



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E AMBIENTE**



**A COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA COMO BIOINDICADORA DA
QUALIDADE DA ÁGUA PARA A SAÚDE PÚBLICA E AMBIENTAL:**

O caso da Costa Norte do Município de Raposa - Maranhão

São Luís

2018

NÁGELA GARDÊNIA RODRIGUES DOS SANTOS

**A COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA COMO BIOINDICADORA DA
QUALIDADE DA ÁGUA PARA A SAÚDE PÚBLICA E AMBIENTAL:**

O caso da Costa Norte do Município de Raposa - Maranhão

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde e Ambiente da Universidade Federal do Maranhão, para obtenção do título de Mestre em Saúde e Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Cordeiro Feitosa

São Luís/MA, 27/04/2018.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Cordeiro Feitosa

UFMA

Examinadora: Profe. Dra. Andrea Christina Gomes de Azevedo Cutrim

UEMA

Examinador: Prof. Dr. José Aquino Júnior

UFMA

Examinador: Dr. Leonardo Teixeira Dall'Agnol

UFMA

Santos, Nágela Gardênia Rodrigues dos.

A Comunidade Fitoplancônica como Bioindicadora da Qualidade da Água para a Saúde Pública e Ambiental: O Caso da Costa Norte do Município de Raposa – Maranhão. Nágela Gardênia Rodrigues dos Santos. – 2018.

122 f.

Orientador (a): Antonio Cordeiro Feitosa.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Saúde e Ambiente/CCBS, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2018.

1. Bioindicador. 2. Indicadores Sociais. 3. Qualidade Ambiental. I. Feitosa, Antonio Cordeiro. II. Título.

CDU
628.1(812.1)

Dedico esta Dissertação

Aos meus pais:

Antônio Bezerra dos Santos (meu pai)

Rosinalva Rodrigues dos Santos (minha mãe)

*Por tudo que sou como cristã e pessoa, por todo amor incondicional a mim sempre
concedido, me ajudando e apoiando em todos os momentos de minha vida.*

Agradecimentos

Ao meu DEUS...

Por todas as bênçãos derramadas sobre mim, dando-me força, saúde, coragem, fazendo-me perseverar diante das dificuldades e confiar que com ELE tudo é possível.

Aos maiores amores da minha vida...

Aos meus pais que não hesitarão em nenhum instante medir esforços para me ajudar a crescer nos meus projetos, por mais difíceis que estes fossem sempre me incentivaram e me apoiaram nas mais diversas formas, seja financeira, sejam com trabalho ou com palavras, sou eternamente agradecida.

Ao meu irmão Carlos Eduardo por me tolerar nos momentos de estresse.

A meu noivo, que não hesitou em momento algum em me acompanhar nas coletas, para realização desde trabalho, pela força de vontade, aguentando meus estresses e chatices, e hoje posso dizer que até aprendeu a fazer o arrasto de rede.

Aos amigos que a UFMA me deu...

Aos amigos (as) e parceiros (as) do Laboratório de Ficologia (LABFIC)- UFMA, Karol Duarte, Francinara Santos, Lisana Cavalcanti, Amanda Lorena, Jordana Adorno, Bethânia Araújo, Juliana Coelho, Denise, Débora Privado, Silvia e James Jordan, pelo apoio contínuo, pelas sugestões, por compartilharem seus conhecimentos, experiências, e acima de tudo pela amizade construída ao longo desses dois anos.

Aos meus colegas de turma do Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente, não poderia ter tido uma turma melhor.

A todos que ajudaram a tornar esse trabalho possível...

Ao prof. Dr. Antonio Cordeiro Feitosa, pela orientação, paciência, pelas valiosas informações científicas, por ter aceitado minha inexperiência e ainda me orientar mesmo não sendo da sua linha de pesquisa.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação que contribuíram para o meu crescimento.

Aos professores Examinadores da Banca pelo SIM, por compartilharem e darem valiosas contribuições para melhoria deste estudo.

Ao prof. Dr. Marco Valério Jansen Cutrim, por todo apoio e disponibilidade em contribuir da melhor forma com seus conhecimentos e assim avançar na pesquisa.

À UFMA, pela disponibilização do Laboratório de Ficologia-LABFIC, para que eu pudesse realizar as análises das amostras coletadas e o desenvolvimento do trabalho.

A Amanda Lorena pela contribuição e todo esforço em me ajudar na Estatística dos dados deste trabalho, desde a tabulação a geração de gráficos, por pensar junto comigo o que seria melhor para expor em resultados.

A Ludmilla Jansen e ao Marco Aurélio Neri Torres (NEPA) por me ajudarem na elaboração dos mapas, para o melhor entendimento da minha área de estudo.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa e financiamento desta pesquisa.

Aos amigos da vida inteira...

Enfim, a todos que torceram por mim, e que me apoiaram para que eu obtivesse sucesso, e crescesse como profissional.

“Tudo posso Naquele que me fortalece.”

Filipenses 4,13.

RESUMO

Nos ambientes aquáticos, a comunidade fitoplanctônica constitui a base da cadeia alimentar e os impactos ocorrentes podem interferir em sua composição. O estudo visa caracterizar a comunidade fitoplanctônica e as variáveis ambientais em áreas da costa norte do município de Raposa, com ênfase na investigação de espécies bioindicadoras potencialmente tóxicas e ou danosas, para saúde humana e aquática. Foram analisadas 60 amostras do microfitoplâncton obtidas em seis coletas, em dois períodos sazonais (chuvoso e estiagem) em maré de quadratura na enchente. Foram empregadas abordagens pela Geografia da Saúde, para as análises espaço-temporais no intuito de responder problemáticas ligadas à saúde e suas correlações com o ambiente, além de análises estatísticas dos dados. As diatomáceas foram as que mais contribuíram para a riqueza do microfitoplâncton local, sendo responsável por 82,05% dos táxons identificados. Algumas são consideradas como potencialmente danosas pela literatura, destacando-se os gêneros *Asterionellopsis*, *Chaetoceros*, *Neocalyptrella*, *Pseudosolenia*, *Rhizosolenia* e *Skeletonema* aos quais estão associados a danos mecânicos às brânquias de organismos filtradores, e também as espécies *Leptocylindrus danicus* e *Leptocylindrus mininus* enquadradas como potencialmente nocivas. Os índices de diversidade específica indicaram que a comunidade fitoplanctônica teve aumento significativo no período chuvoso, além de ter evidenciado uma ficoflórula uniforme (0,53 a 0,93) dos valores de equitabilidade. Quanto as análises de Test normalidade e homogeneidade e One-Way ANOVA, mostrou que salinidade, densidade, secchi, temperatura da água e pH apresentaram valores normais e heterogêneo mostrando que houve diferença significativa dos valores das variáveis ambientais em relação a sazonalidade. E na análise de Correlação de Pearson, o oxigênio dissolvido esteve fortemente correlacionado com três variáveis ambientais, temperatura ($R=0.90518$; $p<0,05$), salinidade ($R=0,86178$; $p<0,05$) e a turbidez ($R=0,8155$; $p<0,05$). Enquanto, a densidade se relacionou fortemente com a turbidez ($R=0.92132$; $p<0,05$). Por meio da Análise de Componentes Principais (ACP), os dois primeiros fatores explicaram 51,30% das variações ocorridas no ambiente, sendo no fator 1 explicou 33,94%, o fator 2 justificou 17,36% da variação dos dados. Os valores de correlação foram estimados a partir do “p” de significância maiores que 0,05 para o percentual de forte relação, com valores acima de 0,5 mostrando um cenário sazonal bem definido em relação com as

variáveis ambientais. A Análise Canônica de Correspondência (CCA) não retificada para o período de estiagem explicou 91,46% das relações entre espécies e variáveis ambientais, enquanto, para o período chuvoso, a CCA resumiu 82,99%. A média de idade dos pescadores entrevistados era de 51 anos, casados, com 2 a 4 filhos. Porém, a maioria possuía ensino médio incompleto, o que foi justificado devido à necessidade de trabalhar para sustentar a família desde cedo. Os pescadores atrelam a falta do recurso pesqueiro, ao aumento exagerado de pescadores, muitas vezes de forma irregular no nosso Litoral maranhense, pescadores esses que vem de outros estados como Ceará e Pará, com uma estrutura melhor do que as que eles têm e ainda possuem petrechos mais elaborados. Quanto à percepção dos entrevistados em relação à qualidade ambiental do município de Raposa, bem como das massas d'água, é notório a falta de saneamento básico e o montante de lixo acondicionado nas margens dos manguezais e ao redor das palafitas. Apesar das melhorias hoje aparente no município de Raposa/MA, o saneamento básico ainda é uma realidade a ser conquistada e melhorada. Desta forma, indicadores sociais podem ser considerados como ferramentas operacionais para monitoramento da realidade social, que subsidiarão o planejamento e as decisões das políticas públicas.

Palavras-chave: Bioindicador, Indicadores sociais, Qualidade ambiental.

ABSTRACT

In aquatic environments, the phytoplankton community forms the basis of the food chain and the impacts may interfere with its composition. The aim of this study is to characterize the phytoplankton community and environmental variables in areas of the northern coast of the municipality of Raposa, with emphasis on the investigation of potentially toxic and / or harmful bioindicator species for human and aquatic health. Sixty samples of the microphytoplankton obtained in six samples were analyzed in two seasonal periods (rainy and dry season) in quadrature tide in the flood. Health Geography approaches were used for spatiotemporal analyzes in order to answer questions related to health and its correlations with the environment, as well as statistical analyzes of the data. The diatoms were the ones that contributed the most to the local microphytoplankton richness, being responsible for 82.05% of the identified taxa. Some are considered to be potentially harmful in the literature, especially the genera *Asterionellopsis*, *Chaetoceros*, *Neocalyptrella*, *Pseudosolenia*, *Rhizosolenia* and *Skeletonema*, which are associated with mechanical damage to the gills of filtering organisms, as well as the species *Leptocylindrus danicus* and *Leptocylindrus mininus* framed as potentially harmful. The specific diversity indexes indicated that the phytoplankton community had a significant increase in the rainy season, in addition to having shown a uniform phycoforge (0.53 to 0.93) of the values of equitability. Regarding the analyzes of Normality and Homogeneity Test and One-Way ANOVA, showed that salinity, density, secchi, water temperature and pH presented normal and heterogeneous values showing that there was significant difference of values of environmental variables in relation to seasonality. In the analysis of Pearson's correlation, dissolved oxygen was strongly correlated with three environmental variables, temperature ($R = 0.90518$, $p < 0.05$), salinity ($R = 0.86178$, $p < 0.05$) and turbidity ($R = 0.8155$, $p < 0.05$). By means of the Principal Components Analysis (PCA), the first two factors explained 51.30% of the variations occurring in the environment, and factor 1 explained 33.94%, factor 2 justified 17.36% of the data variation. The correlation values were estimated from the "p" of significance higher than 0.05 for the percentage of strong relation, with values above 0.5 showing a well defined seasonal scenario in relation to the environmental variables. The Canonic Correspondence Analysis (CCA), not rectified for the dry season, explained 91.46% of the relationships between species and environmental variables, while for the rainy

season the CCA summarized 82.99%. The average age of fishermen interviewed was 51, married, with 2 to 4 children. However, most had incomplete secondary education, which was justified because of the need to work to support the family early. The fishermen attribute the lack of fishing resources, the exaggerated increase of fishermen, often of irregular form in our Maranhão Coast, fishermen that comes from other states like Ceará and Pará, with a structure better than the one that they have and still own more elaborate gear. As for the perception of the interviewees regarding the environmental quality of the municipality of Raposa, as well as of the water masses, it is notorious the lack of basic sanitation and the amount of garbage conditioned in the mangrove banks and around the stilts. Despite improvements apparent today in the municipality of Raposa / MA, basic sanitation is still a reality to be achieved and improved. In this way, social indicators can be considered as operational tools for monitoring social reality, which will subsidize the planning and decisions of public policies.

Key words: Bioindicator, Social indicators, Environmental quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da área de estudo.....	31
Figura 2. Localização dos pontos de coleta	34
Figura 3. Multiparâmetro HANNA	35
Figura 4. Rede de plâncton	36
Figura 5. Refratômetro e Disco de Secchi	36
Figura 6. Análise do material coletado em microscopia ótica	37
Figura 7. Amostras em sedimentação e Análise em microscópio invertido	38
Figura 8. Variação da salinidade da água.....	43
Figura 9. Variação da temperatura da água.....	44
Figura 10. Variação do pH da água	45
Figura 11. Variação da Transparência da água	46
Figura 12. Variação do Oxigênio dissolvido, durante os períodos de coletas	47
Figura 13. Variação da Turbidez da água	48
Figura 14. Variação pluviométrica mensal	49
Figura 15. Distribuição percentual do número de táxons do fitoplâncton identificados no município de Raposa, MA	50
Figura 16. Distribuição percentual das famílias de diatomáceas do fitoplâncton, em no município de Raposa, MA.....	51
Figura 17. Distribuição percentual das famílias de dinoflagelados do fitoplâncton, em áreas da costa norte	51
Figura 18. Distribuição percentual geral do número de táxons do fitoplâncton nos períodos sazonais	53
Figura 19. Índices de diversidade e equitabilidade do microfitoplâncton	57
Figura 20. Estimativa em curva da Riqueza de espécies por período amostral	59
Figura 21. Análise dos Componentes Principais (ACP)	69
Figura 22. Análise de Correspondência Canônica do período de estiagem	70
Figura 23. Análise de Correspondência Canônica do período chuvoso	..
Figura 24. Faixa etária dos pescadores.....	72
Figura 25. Local de embarque e desembarque	75
Figura 26. Percepção ambiental da área de estudo.....	75

LISTA PRANCHA DE ESPÉCIES

Prancha 1. Espécies de cianofíceas ocorrentes exclusivamente no período chuvoso	54
Prancha 2. Espécies comuns e dominantes em ambos os períodos estacionais	56
Prancha 3. Espécies ocorrentes com potencialidade tóxica	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Sinopse dos táxons identificados	107
Quadro 2. Valores totais e médias de densidade fitoplanctônica	55
Quadro 3. Lista das espécies potencialmente tóxicas ou danosas.....	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Localização dos pontos de amostragem	33
Tabela 2. Parâmetros abióticos mensurados	49
Tabela 3. Distribuição da comunidade fitoplanctônica	99
Tabela 4. Distribuição da comunidade fitoplanctônica contabilizada	103
Tabela 5. Índices específicos de Diversidade, Equitabilidade e Riqueza	106
Tabela 6. Valores médios das variáveis físico-químicas e biótica	66
Tabela 7. Matrix de Correlação de Pearson dos parâmetros ambientais e densidade.	66
Tabela 8. Matrix de Correlação de Pearson para o período de estiagem	67
Tabela 9. Matrix de Correlação de Pearson para o período chuvoso	67
Tabela 10. Análise dos componentes principais das variáveis ambientais e bióticas	68

APÊNDICES

Apêndice A. Questionário socioambiental semiestruturado aplicado à pescadores	120
Apêndice B. Termo de Consentimento Prévio e Esclarecido	122

LISTA DE SIGLAS

ACP - Análise dos componentes principais

ANOVA – Análise de Variância

APA – Área de proteção ambiental

ASP – Síndrome Amnésica

AZP – Azaspiracid Poisoning

DHN – Diretoria de Hidrologia e Navegação

DSP – Síndrome Diarréica

E' – Índice de Pielou

H' – Índice de Shannon

IETM - Índice do Estado Trófico Modificado

IPMCA – Índice de Parâmetros Mínimos para Preservação da Vida Aquática

IQA – Índice de Qualidade das Águas

IVA – Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática e de Comunidades Aquáticas

pH – Potencial Hidrogeniônico

PSP – Síndrome Paralizante

R – Índice de Riqueza

RAP – Protocolo de Avaliação Rápida

SEMA – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais

TDI – Índice Trófico de Diatomáceas

TRIX – Índice Trófico

VSP – Venerupine Shellfish Poisoning

WQBI – Índice Biológico da Qualidade da Água

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	24
2.1 A qualidade das águas	24
2.2 A importância ecológica do ambiente estuarino	26
2.3 Metodologias aplicadas na avaliação do ambiente	27
2.4 Bioindicador, potencialidade tóxica e os agravos à saúde humana e ao ambiente ...	29
3. DESCRIÇÃO DE ÁREA	31
3.1 Município de Raposa	31
3.2 Área de estudo	33
4. METODOLOGIA	35
4.1 Etapa de campo	35
4.2 Etapa de laboratório	37
4.3 Índices de diversidade, equitabilidade e riqueza e Índice de dominância	39
4.4 Análise da distribuição espaço-temporal e socioambiental	40
4.5 Análises estatísticas dos dados	41
4.6 Autorização	42
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
5.1 Parâmetros abióticos	43
5.1.1 Salinidade da água	43
5.1.2 Temperatura da água	44
5.1.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)	45
5.1.4 Transparência da água	46
5.1.5 Oxigênio dissolvido	47
5.1.6 Turbidez	48
5.1.7 Precipitação Pluviométrica	48
5.2 Parâmetros bióticos	50
5.2.1 Composição florística	50
5.2.2 Estrutura e variação da flora	52
5.2.3 Densidade fitoplanctônica	54
5.3 Índices de medidas específicas do microfitoplâncton	56

5.3.1 Diversidade	56
5.3.2 Equitabilidade	57
5.3.3 Riqueza	58
5.4 Microalgas potencialmente tóxicas ou danosas	59
5.5 Análises estatísticas dos dados	65
5.5.1 Características físico-químicas e bióticas da coluna d'água	65
5.5.2 Correlação de Pearson	66
5.5.3 Análise dos Componentes Principais (ACP)	67
5.5.4 Análise de Correspondência Canônica (CCA)	69
5.6 Análises da distribuição espaço-temporal e socioambiental	71
5.6.1 Procedimentos desde a captura até a comercialização	73
CONCLUSÃO	78
CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
REFERÊNCIAS	82
APÊNDICES	97

1.INTRODUÇÃO

A disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos utilizados pelo homem constituem preocupação constante, no sentido de se garantir o seu acesso a tais recursos sem o comprometimento da salubridade ambiental e da qualidade de vida das populações, notadamente nas maiores aglomerações urbanas.

