo o alto valor de temperatura registrada também no mesmo horário. Na parte inferior do diagrama encontra-se as espécies migrantes-marinhas, que segundo a correlação de *Spearman*, não apresentaram correlações significativas com nenhum dos parâmetros, foram abundantes no período tarde 12h40min e 13h45min.

Figura 19 - Diagrama de dispersão da Análise de Correspondência Canônica durante os mês de outubro de 2018, no Complexo Estuarino da Raposa-MA. T – Temperatura, Sal – Salinidade, OD - Oxigênio dissolvido, ER – Estuarino-residente, EO – Estuarino-oportunista, EM – Migrantes-marinhas.



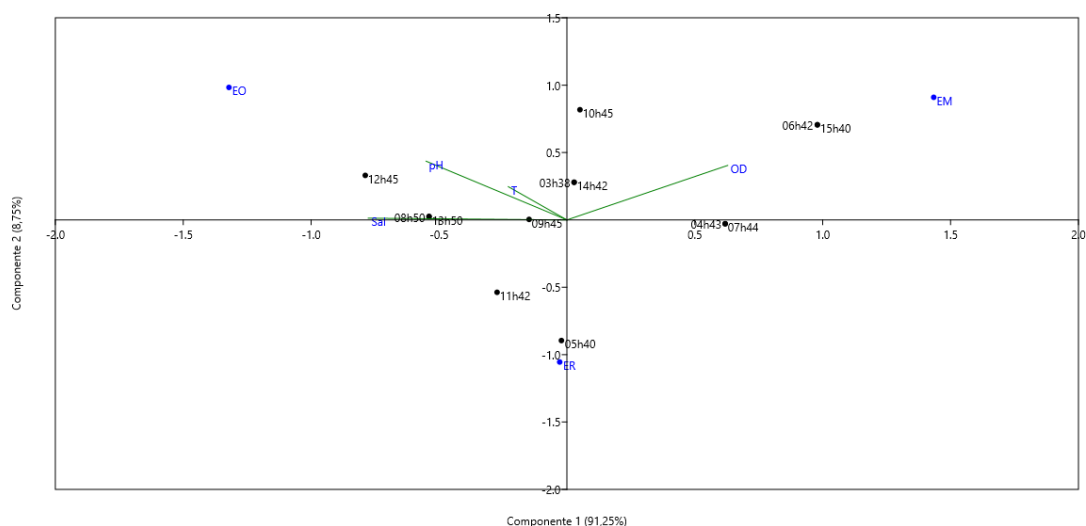
Durante a 4ª campanha (dezembro) a componente 1 e 2 explicaram juntos 100% da variância dos dados da comunidade ictioplanctônica em relação as variáveis ambientais (Figura 20). A componente 1 foi responsável por 91,25% da variância dos dados, e a componente 2 responsáveis por 8,75% da variância.

Segundo a correlação de *Spearman*, nenhuma das espécies registradas mostraram correlações significativas com os parâmetros ambientais. No lado direito do diagrama pode-se observar que as espécies migrantes-marinhas demonstram ter uma maior afinidade com o OD. Foram registradas as maiores abundâncias das migrantes-marinhas durante a madrugada 03h38min e 04h43min, onde ocorreram os maiores valores de OD, e durante a manhã 06h42min e 07h44min.

O lado esquerdo do diagrama estão as espécies estuarina-oportunistas e estuarina-residentes. As espécies estuarina-residentes ocorreram durante todo o dia. As espécies

estuarino-oportunistas apresentaram uma maior afinidade com os parâmetros temperatura, salinidade e pH. As estuarino-oportunistas foram mais abundantes durante a manhã e início da tarde, coincidindo com a crescente nos valores de temperatura, salinidade e pH.