No Brasil, os maiores contingentes de população se concentram nas cidades costeiras, originadas em face dos processos de conquista e de ocupação do território pelo colonizador europeu e agravado, continuamente, pelo fator histórico e pelo acelerado crescimento urbano das últimas cinco décadas.

O estado do Maranhão possui vasta zona costeira em comprimento e largura, dotado de grande diversidade de ecossistemas e de potencialidade natural, em cujo cenário aparece como o segundo maior litoral do Brasil e como segundo maior produtor de pescado da Região Nordeste e compreendendo cerca de 80% do manguezal brasileiro (FERREIRA et al., 2014). A ilha do Maranhão constitui o maior ambiente insular da costa maranhense, localizada na região do Golfão Maranhense, compreendendo os municípios de São Luís, Paço do Lumiar, São José de Ribamar e Raposa, e está confinada entre as baías de São Marcos, ao norte, e de São José, a leste, com 1.362 km² de extensão e população estimada de 1.366.266 habitantes (IBGE, 2015).

O município da Raposa insere-se na microrregião da aglomeração urbana de São Luís, que integra a Mesorregião Norte Maranhense, estando situado a cerca 28 km do centro histórico de São Luís, capital do Estado do Maranhão, sendo limitado ao norte e a oeste, pelo Oceano Atlântico; ao sul pelos municípios de Paço do Lumiar e de São José de Ribamar e a leste pela baía de São Marcos.

Segundo Ferreira et al., (2014) a emancipação do povoado de Raposa como município impulsionou o crescimento horizontal da área rural e urbana, ocorrendo ocupações desordenadas e o aumento considerável da população, ocasionando uma série de problemas de caráter ambientais e socioeconômicos. No Maranhão, é comum as cidades crescerem sem planejamento prévio, fato que acentua os aspectos negativos como: ausência de saneamento básico, baixos indicadores sociais, violência urbana, dentre outros. Estes aspectos comprometem direta ou indiretamente, a qualidade de vida dos cidadãos; devendo ser monitorados através dos indicadores socioambientais (RABELO et al., [s.d]).

Segundo Magalhães Jr. (2007), os indicadores ambientais são modelos simplificados da realidade com a capacidade de facilitar a compreensão dos fenômenos além de aumentar à capacidade de comunicação de dados primários e de adaptar as informações à linguagem e aos interesses locais dos gestores. Não são, portanto, elementos explicativos ou descritivos, mas informações pontuais no tempo e no espaço, cuja integração e evolução permitem o acompanhamento dinâmico da realidade. A priori, sabe-se que esta região é um ecossistema com vulnerabilidades ambientais e sociais, necessitando assim de estudos para diagnosticá-las melhor (RABELO et al., [s.d]). A palavra vulnerabilidade insere-se no cotidiano atual, como reflexo de uma sociedade que se sente insegura e exposta a perigos de várias ordens. Ao mesmo tempo, este termo vem sendo usado das mais diversas formas e nos mais distintos contextos e, de maneira geral, induzindo ao entendimento de condição instável, de exposição a algum risco (KUHNEN, 2009).

Para Costa da Silva (2008) no município de Raposa, o problema ambiental mais significativo é a degradação do manguezal, por aterramento, por ser a área de expansão do núcleo urbano original. O ecossistema manguezal é protegido por lei federal como área de preservação permanente (BRASIL, 1965, artigo 2º- código florestal e Resolução CONAMA 303, 2002).

Os manguezais desempenham importante papel na economia das regiões costeiras tropicais, provendo a população de muitos benefícios, como a utilização da madeira para diversos fins, bem como a extração de compostos químicos e de uso medicinais, de alimentos, além de garantir a proteção e estabilização da linha costeira, funcionando como berçário para várias espécies de moluscos, crustáceos e peixes economicamente importantes, fertilizar as áreas costeiras, dentre outros. Tais benefícios ainda são pouco conhecidos ou reconhecidos, dificultando o gerenciamento racional das regiões costeiras (COSTA DA SILVA, 2008).

Estes ecossistemas são ambientes de transição entre terra, mar e rios, sujeitos ao regime de marés salobras. Mesmo sendo altamente produtivos e fornecendo consideráveis benefícios ecológicos, econômicos e culturais, diversas intervenções humanas têm causado modificações profundas na dinâmica desses ambientes, tais como pesca predatória, introdução de espécies exóticas, poluição por efluentes domésticos e industriais, assoreamento e implantação de grandes empreendimentos portuários (SCHAEFFER-NOVELLI, 2003).

Em um ambiente parcialmente degradado, particularmente, onde poluentes ocorrem em concentrações crônicas e subletais, mudanças na estrutura e função de organismos aquáticos são mais frequentes que mortalidade em massa (CARVALHO NETA et al., 2013). Nesse contexto, as microalgas, por estarem imersas no meio, podem ser sensíveis às propriedades físicas e à composição química do local onde vivem, pois alterações na qualidade da água, possivelmente, refletem na estrutura da comunidade fitoplanctônica (SILVA et al., 2004). A comunidade fitoplanctônica caracteriza-se como a base da cadeia alimentar nos ambientes aquáticos e, portanto, os impactos decorrentes de sua ocorrência podem interferir não somente em sua composição, mas na qualidade e quantidade da água disponível para uso consuntivo, como também na vida de outras espécies da cadeia aquática.

Conforme a Resolução CONAMA nº 357 (2005), a qualidade dos ambientes aquáticos poderá ser avaliada por indicadores biológicos, utilizando-se organismos ou comunidades aquáticas. De acordo com o § 4º as possíveis interações entre as substâncias e a presença de contaminantes não listados nesta Resolução, passíveis de causar danos aos seres vivos, deverão ser investigadas utilizando-se ensaios ecotoxicológicos, toxicológicos ou outros métodos cientificamente reconhecidos. Para o monitoramento biológico, é necessário conhecer os padrões sazonais do fitoplâncton (DELLAMANO-OLIVEIRA et al., 2003), sendo essencial o estudo das características da água, pois tais diferenças influenciam nas mudanças na diversidade dos ecossistemas aquáticos (PASTREPO, 1996).

O plâncton vem sendo utilizado como indicador ambiental por possuir ciclo de vida curto, refletindo rapidamente às mudanças do meio; apresentar muitas variedades e formas resultantes de flutuações ambientais particulares e indicam o estado trófico do ambiente (COSTA et al., 2004). Nesses eventos, a concentração de algas chega a atingir dezenas, centenas de milhões de células por litro de água e, dependendo da espécie, podem formar grandes manchas visíveis a olho nu (YONEDA, 1999).

Bioindicadores são definidos como organismos ou comunidades de organismos que reagem a alterações ambientais modificando suas funções vitais normais, o tamanho de população, sua existência ou desaparecimento sob certas condições ambientais, permitindo assim conclusões a respeito de uma área (LOPES, 2007).

Contudo, quando as espécies planctônicas oportunistas são produtoras de toxinas, os florescimentos podem ser catastróficos para o ecossistema e representar

sérios riscos para a saúde humana. A maior parte das toxinas em ambientes costeiros marinhos é produzida, principalmente, por dinoflagelados e diatomáceas (HALLEGRAEFF, 2003). Entre os dinoflagelados destacam-se os gêneros *Gymnodinium* (Stein, 1878), *Alexandrium* (Halim 1960), *Dinophysis* (Ehrenberg 1839), *Pyrodinium* (Plate, 1906) e *Prorocentrum* (Ehrenberg 1833), responsáveis pela produção de toxinas neurológicas e gastrointestinais causadoras da síndrome paralisante (PSP) e da síndrome diarréica (DSP) entre outras. Dentre as diatomáceas o gênero *Pseudo-nitzschia* (Peragallo 1897), possui espécies produtoras de ácido domóico, causador da síndrome amnésica (ASP) (HASLE; SYVERSTSEN 1997; LAGOS, 2002).

Dentre as reações causadas pelas toxinas de microalgas na saúde humana, constam náuseas e vômitos, quadros de cefaléia e confusão mental. Em idosos já ocorreram casos de lesões cerebrais, coma e morte (SHUMWAY, 1990). Há, ainda, registros de mais dois tipos de intoxicações, por Azaspiracid Poisoning (AZP) – (Envenenamento por azaspirácidos), toxina produzida pela espécie *Protoperidinium crassipes*, com registros apenas para a região da Irlanda (McMAHON; SILKE, 1996) e por Venerupine Shellfish Poisoning (VSP) – (Envenenamento por venerupino), intoxicação de grande preocupação de saúde pública no Japão, sintetizada pelo dinoflagelado *Prorocentrum minimum* (APHA, 1995). Segundo Pereira, Pequito e Costa (1999), o florescimento de cianofíceas pode acarretar riscos ao meio ambiente e a saúde humana, tais como distúrbios hepáticos, neurológicos, gastrointestinais e reações alérgicas, além de causar alterações nas características organolépticas da água e dos animais aquáticos.

Os ambientes aquáticos estão sujeitos a mudanças temporais, com frequentes reorganizações na composição de espécies e na abundância relativa das comunidades fitoplanctônicas, como resultado das interações entre as variáveis físicas, químicas e biológicas (DELLAMANO-OLIVEIRA, 2006) que podem resultar em perigos aos humanos. Apesar disso, ainda são poucos os estudos abordando características ecológicas e biológicas das espécies ocorrentes com potencialidades tóxicas ou danosas, em áreas da costa norte no município de Raposa/MA.

Inúmeros são os trabalhos envolvendo o fitoplâncton estuarino na costa brasileira. A maioria, entretanto, apenas se refere à composição florística e trata somente de sua taxonomia. No Maranhão, há uma carência de publicações sobre esta temática, em relação a outros estados da região Nordeste.

O presente estudo tem como objetivo investigar as condições ambientais da comunidade fitoplanctônica da costa norte do município de Raposa com ênfase na investigação de espécies bioindicadoras potencialmente tóxicas e ou danosas, para saúde humana e aquática, diagnosticando as fragilidades, utilizando indicadores socioambientais e análises laboratoriais.

Para o alcance do objetivo considerou-se importante a analisar da composição e densidade das microalgas fitoplanctônicas das áreas de estudo, a diversidade, equitabilidade, riqueza e dominância da comunidade fitoplanctônica, as microalgas potencialmente tóxicas na relação com possíveis agravos à saúde humana e à biota aquática e a distinção do modo de vida e da produção da comunidade de pescadores do município de Raposa em na relação com as problemáticas ambientais.

Inferese, portanto, que a presente pesquisa justifica-se pela possibilidade de contribuir com subsídios para o conhecimento das características da comunidade planctônica das águas estuarinas, em especial no município de Raposa, onde a carência de estudos relacionados à avaliação da qualidade da água e por sua contribuição acerca da intrínseca relação entre este recurso natural, a saúde e a qualidade de vida humana, além de ressaltar a importância da sustentabilidade biológica usando o fitoplâncton como bioindicador correlacionando a gestão socioeconômica.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O Estado do Maranhão possui uma importante área costeira, que relaciona aspectos econômicos, ecológicos e socioculturais, como por exemplo: a pesca industrial, a logística estratégica portuária, o setor turístico e imobiliário; ecologicamente é ponto de transição na costa brasileira, sendo ainda área com influência da pesca artesanal (TISCHER, 2013).

Contudo, a zona costeira está entre os ambientes onde a pressão antropogênica é mais concentrada e onde os conflitos existentes e potenciais de uso da terra são mais críticos (PNUE, 2002). Isso se deve, ao fato de esta zona costeira representar também para as sociedades humanas pontos de intensa troca de mercadorias entre si, mas também pela exploração imprudente comprometendo por vezes a resiliência de seus recursos naturais (MMA, 1992).

Para Statham (2012), as zonas costeiras em todo o mundo abrange 40% da população que vive a menos de 100 km do litoral e as zonas estão sob pressão demográfica, econômica e ecológica persistente. As bacias hidrográficas costeiras apresentam alta vulnerabilidade ambiental e intervenções antrópicas significativas.

Conforme Bricker et al., (2013) ao inserirem nutrientes no sistema aquático a partir de fontes pontuais (canalização, descarga de efluentes domésticos e industriais) e de fontes difusas (fertilizantes, efluentes domésticos e saída superficial) as atividades antrópicas contribuem para o processo de eutrofização e degradação dos corpos d'água (ALEGRE, 2016).

2.1 A Qualidade das águas

A água é um recurso natural essencial para a sobrevivência de todas as espécies que habitam a terra. No planeta, observa-se que cerca de 3/4 de sua superfície é composta de água, sendo que está ainda se divide em água salgada, que corresponde a 97% do total disponível, e água doce, com apenas 3%; dessa pequena porção de água doce, tem-se que somente 1% dela é potável, ou seja, apta para o consumo humano, uma vez que o restante encontra-se em calotas polares e nas geleiras (PEIXOTO FILHO; BONDAROVSKY, 2000).

O termo “Qualidade das águas” é utilizado para descrever as condições da água, incluindo as análises das características químicas, físicas e biológicas, normalmente

empregado no contexto de sua adequação para um propósito em particular, como água para beber, para contato ou pesca (JOHNSON, 2007).

Apesar de todos os esforços para armazenar e diminuir o seu consumo, a água está se tornando, cada vez mais, um bem escasso, e sua qualidade se deteriora com rapidez (FREITAS et al., 2001; COELHO, 2013). Neste contexto, as atividades agrícolas e as altas densidades populacionais expõem a maior parte das bacias hidrográficas do Brasil a impactos ambientais pesados e crescentes, especialmente a poluição por resíduos orgânicos (SALOMONI et al., 2006), ao tipo de uso e ocupação do solo (HOLMES, 1996; VARIS, 1996).

A poluição da água pode ser conceituada como: o lançamento e a acumulação nas águas dos mares, dos rios, dos lagos e demais corpos d'água, superficiais ou subterrâneos, de substâncias químicas, físicas ou biológicas que afetem diretamente as características naturais das águas e a vida ou que venham a lhes causar efeitos adversos secundários (COELHO, 2013; JORGE et al., 2002).

A adição, de esgotos, despejos industriais ou outro material perigoso ou poluente, às águas, em concentrações ou quantidades que resultem em degradação mensurável da qualidade deste recurso, além de constituírem perigo à saúde da população, geram influências deletérias e negativas sobre as plantas e animais aquáticos (JORGE et al., 2002). Para Santos et al., (2006) a qualidade da água do mar também se encontra alterada em função da falta de saneamento básico e ou de sistema de esgotamento sanitário eficiente, limitando o contato primário (banho e recreação) com essa água.

O excesso de nutrientes inseridos nos corpos de água favorece o aumento da biomassa de fitoplâncton, e a proliferação de macrófitas aquáticas e acarreta a eutrofização (BALDY et al., 2007). A decomposição desta biomassa promove a diminuição da concentração de oxigênio dissolvido em ambientes aquáticos, o que resulta em diminuição da qualidade da água e na redução do organismo aeróbio. A eutrofização tornou-se uma questão global e ocorre em lagos, rios e mares de todo o mundo (RABALAIS et al., 2009).

Os estudos envolvendo a eutrofização dos ecossistemas aquáticos visam estimar o estado trófico pela aplicação da qualidade da água e índice ambiental, ou seja, o desenvolvimento de metodologia de aplicações disponíveis para pesquisadores e gestores ambientais (CUDOWSKI, 2015).

O destino final do esgoto doméstico e industrial, a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos e industriais e postos de combustíveis, representam fontes de contaminação das águas, por bactérias, vírus patogênicos, parasitas, substâncias orgânicas e inorgânicas (SILVA; ARAUJO, 2003; COELHO, 2013). Essas agressões ao meio ambiente, segundo Sant'Anna Neto (1998) estão diretamente relacionadas ao crescimento demográfico e à urbanização.

É interessante destacar, que a qualidade de vida está diretamente relacionada à degradação ambiental (EM et al., 2001). Quanto à questão ecológica, a zona costeira, de forma geral, abriga ecossistemas importantes para a reprodução de diversas espécies e a manutenção da vida marinha fornecendo cargas de nutrientes, como por exemplo, os estuários e manguezais (TISCHER, 2013).

2.2 A Importância ecológica do ambiente estuarino

Os estuários são corpos de água costeiros que determinam a maior parte dos fluxos materiais entre o continente e o oceano. As interações entre as águas fluvial e marinha dentro de uma bacia estuarina geralmente produzem gradientes ambientais acentuados que podem variar no tempo e no espaço, em resposta ao fluxo do estuário (MIRANDA et al., 2002). Deste modo, a hidrodinâmica do estuário é impulsionada pelas marés e pela descarga do rio e são limitados pela morfologia estuarina, que, em conjunto, controlam os processos sedimentológicos, nutrientes e outras intempéries ambientalmente relevantes, especialmente os poluentes (SCHETTINI, 2016).

No entanto, conforme mencionado, do crescimento econômico e social decorrem efeitos indesejáveis, como o aumento no volume de efluentes domésticos e industriais não tratados. Geralmente, o crescimento das áreas metropolitanas é aleatório e constitui a principal causa de aumento dos efluentes domésticos e mudanças no ambiente. Por outro lado, indústrias e portos, que são tipicamente localizadas em grandes áreas metropolitanas costeiras, também são fontes significativas de contaminantes (CASTRO et al., 2007; MACEDO et al., 2007; SCHETTINI, 2016).

Os estuários têm sua peculiar importância, pois funcionam como polos de atração da atividade humana (DA et al., [s.d.]). Castro; Huber (2012) os consideram áreas semifechadas onde a água doce e a água do mar se encontram e se misturam.

Os ecossistemas estuarinos possuem áreas consideradas de maior diversidade do mundo quase sempre eutróficas apresentando condições favoráveis ao desenvolvimento de organismos produtores primários. Esta produtividade constitui o meio de vida das

grandes populações, devido à soma de condições peculiares, como a ação oscilante das correntes de maré, que proporcionam grande fertilidade e os qualificam como os habitats naturais mais produtivos do nosso planeta (FRENCH, 1997; SANTIAGO; SILVA-CUNHA; PASSAVANTE, 2004).

Os ambientes, marinho e costeiro do Brasil vêm sofrendo, nas últimas décadas, um considerável processo de degradação ambiental gerado pela crescente pressão sobre os recursos naturais marinhos e continentais e pela sua capacidade limitada de absorverem os impactos resultantes. A introdução de nutrientes, alteração ou destruição de habitats, alterações na sedimentação, superexploração de recursos pesqueiros, poluição industrial, principalmente de poluentes persistentes, e a introdução de espécies exóticas, constituem-se nos maiores impactos ambientais na Zona Costeira Brasileira (BRASILEIRA et al., 2002).

A ocupação humana do entorno dos estuários, em geral intensa, ocasiona significativas alterações morfológicas e diversas formas de poluição, que é transportada através do seu campo de velocidade e de suas características de turbulência e representa um risco potencial à saúde pública e ao equilíbrio do meio ambiente aquático (DA et al., [s.d.]).

A poluição dos ambientes marinhos tem comprometido a qualidade e a segurança de vários produtos alimentícios obtidos de mares cujas águas estejam contaminadas (RICHARDS, 1991; JORGE et al., 2002), uma vez que os ecossistemas aquáticos são extremamente vulneráveis aos impactos provocados pela atividade humana, podendo ser verificado através de análises das características das águas continentais localizadas em áreas com diferentes graus de concentração humana (CAMARGO et al., 1995; COELHO, 2013). Salienta-se que a ocupação humana nas áreas de manguezais, além de representar uma problemática ambiental, significa péssima qualidade de vida (EM et al., 2001).

2.3 Metodologias aplicadas na avaliação do ambiente

A avaliação da qualidade da água é comumente determinada por parâmetros físico-químicos e índices como pH, temperatura, Índice de qualidade das águas (IQA), Índice de qualidade das Águas para Proteção da vida aquática e de comunidades aquáticas (IVA) (ALEX et al., 2015).

O processo de eutrofização pode ser estimado tanto por uso de indicadores químicos como através de indicadores biológicos. Porém, o uso de análises químicas

pode apresentar um custo elevado, tornando o uso de organismos indicadores uma alternativa em contraposição ao monitoramento físico-químico, com a intenção de identificar a integridade das populações envolvidas (DA et al., [s.d.]).

Os Índices de qualidade dos ambientes aquáticos analisam a estrutura e o funcionamento do ecossistema, com base em parâmetros de fácil percepção e uso simplificado. Desta forma, utiliza-se o *Índice Trófico* (TRIX) para caracterizar o estado trófico e do *Protocolo de Avaliação Rápida* - RAP para analisar a qualidade do ambiente fluvial. As medidas utilizadas são exemplos de índices qualitativos e quantitativos, respectivamente (ALEGRE, 2016).

A TRIX foi desenvolvido por Vollenweider et al., (1998) e Alegre (2016). Este índice é baseado na agregação biológica de (clorofila-*a*) e variáveis físico-químicas (oxigênio e nutrientes) para caracterizar o estado trófico do sistema. Sendo assim, o índice TRIX por sua vez tem a vantagem de ser uma metodologia fácil e de simples aplicação, inclui concentrações de fósforo e o índice pode ser estabelecido para cada ponto amostral, tornando o monitoramento ambiental mais eficiente (JÚNIOR et al., 2012) . Este índice foi aplicado nas zonas costeiras brasileiras e europeias, porque mostra a atual dinâmica do sistema aquático (VOLLENWEIDER et al., 1998; COTOVICZ JUNIOR et al., 2012; SILVA et al., 2013; TAVARES et al., 2014).

De acordo com Brasileira et al., (2002) o esgoto leva para o mar grande quantidade de matéria orgânica, nutrientes que acabam contribuindo para a explosão do fitoplâncton. A vida microscópica cresce de forma desordenada, prejudicando outros organismos marinhos que ficam sem espaço, sem oxigênio e sem nutrientes.

A sensibilidade de organismos aquáticos, especialmente algas e macro invertebrados, tem sido usada para avaliar a eutrofização (WHITTON et al., 1991; WHITTON; KELLY, 1995). Inicialmente o IVA foi composto pelo Índice de Parâmetros Mínimos para Preservação da Vida Aquática-IPMCA, devendo ser complementado por outros componentes como indicadores biológicos e índices de eutrofização (DA et al., [s.d.]).

O IVA tem por objetivo avaliar a qualidade das águas para fins de proteção da fauna e flora em geral diferenciada, portanto, de um índice para avaliação da água para o consumo humano e recreação de contato primário. Inicialmente proposto pela CETESB, o IVA leva em consideração a presença e concentração de contaminantes químicos tóxicos, seu efeito sobre os organismos aquáticos (toxicidade) e dois dos

parâmetros considerados essenciais para a biota - pH e oxigênio dissolvido. Desta forma, o IVA, integrado pelo IPMCA e o Índice do Estado Trófico Modificado (IETM), torna-se mais abrangente, pois fornece informações não só sobre a qualidade da água em termos ecotoxicológicos, como também sobre o seu grau de trofia (DA et al., [s.d.]).

Entre os métodos biológicos desenvolvidos para indicar o nível trófico de águas correntes, o Índice Trófico de Diatomáceas-TDI, proposto por Kelly; Whitton (1995), e revisto por Kelly (1998), tem sido amplamente utilizado na Comunidade Européia (COMUNIDADE EUROPEIA, 1991). Em comparação com a utilização de Índices Tróficos na Comunidade Européia, o Índice Biológico da Qualidade da Água- WQBI, proposto por Lobo et al., (2004) incorpora uma resposta integrada da comunidade epilítica de diatomáceas aos processos de eutrofização e poluição orgânica nos rios sul-brasileiros (SALOMONI et al., 2011).

2.4 Bioindicador, potencialidade tóxica e os agravos à saúde humana e ao ambiente

O microfitoplâncton é responsável pela produção primária no mar, ou seja, pela produção de oxigênio. Do seu crescimento e desenvolvimento normais é que todos os outros elos da cadeia se alimentam (BRASILEIRA et al., 2002), notadamente as microalgas e as diatomáceas.

As microalgas, compreende organismos aquáticos unicelulares, predominantemente autotróficos que podem ocorrer no plâncton ou aderidas a diversos tipos de substratos, sejam eles naturais ou artificiais (ESKINAZI-LEÇA et al., 2001; SANTIAGO; SILVA-CUNHA; PASSAVANTE, 2004). Para estes autores, estas microalgas têm um importante papel nos ecossistemas aquáticos, pois além de produtores primários, também funcionam como bioindicadores da qualidade da água e de seu estado trófico.

Já para Wojciechowski et al., (2013) as microalgas apresentam uma ampla distribuição geográfica, podendo ser encontradas em praticamente todas as condições ambientais da Terra, desde solos férteis a desertos quentes e frios. Mas, é no ambiente aquático, tanto marinho quanto em águas epicontinentais, que encontramos maior prevalência destes organismos.

Deste ponto de vista, diferentes comunidades biológicas têm sido usadas para avaliar e monitorar a qualidade da água. Entre elas, as diatomáceas epilíticas são

reconhecidas mundialmente como indicadores de poluição orgânica e eutrofização de ambiente aquáticos dulcícolas (KELLY; WHITTON, 1995; ECTOR; RIMET, 2005).

A poluição das águas afeta diretamente a saúde da população, provocando doenças como diarreia, hepatite, febre tifóide, micose, otite, conjuntivite, alergias e parasitoses intestinais. Crianças, idosos e pessoas com baixa resistência são as mais suscetíveis a desenvolverem doenças ou infecções após terem nadado em águas contaminadas (BRASILEIRA et al., 2002).

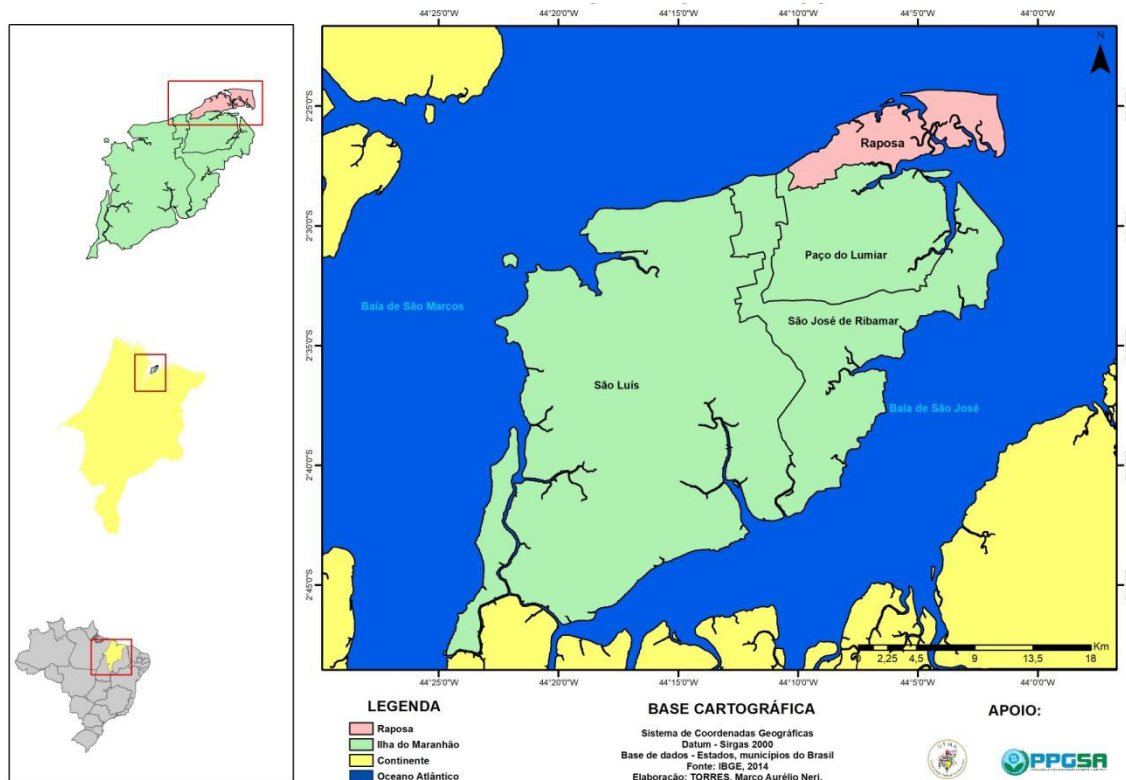
Estes autores abordam ainda que, o esgoto industrial e doméstico constitui uma das grandes ameaças para a vida marinha e para quem vive no litoral, porque age como um fertilizante, e um dos fenômenos mais conhecidos dessas explosões é a chamada maré vermelha, que resulta da super proliferação de dinoflagelados, um tipo de fitoplâncton que pode produzir substâncias tóxicas e causar a morte de herbívoros e do plâncton, ou ainda pela bioacumulação, que é o fenômeno através do qual os organismos vivos acabam retendo, dentro de si, algumas substâncias tóxicas que vão se acumulando também nos demais seres da cadeia alimentar até chegar ao homem, constituindo um processo lento de intoxicação e muitas vezes letal.

3. DESCRIÇÃO DA ÁREA

3.1 Município de Raposa

O município de Raposa localiza-se na faixa litorânea (Figura 1), trecho central da costa maranhense e extremo nordeste da ilha de São Luís, estando situado entre as coordenadas geográficas 02°25'22" de latitude sul e 44°05'21" de longitude oeste (ALMEIDA-FUNO, 2016; FRANÇA et al., 2013; SANTOS et al., 2011).

Figura 1. Localização da área de estudo do município de Raposa, MA.



Elaborado by: TORRES, M. A. C. (2018).

De acordo com os dados do IBGE (2010), possui uma população de 26.327 habitantes com densidade demográfica de 397,21hab/km² e está inserido na bacia hidrográfica do Rio Paciência que drena uma área de 171,74 km² (FRANÇA et al., 2013). Conforme estes mesmos autores o clima deste município é quente e úmido, com precipitação pluviométrica anual na faixa de 1600 - 2000 mm, tendo dois períodos sazonais distintos: um chuvoso, que vai de dezembro a junho, e um de estiagem, que ocorre de julho a novembro, com temperatura média anual superior a 27°C. Sendo setembro o mês mais seco do ano (ZOTTELE, 2016).

Entretanto, a orla da ilha está submetida a uma hidrodinâmica regida pelo domínio de marés semidiurnas (duas preamares e duas baixa-mares 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]).

No estudo realizado por Torres et al., (2016) aborda que o clima incute diretamente na vida da sociedade, uma vez que estabelece uma relação direta com o homem e seu meio de convívio social (cidades, áreas rurais, regiões, etc.) Hastenrath e Lamb (1977); Pinheiro (2017) explica que o principal mecanismo de atuação atmosférica gerador de chuvas no norte do Nordeste do Brasil é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), cujo sistema meteorológico é o mais importante na determinação de quão abundante ou deficiente serão as chuvas, tendo a ZCIT como principal mecanismo climático de geração de chuvas na Ilha de Maranhão.

Para (Kousky, 1980; Zottele, 2016) fala que a variação sazonal do regime pluviométrico é controlada pela presença da (ZCIT), e que no período do verão austral apresenta ventos alísios de Nordeste, trazendo massas de ar que ocasionam as chuvas no Nordeste brasileiro, enquanto que no segundo semestre do ano, há domínio dos alísios de Sudeste deslocando essa massa de ar para o hemisfério norte, ocasionando um déficit de precipitações.

O município em estudo tem padrão de ocupação com diferentes graus de intensidade e disposição espacial, sendo considerada a maior comunidade pesqueira do Estado do Maranhão com características essencialmente artesanais (LABOHIDRO, 2007). A zona costeira do município de Raposa-MA, sobretudo a região estuarina cercada de manguezais, apresenta diversos bancos naturais de moluscos bivalves. Dentre eles o sarnambi (*Anomalocardia brasiliiana*) e a tarioba (*Iphigenia brasiliensis*), abundantes na área. Ocorrem também, em menor densidade, a ostra de mangue (*C. rhizophorae*), sururu (*Mytella falcata*), camarão (*Litopenaeus schmitti*), siri (*Callinectes* sp.) e caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) (MONTELES et al., 2009).

Para Ferreira et al., (2014) a problemática ambiental mais significativa da Raposa é a degradação e o aterramento do manguezal, área onde a cidade esta assentada, quanto mais a cidade cresce, mais o ecossistema sofre, com isso aparecem algumas doenças de veiculação ambiental tornando-se endêmicas, dentre as mais importantes estão, verminose, diarreia, calazar, dentre outras.

3.2 Área de estudo

A área de coleta localiza-se em regiões da costa norte do município de Raposa (Figura 2), distribuídas em 5 pontos dos quais 4 tem influência com a bacia do rio Paciência e 1 com o litoral (Tabela 1).

Segundo Gonçalves [s.d], a área do município da Raposa apresenta uma hidrografia rica em igarapés e pequenos rios, destacando-se o Olho de Porco, Pucal, Fazenda e Tapuitiba. Esses cursos d'água se caracterizam por proporcionarem recursos pesqueiros e de lazer para a população ribeirinha. Outros cursos d'água de destaque na referida área são o Igarapé da Raposa e o Canal do Braga, que servem como via de deslocamento dos pescadores locais.

Tabela 1 - Localização dos pontos de amostragens dos canais de marés no município de Raposa-MA.

PONTOS	COORDENADAS		
	LATITUDE	LONGITUDE	LOCALIDADE
P1	2° 26' 31" S	44° 4' 34" W	Igarapé da Juçara
P2	2° 25' 53" S	44° 4' 15" W	Igarapé do Mujijáia
P3	2° 25' 31" S	44° 4' 47" W	Igarapé das Ostras
P4	2° 25' 17" S	44° 5' 37" W	Porto do Braga
P5	2° 24' 25" S	44° 5' 22" W	Costa de Mariscagem (Litoral)

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Neste estudo os três primeiros pontos estão compreendidos: ponto 1 (Igarapé da Juçara), ponto 2 (Igarapé do Mujijáia) e ponto 3 (Igarapé das Ostras) inseridos diretamente adentro dos canais de maré da costa norte do município de Raposa, cujo ecossistema de manguezais ainda bem preservados, sem ou com isoladas residências nesses pontos, no entanto, são áreas exploradas para criação de moluscos bivalves como ostras, sururus e sarnambis.

Já o ponto 4 (Porto do Braga), também considerado um igarapé, porém com maior influência da zona costeira. Enquanto que, o ponto 5 (Costa de Mariscagem), está inserido no litoral de praia, onde são realizadas pesca do camarão, e podendo ser observada uma grande quantidade de bares, restaurantes e residências nas mediações dessa área. Entretanto, em ambos os pontos amostrais apresentam grande fluxo de pessoas por conta do turismo na região.

Figura 2. Localização dos pontos de coleta no município de Raposa, Maranhão.



Elaborado by: TORRES, M. A., N. (2018)

4. METODOLOGIA

Para atingir os objetivos propostos no estudo, foram realizadas etapas de campo e de laboratório, além de levantamento dos dados secundários no sistema de informação IBGE (2010).

4.1 Etapa de Campo

Foram coletadas 60 amostras biológicas do fitoplâncton, sendo 30 qualitativas e 30 quantitativas, todas obtidas em seis coletas em áreas da costa norte do município de Raposa, em dois períodos sazonais distintos (estiagem e chuvoso). Estas coletas foram por um período de 1 (um) ano, com início em Agosto/2016 e término em Janeiro/2018, em cinco pontos pré-estabelecidos (Tabela 1 e Figura 2) que foram determinados através do GPS inserido ao Multiparâmetro HANNA (Figura 3).

Figura 3. Multiparâmetro HANNA, para medição de parâmetros abióticos.