Figura 20 – Diagrama de dispersão da Análise de Correspondência Canônica durante os meses de dezembro de 2018, no Complexo Estuarino da Raposa-MA. T – Temperatura, Sal – Salinidade, OD - Oxigênio dissolvido, ER – Estuarino-residente, EO – Estuarino-oportunista, EM – Migrantes-marinhas.



Foi possível observar que no período amostral, segundo a correlação canônica, os níveis de temperatura e salinidade foram potencialmente importantes na ocorrência dos indivíduos em todas as campanhas, já que esses fatores se mostraram significativos segundo o método de correlação de *Spearman*.

As variáveis ambientais podem afetar indiretamente a comunidade de peixes, influenciando nas respostas fisiológicas e comportamentais dos organismos e, diretamente, afetando os padrões de distribuição e abundância das espécies (VAZZOLER et al., 1997; REYNALTE-TATAJE et al., 2007).

A correlação canônica demonstrou relações diretas ou inversas com temperatura e salinidade nas espécies estuarina-residentes e migrantes-marinhas, indicando que estes indivíduos podem ser suscetíveis a essas mudanças do ambiente. As espécies estuarinas-

residente mostraram-se muito abundante durante todo o período amostral, principalmente nos períodos de estiagem e transição, influenciadas principalmente temperatura e salinidade, ocorreram em todo o período amostral nos horários em que esses parâmetros registraram os maiores valores. Os níveis de temperatura e salinidade podem alterar significativamente na distribuição de abundância dos organismos planctônicos (PEIRO-ALCANTAR *et al.* 2016).

Como dito anteriormente, mais de 95% dessa abundância de espécies estuarino-residentes se deve a *A. brasiliensis*. Santos *et al.* (1999) estudando esta espécie na Baía de Todos os Santos, observaram que a alta abundância estava associada às estações de coleta com maior temperatura e salinidade, enquanto Hostim-Silva *et al.* (1995) também encontraram uma significativa correlação direta da abundância desta espécie com os fatores ambientais de temperatura e de salinidade na Lagoa de Conceição.

As espécies migrantes-marinhas demonstraram preferência por temperaturas e salinidades maiores, registradas nos períodos de estiagem e transição, com exceção do mês de julho, onde ocorreu somente uma vez as 16h01min. As espécies estuarino-oportunistas não demonstraram uma correlação significativa com nenhum dos parâmetros. Isso indica, que essas espécies são toleráveis à amplitude desses parâmetros.

Mesmo em uma região equatorial a temperatura da água pode ser um fator importante no controle do ciclo de vida dos peixes. A influência da temperatura no aumento da abundância de larvas de peixes, foi observado na Baía da Guanabara (CASTRO *et al.*, 2005), onde ocorreu a associação com os meses mais quentes.

Além disso, foi observado também que as espécies estuarina-residentes foram presentes em todas horas, seja manhã, tarde ou noite, durante o período amostral. As espécies estuarina-oportunistas e migrantes-marinhas, mostraram maior afinidade com os horários do período noturno, com exceção da 3ª campanha (outubro), no período de estiagem, onde as maiores ocorrências foram no período diurno.

Isso se dá devido a migração vertical das larvas que ocorre durante todo o dia. As causas das migrações verticais nictemerais podem estar relacionadas com fenômenos de fototropismo (RÉ, 1984a, 1986a). além de relacionadas com a alimentação, uma vez que um grande número de zooplânctons efetuam importantes movimentos verticais, o icitoplâncton acompanha esse movimento em busca de alimentar-se desses zooplânctons

e fugindo de possíveis predadores (BAUMGARTNER et al. 1997; HERMES-SILVA et al. 2009).

5. CONCLUSÃO

Durante o período amostral, pode-se observar que os períodos de chuva, estiagem e transição determinados pelo regime de pluviosidade, foram os principais responsáveis pela distribuição ictioplanctônica no Complexo Estuarino da Raposa-MA. Os organismos foram mais abundantes durante os períodos de chuva e transição de chuva para estiagem, durante o período noturno. Menos abundantes durante o período de estiagem, ocorrendo em sua maioria durante a manhã. No período de transição de estiagem para o chuvoso ocorrendo em maior abundância durante o período noturno.