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Porém, devido a problemas logísticos, financeiros e espera por autorizações de órgãos gestores, houve a suspensão das coletas durante certo período para coletas amostrais, retornando somente em Janeiro/2018 e fechando o ciclo de 6 (seis) campanhas amostrais. Para a coleta das amostras, levou-se em consideração a altura de maré (m) do dia em campo (marés de quadratura) na enchente, utilizando a Tábua das Marés para a Costa do Brasil e Portos Estrangeiros, publicados pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) da Marinha do Brasil, para o Porto do Itaqui (DHN, 2016; 2017).

As amostras qualitativas foram coletadas com rede de plâncton cônico-cilíndrica com malha de 45 μ m, 1 m de comprimento e aro de 30 cm de diâmetro de boca, acoplada a um tubo coletor com capacidade de 300 mL (Figura 4), para o estudo do microfitoplâncton, sendo feitos arrastos horizontais na superfície da água, a bordo de

um barco em marcha lenta realizando movimentos circulares durante 5 minutos, de modo a capturar um elevado número de organismos e prevenir a colmatção da rede; posteriormente as amostras foram acondicionadas em frascos plásticos foscos com capacidade de 300 mL, etiquetados e fixadas com formalina a 4 %.

Figura 4. Rede de plâncton.

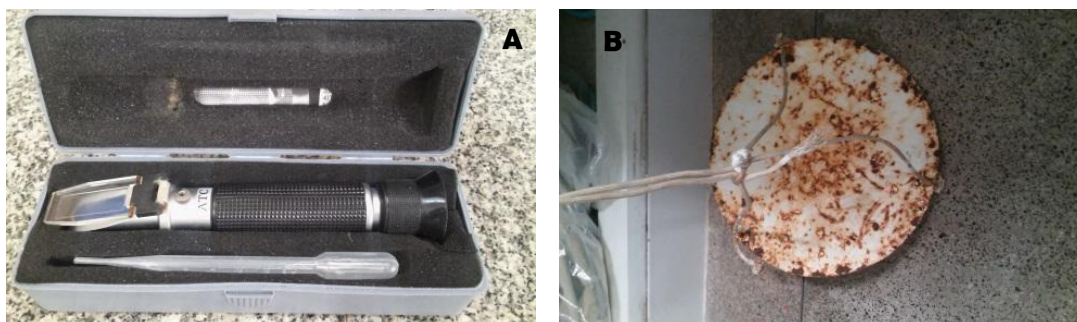


Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Quanto às amostras quantitativas, foram realizadas coletas da água com auxílio de garrafas tipo Niskin, com capacidade de 2,5 litros, para o estudo do fitoplâncton total (densidade fitoplancônica), sendo as amostras fixadas com Lugol, totalizando 30 amostras qualitativas e 30 amostras quantitativas do microfitoplâncton, logo em seguida transportadas para o Laboratório de Ficologia da Universidade Federal do Maranhão (LABFIC/UFMA).

As variáveis ambientais hidrológicas como: temperatura (°C), potencial hidrogeniônico (pH) e Oxigênio dissolvido foram mensurados *in situ*, com o Multiparâmetro HANNA (Figura 3); a Salinidade foi obtida através do Refratômetro (Figura 5A), de marca ATAGO, enquanto a transparência da água (cm) foi obtida em profundidade com o disco de Secchi (Figura 5B).

Figura 5. Refratômetro e Disco de Secchi



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

4.2 Etapa de Laboratório

Para análise qualitativa das microalgas, o material foi colocado entre lâmina e lamínula para observação (Figura 6), a fim de obter melhor visualização das frústulas. A matéria orgânica foi destruída com o uso de Peróxido de Hidrogênio a 30% e em seguida preparadas um mínimo de três lâminas permanentes e montadas com resina Entellan (MERCK, ir = 1,49-1,50). As frústulas foram visualizadas e esquematizadas em microscópio Zeiss (Standart 25) com as imagens capturadas por meio de capturador de imagens Zeiss AxioCam e processadas no programa Axiovision.

Figura 6. Análise do material coletado em microscopia ótica.



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

A identificação das espécies Bacillariophytas foi baseada nas publicações de Azevedo (1995,1999); Azevedo; Cutrim (2000); Cunha (1982,1990); Cupp (1943); Hendey (1964); Hustedt (1930, 1961-1966, 1985); Lâvor-Fernandes (1988); Lebour (1930); Moreira Filho et al., (1962, 1981, 1985, 1990); Moreno et al., (1996); Moura et al., (1993); Navarro, (1982); Peragallo, (1897-1908); Round et al., (1990); Saupe et al., (2003); Tomas, (1997), Torgan et al., (1991, 2001); Van Heurck, (1896) enquanto as Cyanophyta, Chlorophyta, Dinophyta e Euglenophyta foram enquadradas de acordo com Eskinazi-Leça et al., (1985); Martins, (2001); Xavier, (1996); Mirande et al., (2004); Alves-da-Silva et al., (2004); Licea et al., (1995), Sournia, (1967, 1986); Steidinger; Tangen, (1997); Anagnostidis; Komárek, (1990); Komárek; Anagnostidis, (1998); Alves-da-Silva; Bridi, (2004a, 2004b); Chrètiennot-Dinet et al., (1990).

O enquadramento taxonômico do grupo das Bacillariophyta foi obtido de acordo com Round et al., (1990), as Dinophyta de acordo com Tomas, (1997); Liceas et al., (1995) e as Chlorophyta e Euglenophyta segundo Prescott, (1978) e Cyanophyta foi Anagnostidis; Komárek, (1988); Komárek; Anagnostidis, (1986, 1989), enquanto nas atualizações de sinónímias, além de ser utilizada a mesma bibliografia de identificação

taxonômica citada, contou-se com o Sistema de informação digital ALGAE BASE por meio do link <http://www.algaebase.org/>.

Para a determinação da densidade fitoplanctônica (número de células. L^{-1}) as amostras foram homogeneizadas, postas em câmaras de sedimentação de 10 e 25 ml, em seguida adiciona-se o corante Rosa de Bengala para distinguir as células vivas dos detritos e partículas do sedimento (Figura 7A). Cada amostra foi colocada para sedimentar por um período de 24h (THRONDSSEN, 1978).

Figura 7. Amostras em sedimentação e análise em microscópio invertido.



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

As contagens foram feitas em microscópio invertido (ZEISS Axiovert 100) (Figura 7B) no Laboratório de Ficologia da UFMA, segundo o método de sedimentação de Utermöhl (1958), em aumento de 400x, empregando a contagem mínima de 100 campos sistematizados em cruz, referentes a dois transectos, sendo calculado ao final o total de células existentes em toda a câmara de sedimentação, utilizando a fórmula de Villafañe; Reid (1995):

$$D = \frac{N}{V}$$

onde:

D = densidade celular (cel. L^{-1});

N = número de células contadas nos campos (2 transectos);

V = volume contado no transecto.

$$V = \frac{A_t \cdot V_c}{A_c}$$

onde:

A_t = área de transecção da cubeta (mm^2);

V_c = volume da câmara (ml);

A_c = área da câmara (mm^2).

4.3 Índices de diversidade, equitabilidade, riqueza e Índice de Dominância

Para o cálculo da diversidade específica (H') utilizou-se o Índice de Shannon (1948).

$$H' = - \sum p_i \times \log_2 p_i = \frac{\sum N_i}{N}$$

onde:

p_i = probabilidade de coleta da espécie “i” na população;

N_i = nº de células de cada espécie;

N = nº total de células, sendo os resultados expressos em bits.cel^{-1} .

Os resultados foram dados em bits.cel^{-1} . Considerando que 1 bit equivale a uma unidade de informação e que a diversidade específica varia de 1,0 a 3,0 bits.cel^{-1} . De acordo com Valentin et al., (2000) esses valores podem ser enquadrados na seguinte classificação:

$\geq 3,0 \text{ bits.cel}^{-1}$ – alta diversidade;

$< 3,0 \geq 2,0 \text{ bits.cel}^{-1}$ – média diversidade;

$< 2,0 \geq 1,0 \text{ bits.cel}^{-1}$ – baixa diversidade;

$< 1,0 \text{ bits.cel}^{-1}$ – diversidade muito baixa.

Para a Equitabilidade (J), também denominada de Índice de uniformidade, foi calculada a partir do H' de Shannon, expressa pela seguinte fórmula:

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

onde:

J = equitabilidade;

H' = índice de Shannon;

S = número total de espécies em cada amostra.

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

Para o cálculo da riqueza de espécies utilizou-se o proposto por Margalef (1958), expresso por:

$$S = \frac{(s-1)}{\ln.N}$$

onde:

S = índice de riqueza;

s= número total de espécies;

N = número total de indivíduos.

Assim, os valores de riqueza maiores que 5,0 significam grande riqueza de espécies (VALENTIN et al., 1991).

Para os cálculos de Dominância (Y) utilizou-se o proposto por Sun Cuici et al., (2006) expresso na fórmula:

$$Y = (ni/N) \times fi$$

onde:

Pi = ni / N, ni é o número individual dos organismos da espécie;

N = é o número total de indivíduos;

S = é total de espécies;

fi = é a frequência individual nas amostras.

4.4 Análises estatísticas dos dados

Para testar a normalidade e homogeneidade das variâncias foi utilizado teste de Shapiro-Wilk. Com os dados que não apresentaram condições de normalidade e homogeneidade foram aplicadas transformações de log¹⁰. A análise de variância (One-Way ANOVA) foi aplicada aos dados normais. Com relação às variáveis que não atenderam os pressupostos da ANOVA foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis. A significância estatística para determinar as diferenças das variáveis biológicas e físico-químicas entre os tempos amostrados foi definida em p<0.05. Para correlacionar a

abundância das microalgas em relação aos parâmetros abióticos foi realizada a Análise de Correlação de Pearson. A Análise de Componentes Principais (ACP) foi aplicada com dados estandardizados a fim de se plotar a correlação das variáveis ambientais.

Para visualizar a correlação das variáveis ambientais entre os grupos de espécies dominantes (inds.cm⁻²) foi utilizada a Análise de Correspondência Canônica não retificada (CCA). Para esta análise a ordenação dos dados foi realizada a partir de seis variáveis abióticas, duas variáveis sazonais e uma biológica, densidade de 10 espécies e 10 gêneros. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio dos programas STATISTIC 10.0 e PAST 3.0.

4.5 Análise da distribuição espaço-temporal e socioambiental

Para as análises geográficas de uso e ocupação do solo, bem como da distribuição dos pontos de coleta, utilizaram-se das abordagens empregadas pela Geografia da Saúde, a qual aplica análises espaços-temporais no intuito de responder problemáticas ligadas à saúde e suas correlações com o ambiente, georeferenciando as condições socioeconômicas da área de estudo bem como suas relações com os pontos de coleta. No ensejo de analisar a distribuição espaço-temporal dos indicadores investigados, esta pesquisa prevaleceu-se um sistema de informação geográfico (GIS), ao qual foi usado para composição dos mapas de localização dos pontos. Enquanto que, para a realização do geoprocessamento, foram utilizados os softwares *ArcGis* 10.2, *Google Earth Pro* e *QGIS* 2.8.

Foram elaborados e cotejados para aplicação “*in loco*”, 30 questionários semiestruturados para obtenção de dados sociais, econômicos e ambientais da área de estudo. O método de amostragem contemplou apenas 1 (um) questionário por domicílio para melhor compreensão da realidade existente, selecionando o morador com mais experiência na atividade pesqueira e que tem o recurso pesqueiro como sua renda principal (Apêndice A).

Para a aplicação dos questionários e registros fotográficos foi solicitada a autorização dos entrevistados por meio da leitura do termo de consentimento prévio e assinatura do mesmo (Apêndice B).

4.6. Autorização

Este projeto foi avaliado e aprovado pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais/SEMA sob o nº 46/2016, haja vista o município em estudo ser um dos municípios participe da Unidade de Conservação de Uso Sustentável, Área de Proteção Ambiental (APA) do Upaon-açu/Miritiba/Alto Preguiças, cuja secretaria é o órgão gestor. Tendo também aprovação do Comitê de Ética da Universidade Federal do Maranhão, sob Parecer de nº 2.183.012.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

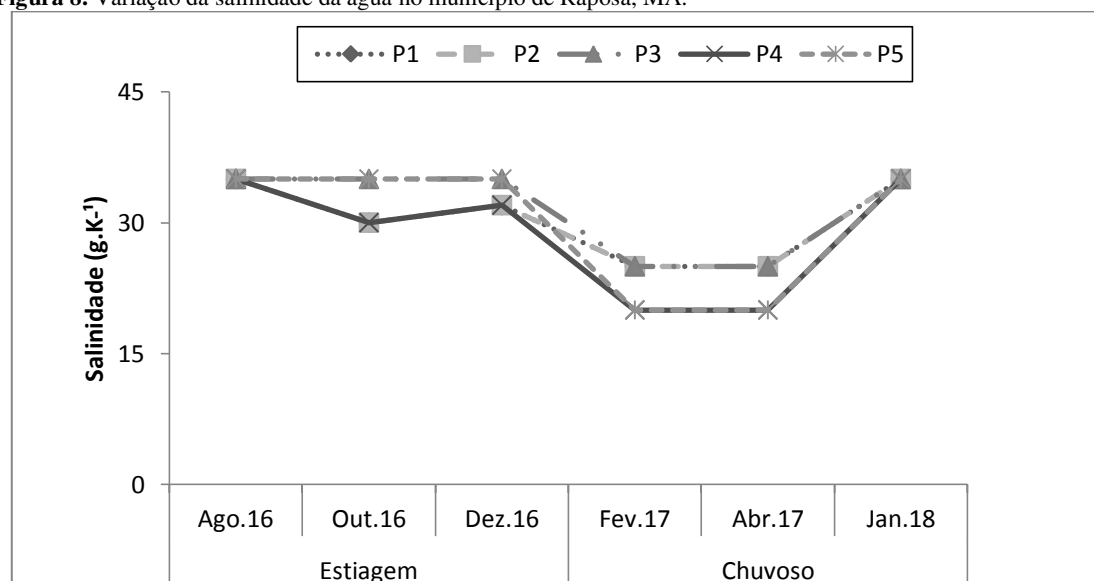
5.1 Parâmetros abióticos

5.1.1 Salinidade da água

A salinidade das áreas estuarinas da costa norte do município de Raposa variou sazonalmente do regime mesohalino a euhalino, estratificada na maior parte do tempo, com amplitude total de 35 g.kg^{-1} , apresentando menores valores no período chuvoso. Os dados analisados indicam variação dos valores de salinidade relacionada, frequentemente, aos eventos de chuva, apresentando valores medianos oscilando entre 20 g.kg^{-1} e 25 g.kg^{-1} , o que é esperado devido a diluição da salinidade pela influência de água doce, haja vista, nos meses de Fev./17 e Abril/17 foram os meses que ocorreram intensas chuvas e o aumento do aporte do rio paciência. A ocorrência de estratificação salina, mais marcada no período seco, indica maior dimensão das intrusões marinhas e a redução da contribuição de águas do rio que drena uma parte do município estudado, em função da redução de pluviosidade (Figura 8; Tabela 2).

A composição microfitoplancônica em águas salobras depende das interações físico-químicas. Para Rijstenbil, (1987) além da luz e dos nutrientes, a salinidade influenciou a composição do fitoplâncton em uma variedade de águas salgadas e salinas do SW Holanda. Rodrigues; Cutrim (2010) salienta que a salinidade é um dos principais fatores que condiciona a distribuição e abundância do plâncton nos estuários tropicais.

Figura 8. Variação da salinidade da água no município de Raposa, MA.



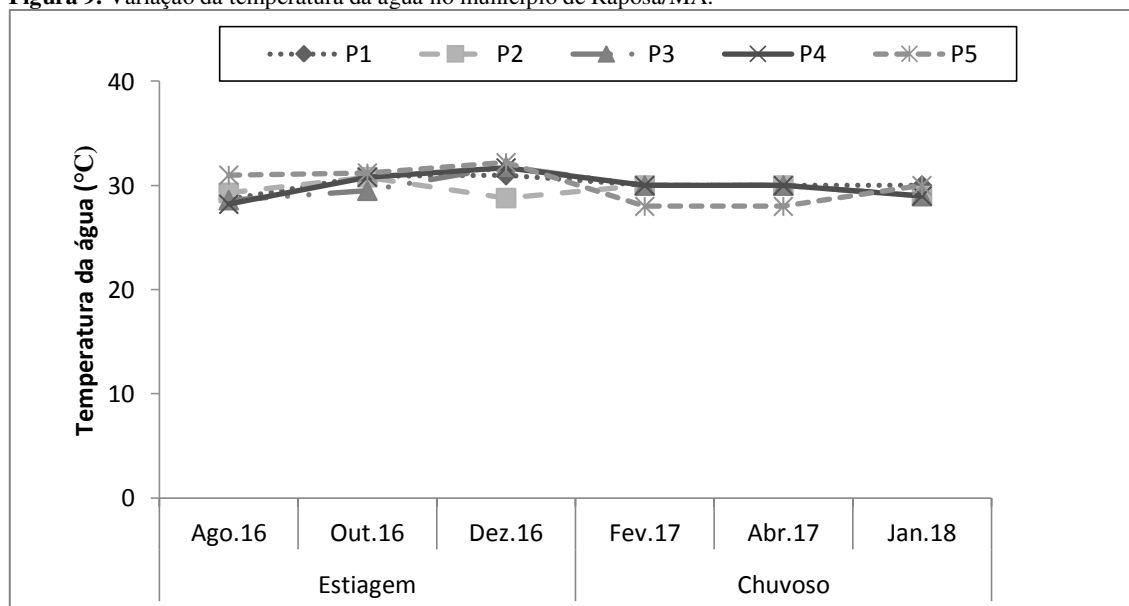
Fonte: Dados da pesquisa (2018)

5.1.2 Temperatura da água

Discreta variação sazonal pode ser observada na temperatura da água, tendo menor valor (28°C) no período chuvoso e o maior ($32,2^{\circ}\text{C}$) no período de estiagem, ambos no ponto 5. Observou-se também uma variação direta e inversamente proporcional entre salinidade e temperatura, sendo possível associar-se as maiores salinidades com as menores temperaturas e vice-versa, resultados semelhantes aos encontrados por Domingos et al., (2012) em estudos realizados na Lagoa Rodrigo de Freitas, associando eventos de mortandade de peixes com as florações microfitoplanctônica.