A comunidade ictioplanctônica foram compostas por 3 categorias ecológicas: estuarino-residentes, estuarino-oportunistas e migrantes-marinhas, foram presentes ao longo de todo período amostral. Nos períodos de transição de chuva para estiagem (julho), de estiagem (outubro) e de transição de estiagem para chuvoso (dezembro), ocorreram em maior abundância espécies estuarino-residentes representados pelas espécies *Atherinella brasiliensis* e *Bairdiella ronchus*, que usufruem do estuário para cumprir todo seu ciclo de vida. Durante o período chuvoso (abril) ocorreram maiores abundâncias de espécies migrantes-marinhas representadas pelas espécies *Sardinella brasiliensis*, *Cetengraulis edentulus*, *Lycengraulis grossidens* e *Hyporhamphus unifasciatus*, que utilizam do estuário como criadouro para larvas.

algumas dessas espécies muito conhecidas comercialmente na região por pescadores, como é o caso da *A. brasiliensis*, que foi a espécie mais abundante no período amostral, conhecida também como peixe-rei. Por ser a espécie *A. brasiliensis* residente e de ampla distribuição no estuário, pode ser considerada uma espécie chave em estudos e avaliações de impacto ambiental e/ou em ações de planos de manejo e conservação em ambientes estuarinos

A correlação de *Spearman* demonstrou que os níveis de temperatura e salinidade foram potencialmente importantes na ocorrência dos indivíduos em todas as campanhas, já que esses fatores foram significativos principalmente com as espécies migrantes-marinhas e estuarino-residentes. A correspondência canônica indicou correlação direta das espécies migrantes-marinhas e estuarino-residentes com os níveis de salinidade e temperatura, onde as maiores abundâncias foram nas horas em que a temperatura e salinidade registraram altos valores, além da correlação positiva com os horários noturnos durante os meses de abril e julho, e pela manhã nos meses de outubro e dezembro.

Isso evidencia que o Complexo Estuarino da Raposa-MA apresenta uma grande diversidade, oferece todas as características para inúmeras espécies utilizarem o estuário, seja para alimentação, reprodução, desova ou refúgio de predadores. Sendo assim, é de vital importância o conhecimento, monitoramento, conservação e estudo das espécies, que são importantes tanto comercialmente, como ambientalmente para a região.

6. BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, Z.S. **Os recursos pesqueiros marinhos e estuarinos do Maranhão: Biologia, Tecnologia, Estado da Arte e Manejo**. Tese de doutorado. Universidade Federal do Pará, 2008.

BARLETTA-BERGAN, A.; BARLETTA, M.; SAINT-PAUL, U. **Structure and seasonal dynamics of larval fish in the Caeté River Estuary in North Brazil**. Estuarine, Coastal and Shelf Science, v. 54, n. 2, p. 193-206, 2002. ISSN 0272-7714.

BAUMGARTNER, G.; NAKATANI, K.; CAVICCHIOLI, M.; et al., **Some aspects of the ecology of fish larvae in the floodplain of the high Paraná river, Brazil**. Revista Brasileira de Zoologia 14(3): 551-563, 1997.

BIALETZKI, A., SANCHES, P.V., BAUMGARTNER, G. & NAKATANI, K. (1998). **Caracterização morfométrica e distribuição temporal de larvas e juvenis de *Apareiodon affinis* (Steindachner, 1879) (Osteichthyes, Parodontidae) no alto rio Paraná - PR**. Rev. Bras. Biol., 15(4): 1037-1047.

BOEHLERT, G. W.; MUNDY, B. C. **Roles of behavioral and physical factors in larval and juvenile fish recruitment to estuarine nursery areas**. American Fisheries Society Symposium, Bethesda, v. 3, p. 51-67, 1988.