Porém, quanto à distribuição espacial dos períodos de amostragem não houve uma mudança significativa em relação à média entre pontos e sazonalidade, apresentando $30,3^{\circ}\text{C}$ na estiagem e $29,5^{\circ}\text{C}$ no período chuvoso (Figura 9; Tabela 2). Sendo assim, os valores estimados neste estudo corroboram com Kubitzka (2000) que aborda a variação de temperatura da água adequada para o crescimento de espécies tropicais está entre 25°C e 32°C .

Figura 9. Variação da temperatura da água no município de Raposa/MA.



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Estudos realizados por Sun Cuici et al., (2006) na Baía Daya na China, mostraram que a temperatura no período de estiagem foi maior do que no período chuvoso, variando de 25°C a $31,8^{\circ}\text{C}$. Em contraste, a salinidade foi menor e variou de 27,5 a 30,5. Salienta-se que tais variações fatores exerceram um papel importante na determinação dos ecotipos dominantes, favorecendo o crescimento das espécies que

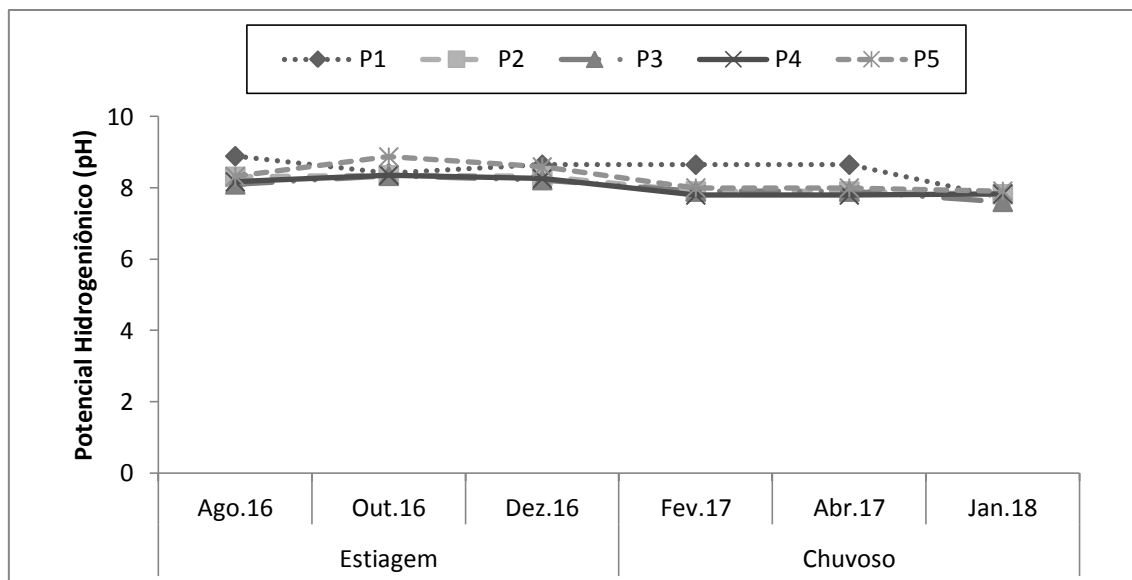
exibiram tolerância a altas temperaturas e menor salinidade, o que corrobora com os dados apresentados neste estudo.

5.1.3 Potencial hidrogeniônico (pH)

Os valores de pH estão diretamente ligados à quantidade de dióxido de carbono dissolvido, que, por sua vez, decresce pela atividade fotossintética e aumento da respiração, existindo estreita relação entre as concentrações do oxigênio dissolvido no meio e o pH (ODUM, 2004).

Durante o período de estudo não foi evidenciada variação sazonal do pH, e seus valores oscilaram entre 7,6 no período chuvoso (Ponto 3) e 8,9 no período de estiagem (Ponto 1) mantendo-se alcalino, diferente do gradiente decrescente de pH (neutro a ácido) obtido por Azevedo-Cutrim (2008) em áreas do Golfão Maranhense. Foi obtida a média por período de 8,4 na estiagem e 7,95 no período chuvoso (Figura 10; Tabela 2). Estes valores constataam a grande influência marinha na área estudada, estando dentro do limite estabelecido por Bastos (2006) como compatível com a vida marinha.

Figura 10. Variação do pH da água no município de Raposa/MA.



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

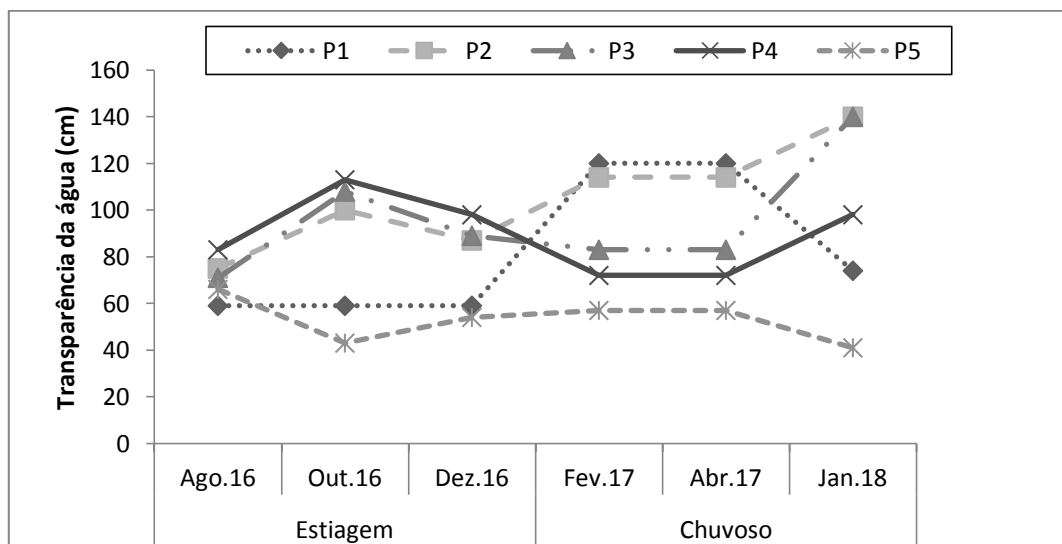
Concordando com o estimado por Boyd (1990); Kubitza (2000) quando discorrem que os valores ideais de pH para o bom desenvolvimento dos organismos aquáticos situam-se na faixa de 6,5 a 9,0.

5.1.4 Transparência da água

Para os valores de transparência da água é perceptível a oscilação no seu gradiente, em ambos os períodos de estudo, obtendo-se os valores mais baixos no ponto 5, em ambos períodos de coletas, com 43 e 41 cm respectivamente. Porém, no período chuvoso que foram registrados os maiores valores de transparência da água (Figura 11; Tabela 2), o que não é muito frequente, haja vista ser áreas de manguezais e nesse período há o aporte fluvial intenso e mais fluxo de matéria orgânica, seja pela lixiviação direta do sedimento de manguezal, como pela remoção do material particulado do fundo desses canais.

A transparência da água pode ser associada à densidade das comunidades planctônicas, à dinâmica de circulação da coluna d'água, à presença de material particulado em suspensão, sendo considerada, em conjunto com outras variáveis, indicador do estado de trofia dos corpos de água, segundo critérios adotados pela OECD (1992). Estes dados contrariam o resultado obtido por Azevedo-Cutrim (2008) para o Golfão Maranhense, cujos valores de transparência da água estiveram mais baixos no período chuvoso. Por outro lado, Rodrigues; Cutrim, (2010) em áreas de Zoneamento costeiro como São José de Ribamar, obteve resultados semelhantes ao registrado neste estudo, com maior valor de 130 cm, registrado no início da época chuvosa, e o menor de 63 cm, registrado durante o período de estiagem. Em Cedral, o valor mais elevado foi 103 cm e o menor de 36 cm, ambos durante a época chuvosa. O maior valor registrado em Cajapió foi 54 cm, enquanto o menor foi 12 cm, ambos observados durante o período de estiagem.

Figura 11. Variação da Transparência da água no município de Raposa/MA.



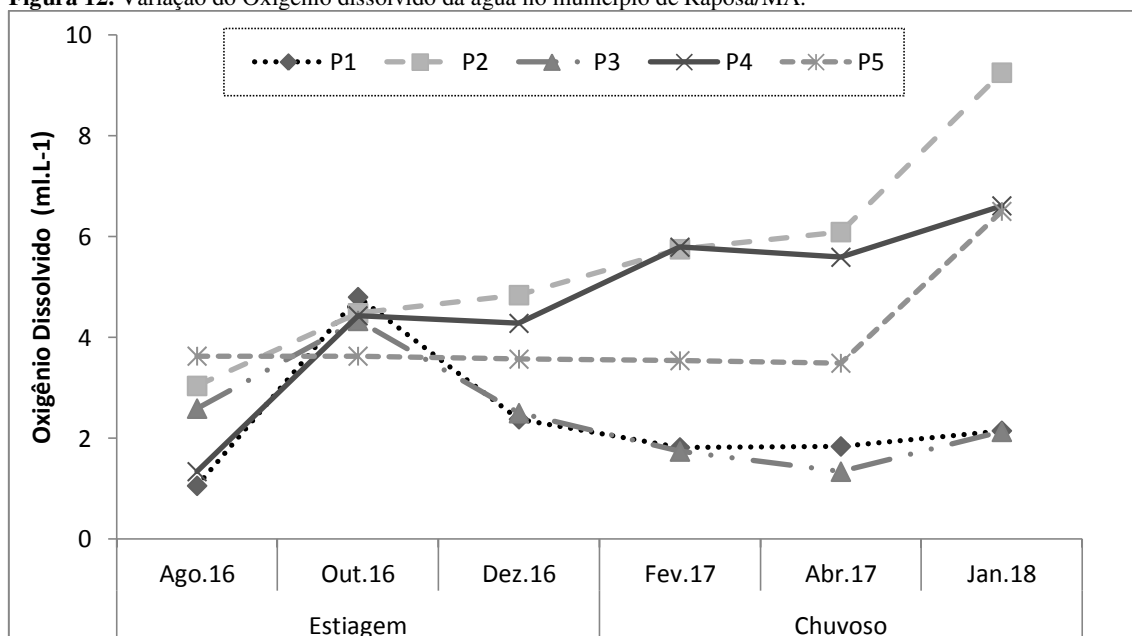
Fonte: Dados da pesquisa (2018)

A transparência da água (Secchi) em áreas estuarinas costuma ser reduzida, por serem ambientes pouco profundos (BASTOS, 2006) e de intenso dinamismo, controlado pela descarga fluvial e pelas marés. Na costa maranhense, por efeito da grande quantidade de rios e das grandes extensões dos mesmos, ocorre grande aporte de sedimentos, tornando a zona eufótica limitada a uma pequena lâmina da superfície (TEIXEIRA et al., 1988; RODRIGUES; CUTRIM, 2010).

5.1.5 Oxigênio dissolvido

Os teores de oxigênio dissolvido foram maiores no ponto 2 no período chuvoso com $9,25 \text{ mg.L}^{-1}$ em Jan.18, e menor valor no ponto 1 com $1,06 \text{ mg.L}^{-1}$ em Ago.16. Sazonalmente foram menores durante o período de estiagem do que no período chuvoso (Figura 12; Tabela 2). Os resultados obtidos corroborando com os encontrados por Azevedo-Cutrim (2008) e Rodrigues; Cutrim, (2010).

Figura 12. Variação do Oxigênio dissolvido da água no município de Raposa/MA.



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

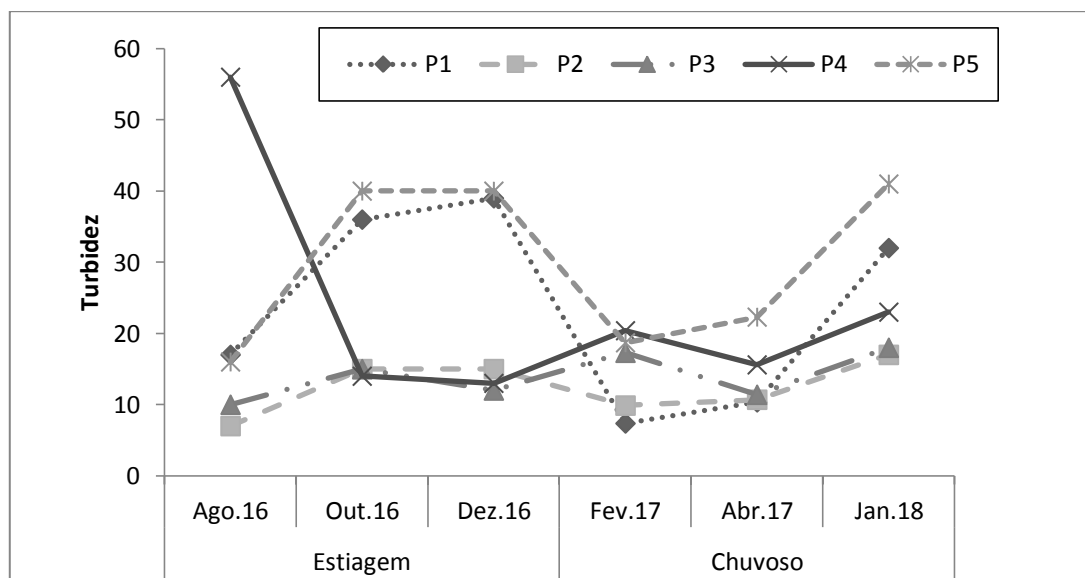
Rodrigues; Cutrim, (2010) registram que a concentração de OD (oxigênio dissolvido) pode ser considerada um indicador da qualidade da água, uma vez que baixas concentrações indicam poluição. Enquanto, Feitosa et al., (1999) citam que nos estuários tropicais as concentrações de oxigênio dissolvido variam muito em função do fluxo e refluxo da maré, da salinidade e da temperatura da água.

5.1.6 Turbidez

A turbidez apresentou valores de mínimo e máximo no período de estiagem, atingindo 7 NTU (ponto 2) e 56 NTU (ponto 4) em Ago.16, enquanto que, o período chuvoso com registro de valores atingindo mínimo 7,37 NTU (ponto 1) em Fev.17 e máximo 41 NTU (ponto 5) em Jan.18 (Figura 13 e Tabela 2).

Devido o período de estiagem ser a época de maior fluxo turístico na área de estudo, onde a movimentação das massas d'água dentro dos canais de marés são maiores, tanto pelas embarcações turísticas como também pelas embarcações pesqueiras a motores, que com o deslocamento removem o sedimento do fundo, elevando a coluna d'água e modificando os parâmetros de turbidez. Porém, os valores de turbidez apresentados no período de estiagem estiveram relacionados diretamente com o oxigênio dissolvido que apresentaram baixos valores de absorção, sendo inverso ao período chuvoso apesar das concentrações de turbidez se manterem estáveis, levando em consideração ambos os períodos sazonais.

Figura 13. Variação da Turbidez da água no município de Raposa/MA.



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

5.1.7 Precipitação pluviométrica

Para os estuários que recebem descargas de bacias hidrográficas de diferentes dimensões, a influência da precipitação pluviométrica depende muito da configuração de cada bacia envolvida (RODRIGUES; CUTRIM, 2010).

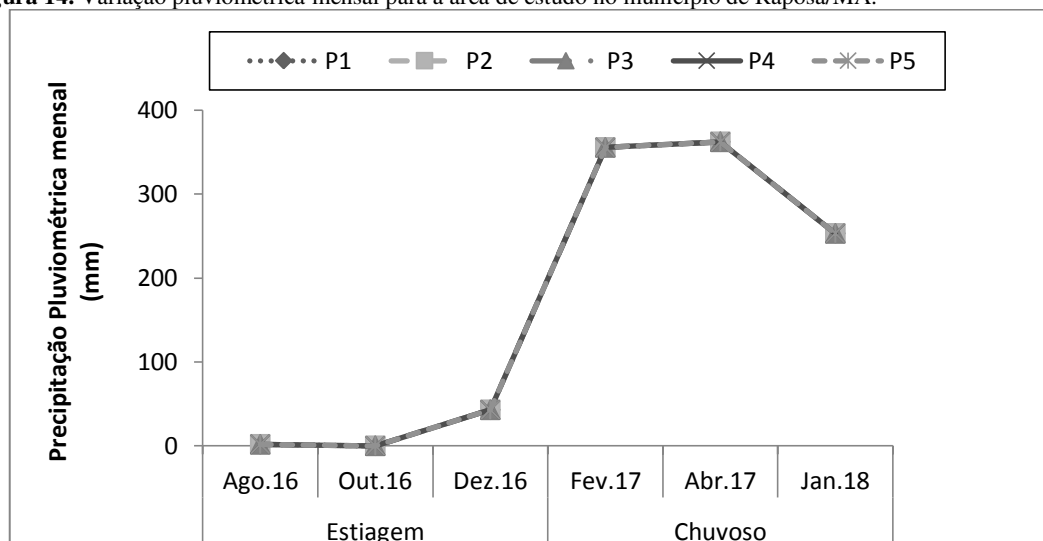
Os dados de precipitação pluviométrica mensal mostraram que a maior concentração de chuva ocorreu durante os meses de fevereiro e abril, sobretudo em abril (362,1 mm), similar ao encontrado por Rodrigues; Cutrim, (2010), que mostrou o mês

de abril com maior precipitação pluviométrica. Ao passo que os menores valores foram registrados durante o mês de agosto tendo apresentado pluviosidade de 1,8 mm. (Figura 14; Tabela 2). Mesmo tendo pluviosidade baixa, não deixando, no entanto, de exercer grande influência nas variáveis abióticas e bióticas.

Neste estudo, mostrou que as chuvas em ambientes tropicais podem alcançar volume considerável, mesmo no período de estiagem, porém foi para o período chuvoso que observou maior interferência, elevando a densidade das espécies. Desta forma, trabalhos, como os de Fernandes (1997) e Santos-Fernandes (1997), têm demonstrado a influência da precipitação pluviométrica sobre as variáveis bióticas.

Quanto aos estudos realizados por Pinheiro (2017) acerca da distribuição espaço-temporal da pluviosidade na Ilha do Maranhão no ano de 2016 identificou que os menores volumes pluviométricos, em qualquer dos dois períodos climáticos do ano, ocorreram no quadrante norte/nordeste da Ilha, abrangendo todo o município da Raposa; os maiores volumes pluviométricos ocorreram, na parte sul/sudoeste da Ilha, no município de São Luís, em sua zona rural e distrito industrial.

Figura 14. Variação pluviométrica mensal para a área de estudo no município de Raposa/MA.



Fonte: INMET

Tabela 2 – Parâmetros abióticos mensurados nas áreas da costa norte do município de Raposa/MA.

Sazonalidade	Mês	Secchi	Temp.	Sal.	Tur.	pH	OD	Plu.
Estiagem	Ago./16	70,8 ±9,06	29,16±1,10	35±0	21,2±19,87	8,35±0,31	2,33±1,10	1,8±0
	Out./16	84,6 ±31,53	30,64±0,65	32±2,73	24±12,86	8,46±0,22	4,33±0,43	0±0
	Dez./16	77,4 ±19,60	31,1±1,35	33,2±1,64	23,8±14,3	8,41±0,19	3,5±1,07	42,9±0
	Fev./17	89,2 ±27,08	29,6±0,89	23±2,73	14,73±5,74	8,05±0,34	3,7±1,99	355,5±0
Chuvoso	Abr./17	89,2 ±27,08	29,6±0,89	23±2,73	14,06±5,06	8,05±0,34	3,67±2,14	361,1±0
	Jan./18	98,6 ±42,86	29,4±0,54	35±0	26,2±10,18	7,77±0,11	5,32±3,11	253±0

Descrição das siglas: P: pontos; Secchi: transparência da água; Temp.: temperatura; Sal.: salinidade; Tur.: turbidez; pH: potencial

Hidrogeniônico; OD: oxigênio dissolvido; Plu.: precipitação pluviométrica.

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

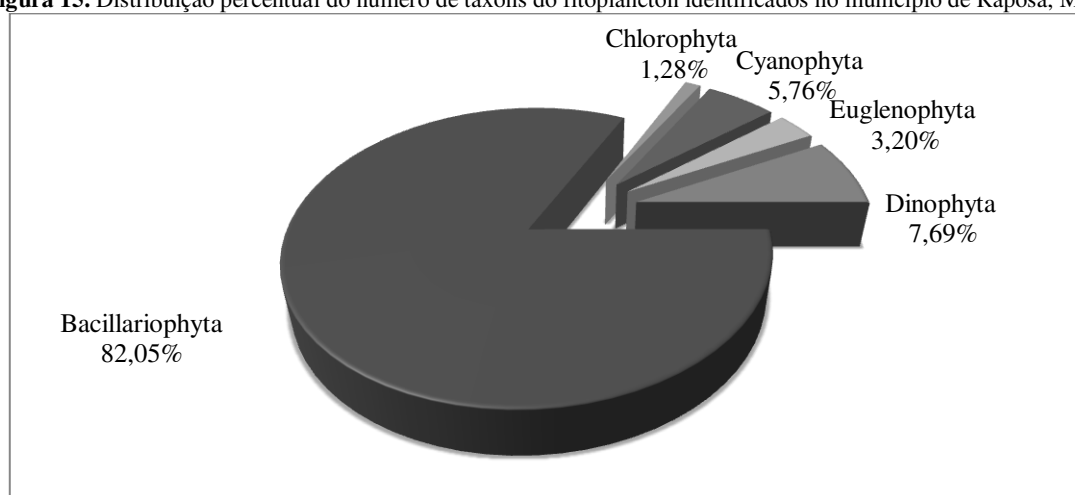
*Dados brutos em anexo pág. 98

5.2 Parâmetros bióticos

5.2.1 Composição florística

A comunidade microfitoplanctônica esteve representada por 156 táxons genéricos e infragenéricos (Quadro 1), distribuídos entre cinco divisões, quatro subfilos, nove classe, dez subclasse, 37 ordens, três subordens, 51 famílias, 79 gêneros, 156 espécies, quatro variedades e duas formas. Portanto, a Divisão Bacillariophyta obteve 82,05%, Dinophyta 7,69%, Cyanophyta 5,76%, Chlorophyta 1,28% e Euglenophyta com 3,20% (Figura 15). Dentre as áreas de estudos realizados por Azevedo-Cutrim (2008); Rodrigues; Cutrim, (2010), obtiveram percentis semelhantes.

Figura 15. Distribuição percentual do número de táxons do fitoplâncton identificados no município de Raposa, MA.



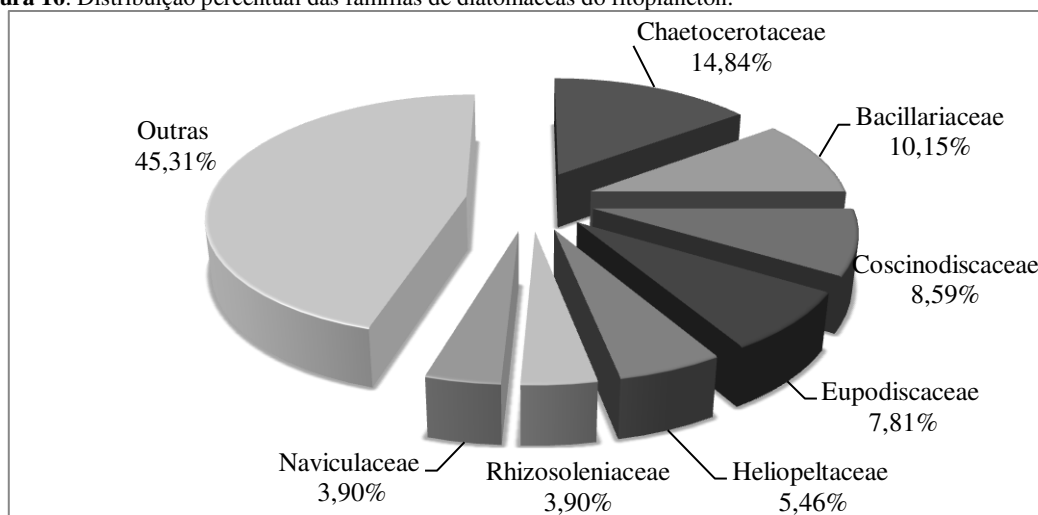
Fonte: Dados da pesquisa (2018)

A Divisão Bacillariophyta (diatomáceas) foi a que mais contribuiu para o microfitoplâncton local, sendo responsável por 82,05% dos táxons identificados, correspondendo a 128 táxons infragenéricos. Seus representantes estiveram incluídos em duas classes: Coscinodiscophyceae e Bacillariophyceae. A classe Bacillariophyceae apresentou o maior número de táxons, atingindo seis subclasses, 22 ordens, três subordens, 29 famílias, 47 gêneros e 97 espécies. Na classe Coscinodiscophyceae foram identificados duas subclasses, cinco ordens, oito famílias, doze gêneros e 31 espécies.

A família Chaetocerotaceae foi a que obteve maior representatividade, com dezenove espécies (14,84%), em seguida Bacillariaceae com treze espécies (10,15%), Coscinodiscaceae com onze espécies (8,59%) e Eupodiscaceae com dez espécies (7,81%), Heliopeltaceae com sete espécies (5,46%), Rhizosoleniaceae e Naviculaceae ambas com cinco espécies (3,90%) e as 31 famílias restantes somaram 58, equivalendo a 45,31% (Figura 16; Tabela 3).

Os gêneros com maior número de espécies identificadas foram *Chaetoceros* com dezesse, *Coscinodiscus* com dez e *Actinoptychus* com sete táxons (Quadro 1).

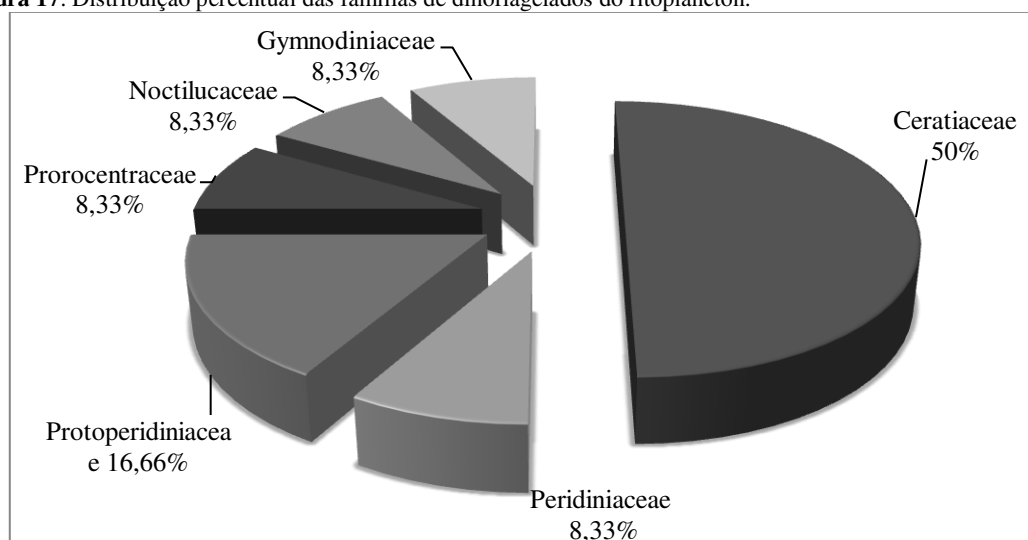
Figura 16. Distribuição percentual das famílias de diatomáceas do fitoplâncton.



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Dinophyta (dinoflagelados) foi o segundo maior grupo do microfitoplâncton local representando 7,69% dos táxons identificados, sendo representados por: duas classes, cinco ordens, seis famílias, oito gêneros e doze espécies. Os gêneros *Ceratium*, *Tripos*, *Pyrophacus* e *Protoperidinium* obtiveram maior representatividade com duas espécies (Figura 17; Quadro 1).

Figura 17. Distribuição percentual das famílias de dinoflagelados do fitoplâncton.



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Cyanophyta (cianobactérias) foi o terceiro grupo com 5,76% apresentando uma classe distribuída em duas subclasses, duas ordens, duas subordens, cinco famílias, seis gêneros e nove espécies. Espécies como: *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Pseudanabaena*, *Trichodesmium* e *Planktotrix*, que são produtoras de toxinas que podem causar doenças

neuroológicas, dermatológicas e hepatológicas (Prancha 1; Quadro 1; Tabela 3),

Euglenophyta (euglenofíceas) foi a quarta com 3,20% tendo uma classe, uma ordem, uma família e quatro gêneros, enquanto que, Chlorophyta (clorofíceas) apresentaram 1,28% dos táxons identificados, sendo representados em duas classe, duas ordem, duas família, duas gênero e duas espécie (Quadro 1).

Estudos realizados por Maznah et al., (2016) no Estuário do rio Merbok - Kedah, Malásia apresentou também a dominância das Bacillariophyta, seguido dos Dinophyta, Chlorophyta, Euglenophyta, Cyanophyta e Cryptophyta na composição do microfitoplâncton. Não sendo diferente para o trabalho realizado em águas costeiras de Kuantan, Pahang na Malásia, que dos setenta táxons de fitoplâncton identificados, 63 gêneros pertence principalmente ao grupo das diatomáceas, seguidas de dinoflagelados com sete gêneros (MOHAMMAD-NOOR et al., 2013).

Em região costeira próxima a área do presente estudo, Martins (2001) em seu estudo analisando a comunidade fitoplanctônica da Praia de Panaquatira, São José de Ribamar, MA, identificou 128 táxons obtendo uma representatividade maior no período de estiagem, corroborando com os dados apresentados nesta pesquisa, além da divisão Bacillariophyta ter sido a que maior correspondeu em representatividade de espécies identificadas.

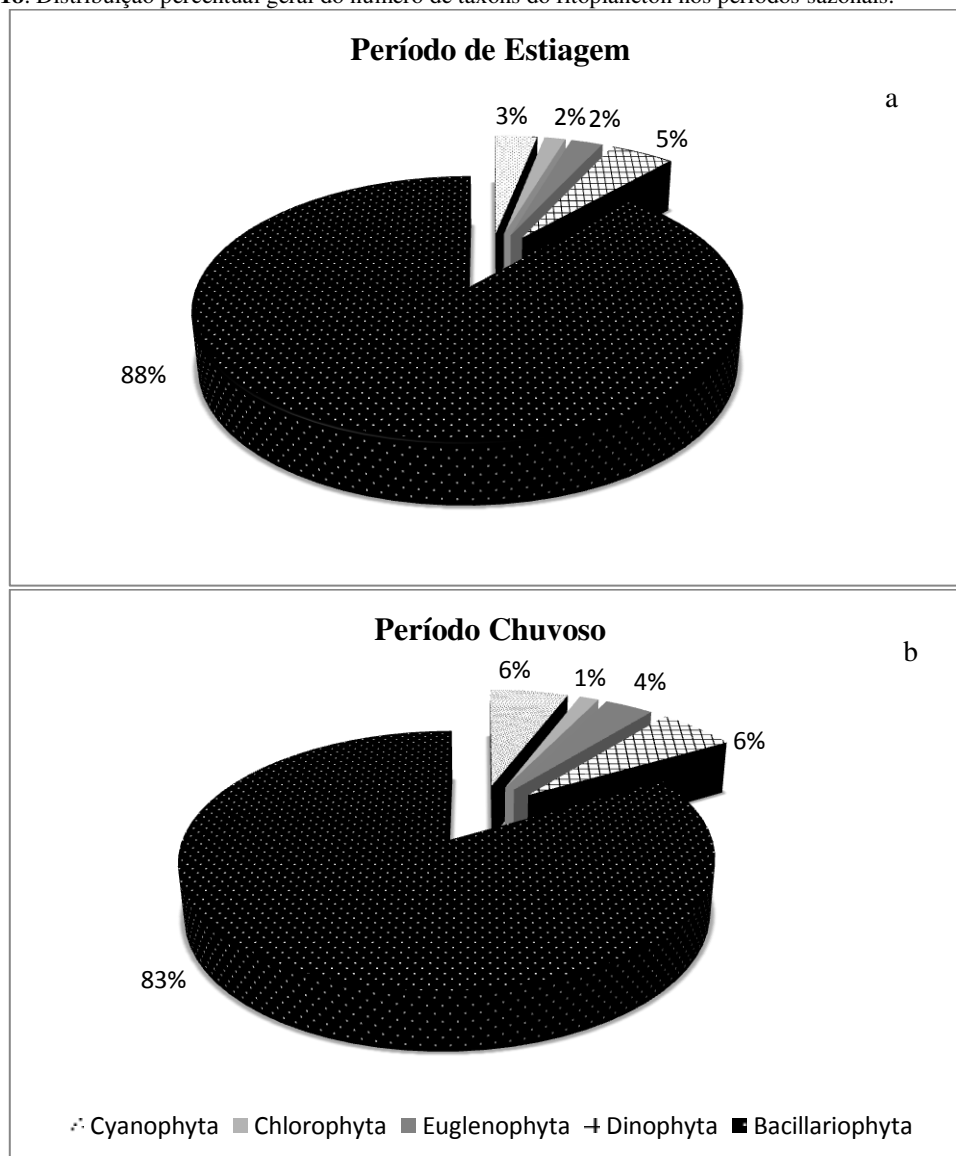
5.2.2 Estrutura e variação da comunidade fitoplanctônica

Dos 156 táxons identificados na costa norte do município de Raposa/MA, 88,46% foram encontrados durante o período chuvoso, destacando-se o grupo das diatomáceas com 115 dos respectivos táxons, aos quais corresponderam com 83,33% da comunidade no referido período. Com menor representatividade, encontraram-se duas clorofíceas (1,44%), cinco euglenofíceas (3,62%), oito dinoflagelados e cianobactérias (5,79%) (Figura 18a e Tabela 3).

Já para o período de estiagem observou-se uma redução no microfitoplanctôn, sendo identificados 130 táxons (83,33%), os quais estiveram representados por 115 diatomáceas, o equivalente a 88,46% do total das algas, seguidas por seis dinoflagelados (4,61%), três euglenofíceas (2,30%), quatro cianobactérias (3,07%) e clorofíceas com dois (1,53%) (Figura 18b e Tabela 3). Todavia, a única diatomácea identificada em áreas da costa norte que ocorreu em todos os pontos e períodos sazonais foi à espécie *Thalassionema frauenfeldii*.

Martins (2001) observou que das 86 espécies encontradas na estação chuvosa 89,5%, corresponderam à divisão Bacillariophyta, (4,6%) Pyrrophyta, (3,5%) Cyanophyta e (1,2%) Chromophyta e Chrysophyta respectivamente. Para o período de estiagem, das 96 espécies identificadas, 91,7% fizeram parte da divisão Bacillariophyta, (4,2%) Cyanophyta, (2,1%) Pyrrophyta e com 1% Chrysophyta e Chlorophyta.

Figura 18. Distribuição percentual geral do número de táxons do fitoplâncton nos períodos sazonais.