CAMERON, W. M. & PRITCHARD, D. W. 1963 Estuaries. In: HILL, M.N. (ed.). **The Sea: Ideas and Observations on Progress in the Study of the Seas**. New York, Wiley-Interscience, pp.306–324.

CASTRO, I. B.; ALVES DE LIMA, A. F.; BRAGA, A. R. C.; ROCHA-BARREIRA, C. A. **Imposex in two muricid species (Mollusca: Gastropoda) from the northeastern Brazilian coast**. J. Braz. Soc. Ecotoxicol., v. 2, n. 1, p. 81-91, 2007.

CASTRO, M.S.; BONECKER, A.C.T.; VALENTIN, J.L. **Seasonal variation in fish larvae at the entrance of Guanabara Bay, Brazil**. Brazilian Archives of Biology and Technology, Curitiba, v. 48, n. 1, p.121-128, jan., 2005.

CONTENTE, C. T. et al. **Variação nictemeral do ictioplâncton no estuário do rio Curuçá (Pará-Brasil), durante os períodos chuvoso e seco.** Bol. Tec. Cient. CEPNOR, v. 7, n. 1, p. 27-40, 2007.

COSTA, M. D. P.; CONCEIÇÃO, J. M. S. 2009. **Composição e abundância de ovos e larvas de peixes na baía da Babitonga, Santa Catarina, Brasil.** Pan American Journal of Aquatic Sciences 4(3):372-382.

DA, M. et al. **Índice e Indicadores de Qualidade da Água**– Revisão Da. p. 1–114, [s.d.].

DAY JR., J. W. & YAÑEZ-ARANCIBIA, A. 1985. Coastal Lagoons and Estuaries as an Environment for Nekton. In: A. YAÑEZ-ARANCIBIA (Ed.). **Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards as Ecosystem Integration.** México, DR (R) UNAM Press. pp. 17-34.

DE OLIVEIRA MAFALDA JR, P.; SINQUE, C; MUELBERT, J. H. Associações de larvas de peixes na costa norte da Bahia. **Atlântica (Rio Grande)**, v. 28, n. 1, p. 05-12, 2006.

DINIZ, M. D. **Avaliação de ostras comercializadas no município da Raposa-MA, sob as condições físicas, químicas e biológicas no ambiente estuarino de cultivo.** Universidade Federal do Maranhão, 2018.

ELLIOTT, M.; HEMINGWAY, K. L. **Fishes in estuaries.** Oxford: Blackwell Science Ltd., 2002. 636 p.

FIALHO, L.C.V. **Diagnóstico da pesca na praia da Raposa, São Luís.** Monografia do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Maranhão, 2002.

FUIMAN, L.A. **Growth gradients in fish larvae.** J. Fish Biol., 23(1): 117-123 (1983).

GODEFROID, R. S.; SPACH, H. L.; SCHWARZ, R. Jr.; QUEIROZ, G. M. L. N.; OLIVEIRA, N. J. F. **Efeito da lua e da maré na captura de peixes em uma planície de maré da Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil.** B. Inst. Pesca, São Paulo, 29(1): 47 - 55, 2003.

GONÇALVES, M. F. P. **Diagnose de Sistema Ambiental Costeiro: geomorfologia ambiental, agentes e processos de interferência na área costeira do município da Raposa-MA.** Disponível em: <http://lsie.unb.br/ugb/app/webroot/sinageo/7/0261.pdf>. Acesso em: 31/03/2018.

GOVONI, J. J. **Fisheries oceanography and the ecology of early life histories of fishes: a perspective over fifty years.** Scientia Marina, v. 69, n. S1, p. 125-137, 2005. ISSN 1886-8134.

GUICHARD, F. et al. **Toward a Dynamic Metacommunity Approach to Marine Reserve Theory.** BioScience, v. 54, n. 11, p. 1003–1011, 2004.

HAIMOVICI, M. & KLIPPEL, S. **Diagnóstico da biodiversidade dos peixes teleósteos demersais marinhos e estuarinos do Brasil.** 1999.

HAJISAMAE, S.; CHOU, L. M. **Do shallow water habits of an impacted coastal strait serve as nursery grounds for fish?** Estuarine, Coastal and Shelf Science, London, v. 53, p. 281-290, 2003.

HAMMER, ØYVIND et al. **PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis.** Palaeontologia electronica, v. 4, n. 1, p. 9, 2001.

HEMPEL, G. **Early life history of marine fish. The egg stage.** Seattle: University of Washington Press, 70p. 1979.

HEMPEL, G. **On the use of ichthyoplankton surveys.** FAO Fish.tech.Pap, v. 122, p. 1–2, 1973.

HERMES-SILVA, S., REYNALTE-TATAJE, D. A. & ZANIBONI-FILHO, E. 2009. **Spatial and Temporal Distribution of Ichthyoplankton in the Upper Uruguay River, Brazil.** Brazilian Archives of Biology and Technology 52: 933-944.

HOSS, D. E.; THAYER, G. W. **The importance of habitat to the early life history of estuarine dependent fishes.** American Fisheries Society, v. 14, p. 147–158, 1993.

HOSTIM-SILVA, M.; L. CLEZAR; G. C. RIBEIRO & C. MACHADO. 1995. **Estrutura populacional de *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard. 1824) (Osteichthyes - Atherinidae) na Lagoa de Conceição. SC. Brasil. Arq. Biol. Tecnol., Curitiba, 38: 949-960.**

IGNÁCIO, S. A. **Importância da estatística para o processo de conhecimento e tomada de decisão.** Nota Técnica Partes. Curitiba. 2010.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia;** Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/>. Acesso em: 02 de mar. de 2017.

LABOHIDRO. **Subsídios para o planejamento e manejo da bacia do Rio Paciência-MA.** FSADU/UFMA, Relatório Técnico Final, 97 p., São Luís, 2007.

LAIDIG, T. E.; SAKUMA, K. M.; STANNARD, J. A. **Description and growth of larval and pelagic juvenile pygmy rockfish (*Sebastes wilsoni*) (family Sebastidae).** Fishery Bulletin, v. 102, n. 3, p. 452–463, 2004.

LASIAK, T. **Structural aspects of the surf-zonefish assemblage at King's Beach, Algoa Bay, South Africa: Short-term fluctuations.** Est. Coast.Shelf Sci., 18: 347–360, 1984.

LEIS, J.M. & TMSKI, T. **The larvae of Indo-Pacific shore fishes.** Honolulu (HI): University of Hawaii Press (1989).

LESSA, R. P. et al. **Distribution and abundance of ichthyoneuston at seamounts and islands off north-eastern Brazil.** Archive of Fishery and Marine Research, v. 47, n. 2-3, p. 239-252, 1999. ISSN 0944-1921.

LOWE-MCCONNELL, R. H. **Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais.** Tradução de: Anna Emilia A. de M. Vazzoler, Angelo Antônio Agostinho e Patrícia T. M. Cunningham. Universidade de São Paulo, ed. USP, 1999. 535pp.

MACEDO, S. J.; PHILIPPINI DA SILVA, H. K.; BRAYNER, F. M. M.; DUARTE, M. M. M. B.; BARBOSA, A. M. F. **Heavy metal concentrations in sediments of the Capibaribe river estuary in the Metropolitan Region of Recife, Pernambuco-Brazil.** WIT Trans. Ecol. Environ., v. 102, p. 3-12, 2007.

MAKOTO, Omori; TSUTOMU, Ikeda. **Methods in marine zooplankton ecology.** 1984.

MANGAS, A. P. et al. Ictioplâncton da baía do Guajará e do estuário do rio Pará, ilha do Marajó, Pará, Brasil. **Boletim Técnico Científico do Cepnor/Tropical Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 13, n. 1, p. 43-54, 2014.