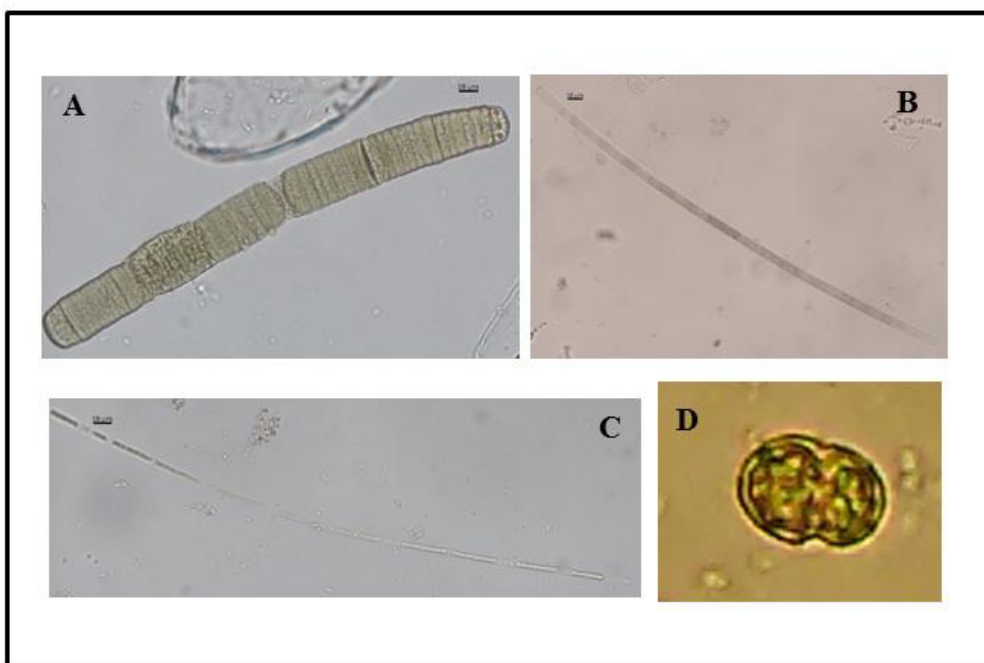
Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Analisando comparativamente a participação dos principais grupos do fitoplâncton entre períodos estacionais, observou-se que as diatomáceas foram mais evidentes em ambos os períodos. Diferença marcante verificada entre as cianobactérias, que estiveram mais bem representadas no período chuvoso (5,79%) do que no de estiagem com apenas (3,07%).

No entanto, a coleta em que foi registrado maior número de táxons foi Fev./17 no ponto 2 (período chuvoso) com 67 espécies e o menor número com 34 espécies no ponto 4 (período de estiagem) em Ago./16 (Tabela 3).

Dos nove táxons de cianobactérias identificados neste estudo, cinco ocorreram exclusivamente no período chuvoso, dentre elas: *Oscillatoria limosa*, *Oscillatoria* sp., *Planktolyngbya limnetica* e *Synechocystis* sp., equivalendo a 62,50% do total de táxons para este grupo (Prancha 1).

PRANCHA 1. Figura A. *Oscillatoria limosa*; Figura B. *Oscillatoria* sp.; Figura C. *Planktolyngbya limnetica*; Figura D. *Synechocystis* sp.



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

5.2.3 Densidade fitoplanctônica

A densidade fitoplanctônica total apresentou variações temporais, tendo valores maiores no período chuvoso, oscilando entre mínima de 13.958 cels.L⁻¹ (ponto 2 em Fev./17) e máxima de 1.285.135 cels.L⁻¹ (ponto 4 em Jan./18), ambos para o período supracitado (Quadro 2; Tabela 4), inferindo, portanto, que elevada densidade do fitoplâncton é esperada em ambientes sob influência de despejos domésticos. Diferente do encontrado por Rodrigues; Cutrim, (2010) nas áreas de potencialidade aquícolas de São José de Ribamar e Cedral que apresentaram maiores valores no período de estiagem, porém, no município de Cajapió o valor mais elevado registrado foi 98.671 cel.L⁻¹, durante o período chuvoso.

De acordo com Melo-Magalhães et al., (2004), foi observado para o sistema estuarino Mundaú/Manguaba (AL), que o período chuvoso apresentou tendência a valores levemente maiores em relação ao de estiagem, o que pode estar relacionado a um maior aporte de nutrientes, igual ao padrão sazonal. Tal fato concorda com os dados apresentados por Martins (2001) no estudo realizado na praia de Panaquatira, São José de Ribamar, MA, e semelhante ao encontrado neste trabalho.

Considerando os valores médios de densidade fitoplanctônica deste estudo em áreas da costa norte no município de Raposa/MA observou-se que o ponto 3 (28.879 cels.L⁻¹) mostrou menores valores, em Ago./16 e Abr./17 respectivamente em ambos períodos sazonais, enquanto que o ponto 1 (120.331 cels.L⁻¹) para coleta de Out./16 e (1.285.135 cels.L⁻¹) em Jan./18 no ponto 4, registraram maior densidade (Quadro 2).

Quadro 2. Valores totais e médias de densidade fitoplanctônica (cels.L⁻¹), por ponto e período de coleta.

	Estiagem				Chuvoso			
	Ago./16	Out./16	Dez./16	MÉDIA	Fev./17	Abr./17	Jan./18	MÉDIA
P 1	78937	120331	83750	94339	101078	101078	572775	258310
P 2	55833	88563	82787	75728	13958	175683	1111858	433833
P 3	28879	10492	65460	34944	175683	28879	796591	333717
P 4	55833	84713	58721	66422	101078	57758	1285135	481324
P 5	73161	105891	92414	90488	129957	117924	471697	239859
MÉDIA	58528	81998	76626		104351	96264	847611	

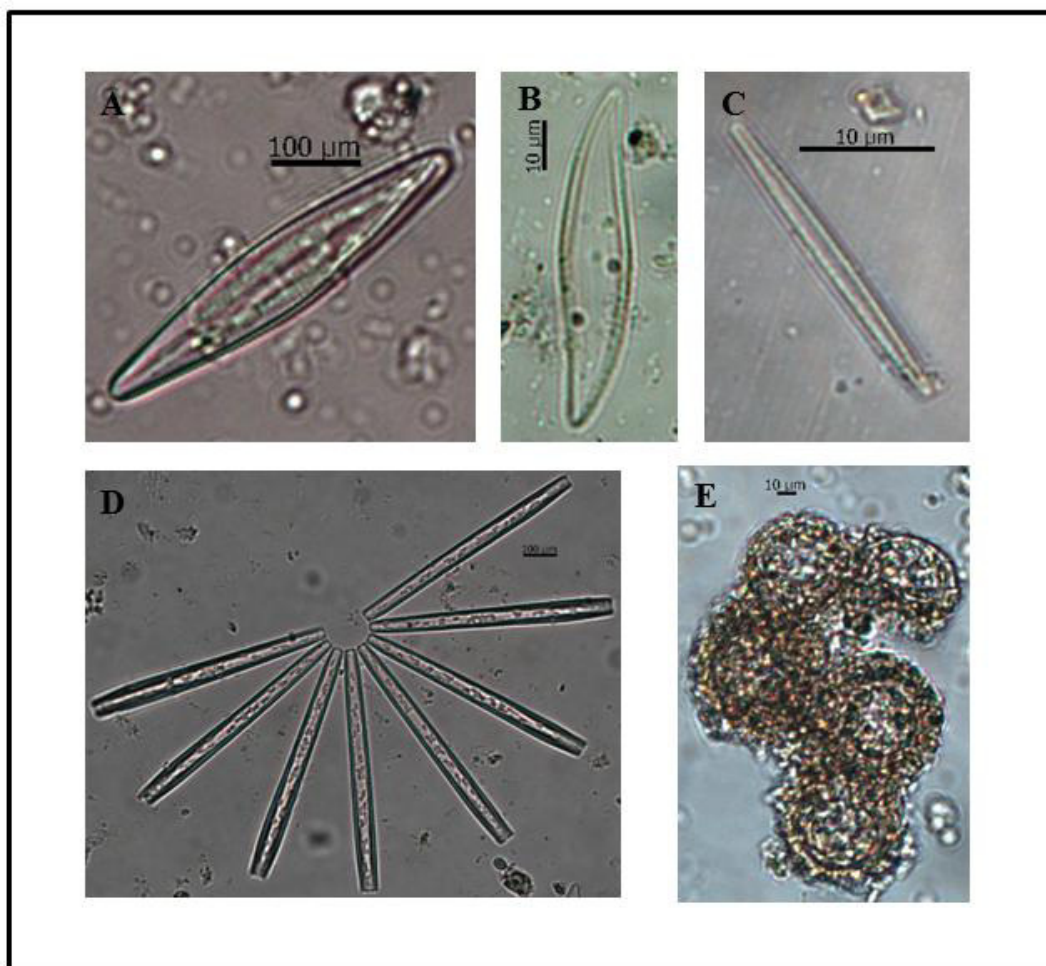
Fonte: Dados da pesquisa (2018)

*Dados brutos em anexo pág. 109

Nas contagens da densidade fitoplanctônica houve participação significativa do grupo das diatomáceas, seguida de euglenofíceas e dinoflagelados, e em menores concentrações as clorofíceas e cianobactérias.

Quanto ao Índice de dominância das espécies proposto de Sun Cuici et al., (2006), estimados através das análises quantitativas, e dentre os 101 táxons identificados entre os períodos estacionais, obtivemos para o período de estiagem 10 táxons dominantes correspondendo 9,90% e 10 táxons para o período chuvoso 9,90%. Tendo as espécies *Navicula* sp₁, *Tabularia fasciculata*, *Thalassionema frauenfeldii*, *Thalassiosira subtilis* e *Pleurosigma* sp. comuns e dominantes em ambos períodos estacionais (Prancha 2).

PRANCHA 2. Figura A. *Navicula* sp.; Figura B. *Pleurosigma* sp.; Figura C. *Tabularia fasciculata*; Figura D. *Thalassionema frauenfeldii*; Figura E. *Thalassiosira subtilis*.



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

No entanto, as espécies *Centrica* sp., *Guinardia striata*, *Helicotheca thamesis*, *Navicula* sp₁, *Pleurosigma* sp., *Rhizosolenia setigera*, *Tabularia fasciculata*, *Thalassionema frauenfeldii*, *Thalassiosira subtilis* e *Euglena gracilis* foram as que dominaram e estiveram presentes somente no período chuvoso, enquanto que, *Coscinodiscus* sp., *Cyclotella stylorum*, *Navicula* sp₁, *Pleurosigma* sp., *Tabularia fasciculata*, *Thalassiosira frauenfeldii*, *Thalassiosira leptopus*, *Thalassiosira subtilis*, *Protoperidinium* sp. e *Pseudanabaena* sp. foram as que dominaram e estiveram presentes somente no período de estiagem.

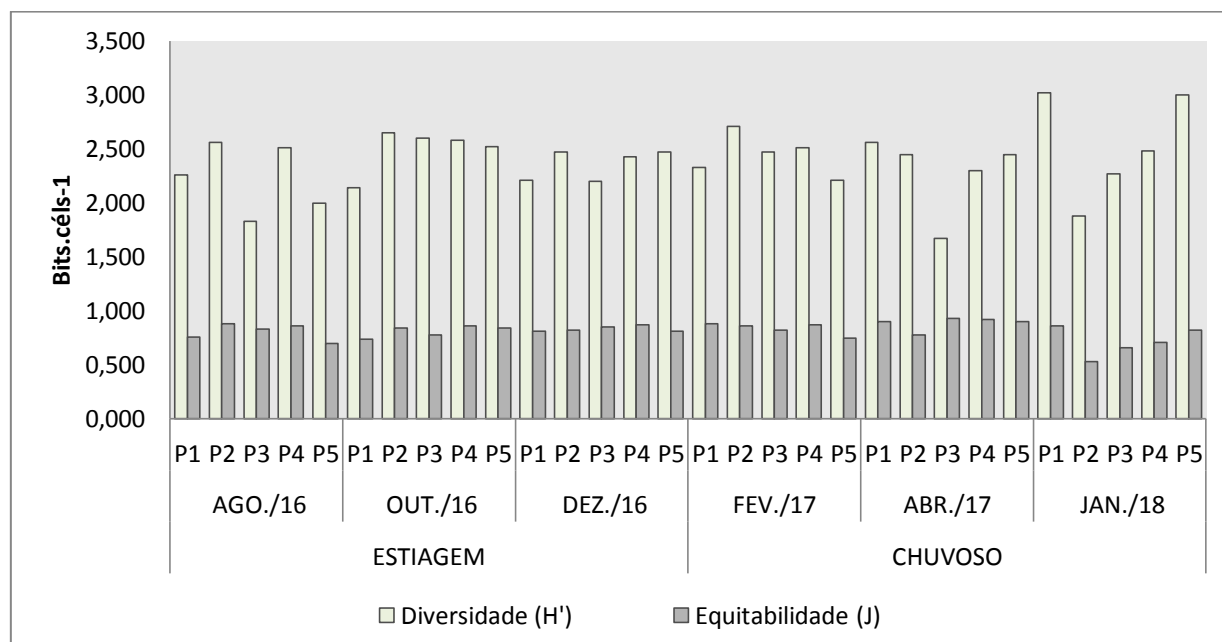
5.3 Índices de medidas específicas do microfitoplâncton

5.3.1 Diversidade

Os índices de diversidade específica indicaram que a comunidade microfitoplânctônica apresentou uma diversidade média, maior que 1 bits.céls⁻¹, em

ambos os períodos de sazonalidade, sendo que para o período de estiagem registrou-se 1,83 bits.céls⁻¹ ponto 3 (Ago./16) e de 2,65 bits.céls⁻¹ ponto 2 (Out./16), enquanto que, no período chuvoso (Jan./18) teve um aumento significativo dessa diversidade (Figura 19; Tabela 5). Em contrapartida Affe (2012) mostrou uma alta diversidade com resultados superior a 3,0 bits.céls⁻¹. Os valores do índice de Shannon (H') apontam para médias e altas diversidades em estuários (RODRIGUES; CUTRIM, 2010).

Figura 19. Índices de diversidade (bits.céls⁻¹) e equitabilidade do microfitoplâncton no município de Raposa, MA.



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Segundo (Pereira; Soares-Gomes (2002); Rodrigues; Cutrim, (2010)), regiões costeiras costumam apresentar diversidade específica baixa, de 0,7 a 1,7 bits.cel⁻¹, podendo ser ainda mais baixos em estuários, em comunidades em início de sucessão e em ambientes poluídos; valores entre 2,4 e 3,1 bits.cel⁻¹ são registrados em regiões oceânicas ou em comunidades costeiras em etapas mais avançadas de sucessão.

5.3.2 Equitabilidade

Os valores de equitabilidade calculados neste estudo foram (0,53 a 0,93) evidenciando uma ficoflórula uniforme, sendo possível observar grandes variações espaciais e temporais (Figura 19; Tabela 5). Semelhante aos resultados alcançados por Azevedo-Cutrim (2008) cujos valores foram superiores a 0,5 evidenciando que a ficoflórula planctônica da área estudada, caracterizou-se por uma distribuição uniforme. Ao passo, que os resultados apresentados por Affe (2012) foram de (0,90 a 0,96) evidenciando uma distribuição equitativa das espécies durante todo período do estudo.

Altos valores para o índice de Pielou refletem um equilíbrio da comunidade fitoplanctônica, que pode ser relacionado ao fato de serem áreas de pouca intervenção humana direta, sendo afetadas, então, quase que inteiramente pelas condições ambientais (RODRIGUES, 2006).

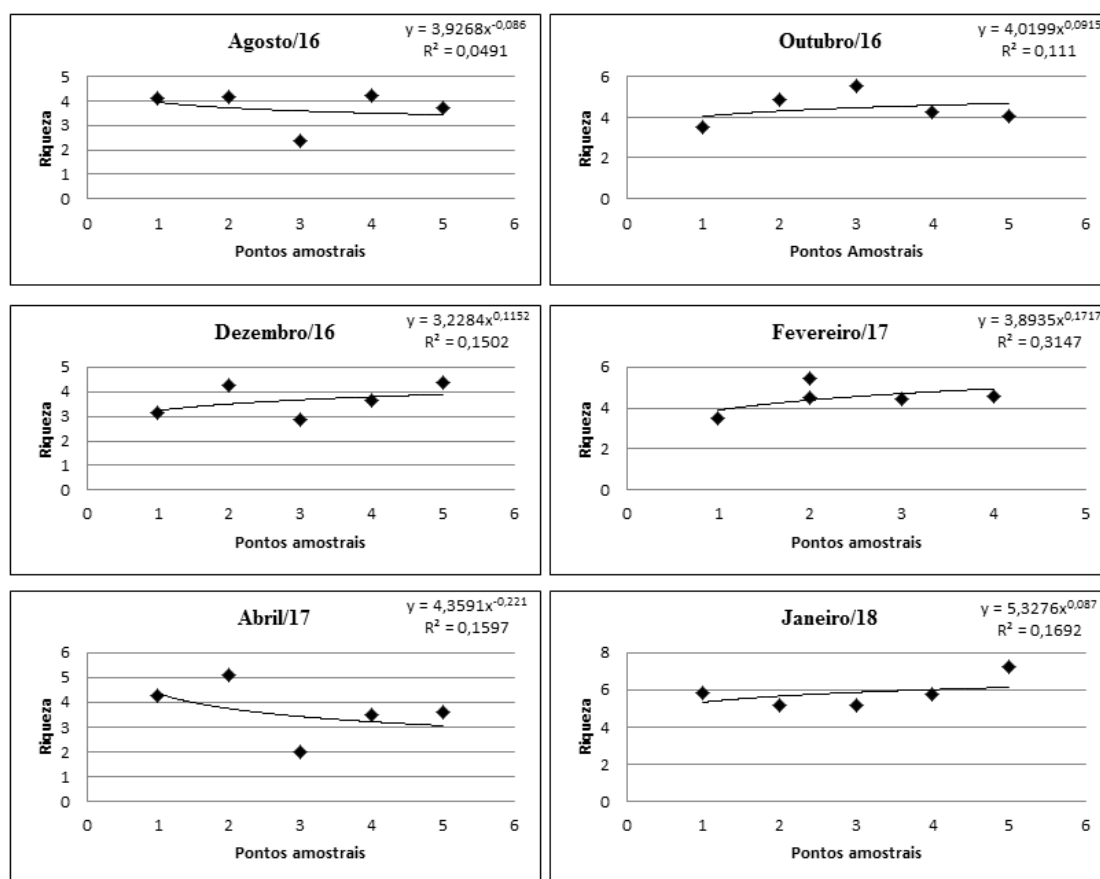
5.3.3 Riqueza

A comunidade microfitoplanctônica da área em estudo apresentou uma alta riqueza de espécies, tendo em vista que foi no período chuvoso que obteve valor superior a 5,0. Das 30 amostras coletadas em áreas da costa norte do município de Raposa/MA, 22 amostras apresentaram valores de riqueza inferior a 5,0, tendo apresentados nos pontos 3 (Ago./16 e Dez./16) e ponto 1 (Out./16) no período de estiagem, no entanto, foi no período chuvoso em Jan./18 que obteve o maior valor em riqueza (Tabela 5).