MARANHÃO 1998. **Diagnóstico Ambiental da Microrregião da Aglomeração Urbana de São Luís e dos municípios de Alcântara, Bacabeira e Rosário: estudo hidrológico**. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. 55p

MCLUSKY, D. S. **Ecology of estuaries**. Heinemann Educational Publishers, 1971.

NAKATANI, K., AGOSTINHO, A.A., BAUMGARTNER, G., BIALETZKI, A., SANCHES, P.V., MAKRAKIS, M.C. & PAVANELLI, C.S. **Ovos e larvas de água doce: desenvolvimento e manual de identificação**. Maringá (PR): Eduem (2001).

NAMIKI, A. P.; BONECKER, F. T.; BERNARDO, F. Larval fish composition of a tropical estuary in northern Brazil (2°18'-2°47'S/044°20'-044°25'W) during the dry season. **Executive Editor: Gonzalo Velasco**, v. 1, n. 3, p: 235-241, 2006.

OOI, A. L.; CHONG, V. C. **Larval fish assemblages in a tropical mangrove estuary and adjacent coastal waters: Offshore-inshore flux of marine and estuarine species**. Continental Shelf Research, v. 31, n. 15, p. 1599-1610, 2011. ISSN 0278-4343.

PEIRO-ALCANTAR, M. TERESA et al. **Spatiotemporal variability of demersal fish larvae assemblages in the southern region of the California Current**. Marine Biology Research, v. 12, n. 5, p. 524-540, 2016.

PESSANHA, A. L. M. & ARAÚJO, F. G., 2001. **Recrutamento do peixe-rei, *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard) (Atheriniformes, Atherinopsidae), na margem continental da baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil**. Revista Brasileira de Zoologia, 18 (4): 1265-1274.

RÉ, P. (1984a). **Ictioplâncton da região central da costa Portuguesa e do estuário do Tejo. Ecologia da postura e da fase planctónica de *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) e de *Engraulis encrasicolus* (Linné, 1758)**. Tese, Universidade de Lisboa: 425pp.

RÉ, P. (1986a). **Ecologia da postura e da fase planctónica de *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) na região central da costa portuguesa**. Boletim da Sociedade Portuguesa de Ciências Naturais, 23: 5-81.

RÉ, P.; MORGADO, F.; AZEITEIRO, U. Ecologia do ictioplâncton. **Ecologia do Plâncton Marinho e Estuarino**. Ed. 1. Porto: Edições Afrontamento, janeiro de 2005. Ciência e Natureza. 41-104 p., 2005.

REYNALTE-TATAJE, D. A. **Influência das variáveis ambientais na distribuição espaçotemporal do ictioplâncton em duas bacias hidrográficas brasileiras.** 2007. 119 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.

RÖNNBÄCK, P. **The ecological basis for economic value of seafood production supported by mangroves ecosystems.** Ecological Economics, Amsterdam, v. 29, p. 235-252, 1999.

SANTOS, A.C.A.; F.R.C. CASTULLUCCI; C. F. NEPOMUCENO; E.P. SANTOS & M.P. SENA. 1999. **Distribuição e recrutamento do peixe-rei *Atherinella brasiliensis* (Ostheichthyes, Atherinidae) na margem continental oeste da Baía de Todos os Santos. Bahia. Brasil.** Acta Biologica Leopoldensia, São Leopoldo, 21: 107-118.

SANTOS, Juan Jethro Silva; TERCEIRO, Abraão Martins; YAURI, Walter Luis Muedas. **Dinâmica da população de *Anomalocardia brasiliensis* (Mollusca, Bivalvia, Veneridae) no estuário do Rio Paciência, no município da Raposa, estado do Maranhão.** Anuário do Instituto de Geociências, v. 37, n. 1, p. 61-69, 2014.

SARPEDONTI, V.; SILVA DA ANUNCIACAO, E. M.; BORDALO, A. O. Spatiotemporal distribution of fish larvae in relation to ontogeny and water quality in the oligohaline zone of a North Brazilian estuary. Biota Neotropica, v. 13, n. 3, p. 55-63, Jul-Sep 2013. ISSN 1676-0603. Disponível em: <://WOS:000328238200008 >.

SASSA, C. et al. **Distribution patterns of larval myctophid fishes in the transition region of the western North Pacific.** Marine Biology, v. 144, n. 3, p. 417–428, 10 out. 2003.

SCHETTINI, CARLOS AUGUSTO FRANÇA; MIRANDA, JOSINEIDE B. DE; LEVINSON, ARNOLDO VALLE; TRUCCOLO, ELIANE C.; DOMINGUES, ERNESTO C. **The circulation of the lower Capibaribe Estuary (Brazil) and its implications for the transport of scalars.** Brazilian Journal Of Oceanography, 64(3):263-276; 2016.

SILVA, N. **Sociedade e Espaço Ambiental: um ensaio temático-conceitual.** Clube de Autores, 2012.

SILVEIRA, P. C. A. da. **Ictionêuston da Zona Econômica Exclusiva referente ao Estado do Maranhão (Região Norte do Brasil)**. 2003. 56p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 2003.

SILVEIRA, P. C. A. **DISTRIBUIÇÃO E ABUNDÂNCIA DAS LARVAS DE PEIXES NA ZONA ECONÔMICA EXCLUSIVA DO ESTADO DO MARANHÃO, BRASIL**. Peixes estuarinos do Maranhão, p. 5-25, 2011.

SOARES, R. D. B.; CUTRIM, M. V. J.; DA SILVA, P. C. A. **Comunidade ictioplancônica da bacia hidrográfica do rio Bacanga na cidade de São Luis, Brasil**. Revista de Ciências Ambientais, v. 8, n. 1, p. 37–48, 2014.

SOUSA, S. S. P.; BITTENCOURT, S. C. S.; FORO, R. A.; FERREIRA, S. G. C.; BELÚCIO, L. F. (2002), **Ictioplâncton da ZEE Norte do Brasil, ao largo da costa do Amapá (OP. Norte II, REVIZEE – SCORE NO)**. Resumo apresentado para o XXIV Congresso Brasileiro de Zoologia. Itajaí, Santa Catarina. p. 625.

TOLAN, J. M.; NEWSTEAD, D. A. **Descriptions of larval, prejuvenile, and juvenile finescale menhaden (*Brevoortia gunteri*)(family Clupeidae), and comparisons to gulf menhaden (*B. patronus*)**. Fishery Bulletin, v. 102, n. 4, p. 723–732, 2004

VAZZOLER, A. E. A. M., A. A. AGOSTINHO & N. S. HAHN. 1997. **A planície de inundação do alto rio Paraná: Aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá. Eduem. 460 p.

WEISBERG, S. B.; WILSON, H. T.; HIMCHAK, P.; ALLEN, R. **Temporal trends in abundance of fish in the tidal Delaware river**. Estuaries, New York, v. 19, n. 3, p. 723-729, 1996.

ZACARDI, D. M.; DA SILVA BITTENCOURT, S. C.; NAKAYAMA, L.. **O ictioplâncton e sua relação com a variação diária e os ciclos de marés no estuário amazônico**. Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota), v. 6, n. 2, p. 32-40, 2016.

ZACARDI, D.M., SILVA, T.C.; BITTENCOURT, S.C.S.; COSTA, S.D. & NAKAYAMA, L. (2014). **Occurrence and morphological description of the initial stages of *Gobiosoma* sp. (Gobiidae: Perciformes) in the Amazon estuary, Pará, Brazil**. Acta Fish. Aquat. Res., 2(1): 29-41.

ZAR, Jerrold H. et al. **Biostatistical analysis**. Pearson Education India, 1999.