Rodrigues; Cutrim, (2010) observou que o índice de riqueza (R) variou de 2,62 durante o período chuvoso a 4,58 no final do período de estiagem, em São José de Ribamar. Enquanto que, em Cedral, foram registrados valores máximo 5,62 e mínimo 2,88 durante o período de estiagem. Para Cajapió, os valores máximo e mínimo de riqueza foram observados durante o período chuvoso, sendo respectivamente 2,69 e 1,74. Este mesmo autor percebeu que o maior valor para o índice de riqueza 5,62 foi registrado em Cedral e o menor na estação de Cajapió 1,74, refletindo o efeito negativo exercido pelo movimento da descarga fluvial nesta última.

De acordo com a curva de acumulação de espécies (Figura 20) mostrou que a curva de rarefação (MM) obtida para riqueza das espécies de microalgas da costa norte do município de Raposa, tem uma tendência para estabilização. Isso implica em dizer que o esforço amostral ainda não é suficiente para registrar o número de espécies dessa localidade, porém é representativa para indicar a distribuição espaço-temporal dos táxons analisados.

Figura 20. Estimativa em curva da riqueza de espécies por período amostral.



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

5.4 Microalgas potencialmente tóxicas ou danosas

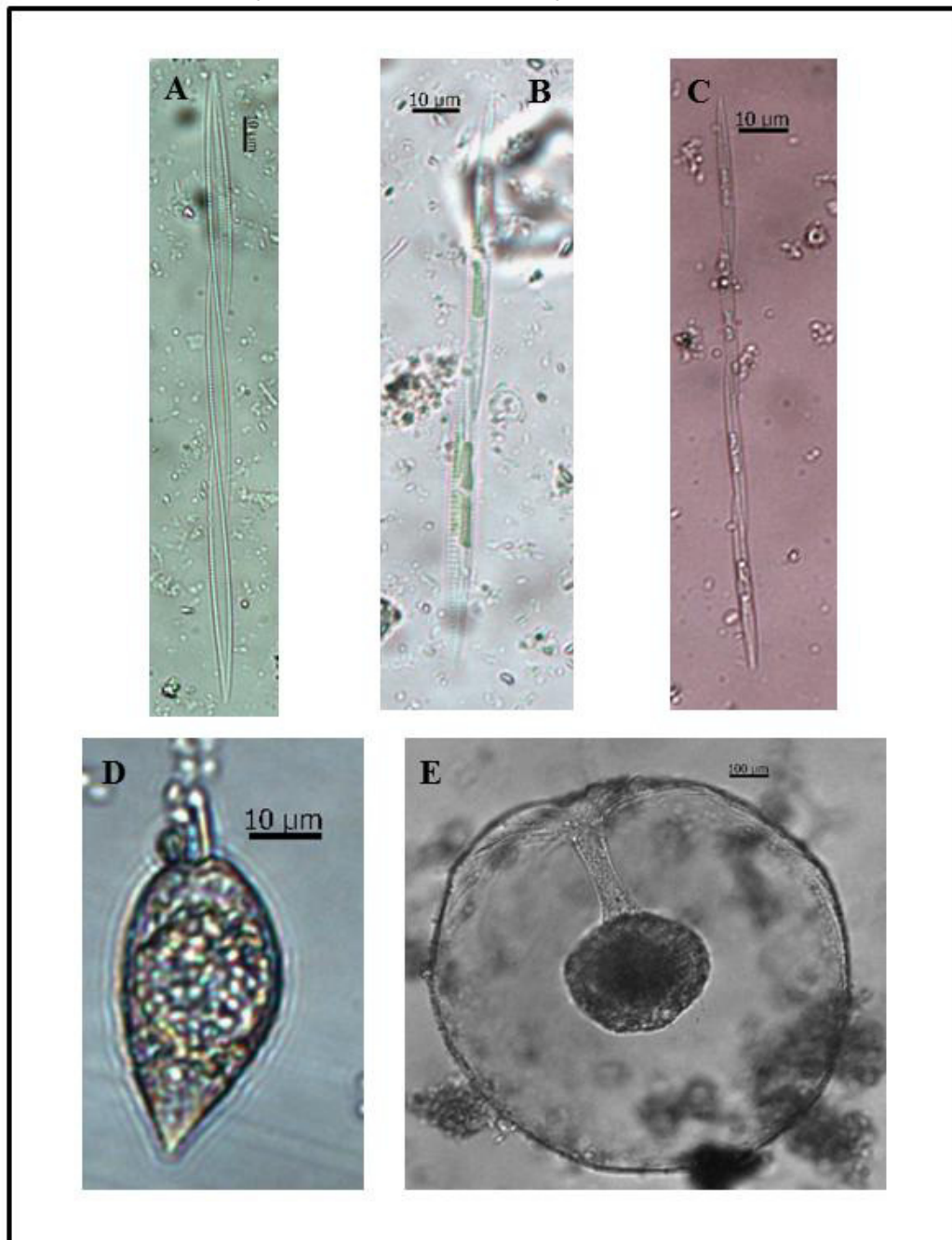
Os seres humanos, embora raramente consumam diretamente o fitoplâncton, se alimentam de outros organismos da teia alimentar que as algas sustentam a exemplo peixes, crustáceos, mariscos e moluscos (LUBIANA, 2014).

Dentre as espécies de diatomáceas observadas neste estudo, algumas são consideradas como potencialmente danosas pela literatura, destacando-se os gêneros *Asterionellopsis*, *Chaetoceros*, *Neocalyptrella*, *Pseudosolenia*, *Rhizosolenia* e *Skeletonema* aos quais estão associados a danos mecânicos às brânquias de organismos filtradores, e também as espécies *Leptocylindrus danicus* e *Leptocylindrus mininus* enquadradas como potencialmente nocivas, enquanto que, *Coscinodiscus centralis*, *Ceratoneis closterium*, por exemplo, são apontadas como produtoras de polissacarídeos capazes de bloquear as brânquias de peixes e moluscos, comprometendo a respiração e a alimentação (BARBIERI, 2009).

Nas análises quantitativas deste estudo se classificaram as espécies com potencialidades tóxicas ou potencialmente danosas, destacando o grupo de diatomáceas,

as espécies do gênero de *Pseudo-nitzschia* produtora do ácido domóico, neurotoxina causadora da Síndrome Amnésica (Prancha 3; Quadro 3), enquanto as espécies de dinoflagelados como *Noctiluca scintillans* são produtoras de marés vermelha e *Prorocentrum micans* que apresenta, a Síndrome paralisante e Síndrome diarréica em pessoas ou animais, por consumirem frutos do mar contaminados (Prancha 3; Quadro 3).

PRANCHA 3. Figura A. *Pseudo-nitzschia lanceolata*; Figura B. *Pseudo-nitzschia pungens*; Figura C. *Pseudo-nitzschia seriata*; Figura D. *Prorocentrum micans*; Figura E. *Noctiluca scintillans*.



Quadro 3. Lista das espécies potencialmente tóxicas ou danosas

Táxons	Nocividade/ Toxicidade	Mecanismo de toxicidade	Toxina	Danos
CYANOPHYTA				
<i>Oscillatoria</i> sp.	Potencialmente tóxica	Peptídeos cíclicos hepatotóxicos	Microscistinas	Neurológicos / Dermatológicos / Hepatológicos
<i>Pseudanabaena</i> sp.	Potencialmente tóxica	Dermatotóxicas	Lipopolissacarídeos (LPS)	Neurológicos / Dermatológicos / Hepatológicos
DINOPHYTA				
<i>Dinophysis</i> sp.	Potencialmente tóxica	Síndrome diarreica	Ácido Ocadáico, toxinas macrolídeas e iessotoxinas	Gastroenterite severa (vômito, diarreia, náusea, cólicas)
<i>Noctiluca scintillans</i>	Produtora de mare vermelha			Anoxia / ordem bioeconômica
<i>Prorocentrum micans</i>	Potencialmente tóxica	Síndrome paralizante Síndrome diarreica		Gastroenterite severa (vômito, diarreia, náusea, cólicas)
<i>Protoperdinium</i> sp ₁	Potencialmente tóxica	Envenenamento azaspirácido por Moluscos	Ácido Azaspirácido	-----
<i>Protoperdinium</i> sp ₂	Potencialmente tóxica	Envenenamento azaspirácido por Moluscos	Ácido Azaspirácido	-----
BACILLARIOPHYTA				
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	Não tóxicas/ Potencialmente danosa/			Anoxia
<i>Chaetoceros aequatorialis</i>	Injúrias mecânicas			Anoxia
<i>Chaetoceros brevis</i>	Injúrias mecânicas			Anoxia
<i>Chaetoceros compressus</i>	Injúrias mecânicas			Anoxia
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	Injúrias mecânicas			Anoxia
<i>Chaetoceros didymus</i>	Injúrias mecânicas			Anoxia
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	Injúrias mecânicas			Anoxia
<i>Chaetoceros peruvianus</i>	Injúrias mecânicas			Anoxia
<i>Chaetoceros simplex</i>	Injúrias mecânicas			Anoxia
<i>Chaetoceros</i> sp.	Injúrias mecânicas			Anoxia
<i>Chaetoceros subtilis</i>	Injúrias mecânicas			Anoxia
<i>var.abnormis</i>				
<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i>			Polissacarídeos	Anoxia
<i>Coscinodiscus radiatus</i>			Polissacarídeos	Anoxia
<i>Coscinodiscus rothii</i>			Polissacarídeos	Anoxia
<i>Coscinodiscus</i> sp.			Polissacarídeos	Anoxia
<i>Cyclotella</i> sp.			Polissacarídeos	Anoxia
<i>Cylindrotheca closterium</i>	Injúrias mecânicas /Produz mucilagem			Aumenta turbidez da água/ danos bioeconômicos
<i>Leptocylindrus danicus</i>	Não tóxicas / Potencialmente danosas			Anoxia
<i>Leptocylindrus minimus</i>	Não tóxicas / Potencialmente danosas			Anoxia
<i>Pseudo-nitzschia lanceolata</i>	Potencialmente tóxica			Amnésico por moluscos/ Distúrbios gastrointestinais / Vertigens
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	Potencialmente tóxica	Síndrome amnésica	Ácido domóico	Amnésico por moluscos/ Distúrbios gastrointestinais / Vertigens
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i>	Potencialmente tóxica	Síndrome amnésica	Ácido domóico	Amnésico por moluscos/ Distúrbios gastrointestinais / Vertigens
<i>Skeletonema costatum</i>	Não tóxicas / Potencialmente danosas Injúrias mecânicas; alteração de cor da água			Anoxia
<i>Skeletonema tropicum</i>	Não tóxicas / Potencialmente danosas/Injúrias mecânicas; alteração de cor da água			Anoxia
<i>Thalassiosira eccentrica</i>	Injúrias mecânicas			Anoxia
<i>Thalassiosira gravida</i>	Injúrias mecânicas			Anoxia
<i>Thalassiosira leptopus</i>	Injúrias mecânicas			Anoxia
<i>Thalassiosira subtilis</i>	Injúrias mecânicas			Anoxia

Fontes: PROCOPIAK et al. 2006; RINES et al., 2002; FEHLING et al., 2004; FERNANDES & BRANDINI, 2004; ODEBRECHT et al., 2002; RODRIGUES; CUTRIM, 2010; AFFE, 2012; BARBIERI, 2009; SPATHARIS et al., 2009; D'AGOSTINO et al., 2015; ZIGONE et al., 2006; MOESTRUP, 2009, LUBIANA (2014).

O ácido domóico pode ser transferido ao longo da cadeia alimentar aquática, para mamíferos marinhos através de organismos que se alimentam de microalgas. Desta forma, a Síndrome de Amnésia (ASP) tem sido associada a vários eventos de mortalidade entre grandes mamíferos marinhos, incluindo golfinhos, leões marinhos e baleias (DE LA RIVA et al., 2009; D'AGOSTINO et al., 2015).

Lubiana (2014) explica que os dinoflagelados podem produzir florações imensas, principalmente no mar, e que a grande maioria não é danosa, mas às vezes podem acarretar prejuízos em áreas de cultivo de animais marinhos. Algumas espécies de dinoflagelados têm capacidade de produzir toxinas muito potentes, que podem desencadear a morte de peixes e mariscos durante as marés vermelhas (florações de espécies tóxicas), e o consumo de mariscos provenientes de áreas onde ocorreram florações pode resultar em intoxicação, uma vez que os dinoflagelados ficam retidos nas guelras e tubo digestivo desses invertebrados, e as toxinas podem ser excretadas das células dos dinoflagelados ou liberadas após a morte.

Ainda em estudo realizado pela autora supracitada, espécies de dinoflagelados causadores de doença por Envenenamento diarreico de marisco, como *Exuviaella*, *Dinophysis* e *Prorocentrum*, são produtoras das toxinas como ácido ocadáico, toxinas macrolídeas e iessotoxinas, inibindo a ação das proteínas serina e treonina fosfatase PP1 e PP2A causando gastroenterite severa como vômitos, diarreia, náusea e cólicas. Já, o Envenenamento Ciguatera, tem como representante a espécie do gênero *Gambierdiscus* produtora da toxina ácido gambiérico, ciguatoxina e maitotoxina, ativadora do canal de Ca^{2+} , levando a ruptura da membrana celular, causando diarreia forte durante dois dias seguida de fraqueza, enquanto que, a *Alexandrium*, *Pyrodinium bahamense* e *Gymnodinium catenatum*, causa doença pelo envenenamento de marisco paralisante, são produtoras de derivados saxitoxina, tendo como sintomas náuseas, vômitos, diarreia, dor abdominal, sensação de formigamento ou ardor nos músculos da face e membros superiores e inferiores, além da falta de ar, boca seca, sensação de asfixia, conflito ou fala arrastada e perda da coordenação são também possíveis.

Algumas microalgas, a depender de sua densidade no ambiente, podem causar grandes impactos, locais ou regionais, à teia de seres aquáticos (VAN-DOLAH, 2000; RODRIGUES; CUTRIM, 2010). Esse impacto se refere à produção de toxinas ou à presença de espinhos na carapaça algal (HORNER et al., 1991).

Estudos realizados no estuário do rio Anil na Ilha de São Luís por Moreira et al. (2001) mostraram maior representatividade de microalgas bioindicadoras de poluição da água, devido o lançamento de esgoto “in natura” e lixo, sendo considerados como sensores ambientais. Dentre as espécies identificadas, observou as diatomáceas dos gêneros *Achnanthes* sp., *Amphora* sp. e *Navicula* sp. serem resistentes à presença de despejos industriais, quanto as cianobactérias mostrou que *Lyngbya* sp., *Merismopedia*

sp., *Oscillatoria* sp. e *Phormidium* sp. vivem em águas poluídas, já as representantes das euglenofíceas destacou *Euglena* sp. e *Lepocinclis* sp., sendo espécies frequentes em águas ricas em matéria orgânica, espécies essas encontradas neste estudo, cujos canais da costa norte do município de Raposa, também sofrem influências por esgotos e lixo, e para as clorofíceas tem-se *Closterium* sp. como resistentes aos despejos ricos em cromo.

Segundo Van-Dolah (2000), somente cerca de 2%, representados por 60 a 80 espécies fitoplantônicas são potencialmente tóxicas. Contudo, nas três últimas décadas, a incidência dessas espécies aumentou consideravelmente em várias regiões costeiras ao longo do globo, como consequência das atividades antrópicas. Dentre essas atividades, destaca-se a problemática da água de lastro dos grandes navios cargueiros, que atualmente tem sido um problema de âmbito mundial.

As áreas da costa norte estudada contém espécies potencialmente nocivas e exóticas que podem prejudicar a pesca e a maricultura durante os períodos de floração, causando prejuízo econômico para as comunidades pesqueiras, uma vez que esta atividade é extremamente importante para a região. Alertamos também, que o turismo pode ser afetado, pois a microalgas excretam compostos protéicos que fornecem cheiro e aspectos desagradáveis na água e, nesta situação, a balneabilidade fica comprometida.

Divulgar a ocorrência de espécies nocivas em regiões estuarinas, através de lista de espécies é importante para conhecer a biodiversidade local, mostrando se as espécies são nocivas e/ou exóticas, e que possivelmente possam causar danos ambientais. Tornando imprescindível para auxiliar na elaboração de planos de manejo de regiões estuarinas, a fim de minimizar os impactos ambientais e socioeconômicos causados por estas espécies.

Segundo Queiroz (2002), as análises dos parâmetros físico-químicos da água são de grande importância para o conhecimento das condições de eutrofização do ambiente aquático. No entanto, a avaliação por meio de bioindicadores deverá tornar-se um procedimento fundamental para o manejo e a proteção dos ecossistemas aquáticos, visto que somente essas técnicas biológicas poderão demonstrar se a integridade ambiental está sendo mantida. Dessa forma, o indicador máximo e mais eficiente da sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos deve ser a sanidade da comunidade biológica.

Contudo, o levantamento da biota aquática da área de estudo é valioso para informar quais as espécies de alto risco estão presentes na água (espécies exóticas e/ou nocivas).

Todavia, estudos de revisão de literatura realizado por Procopiak et al., (2006), abrangeu trabalhos publicados de 1918 até 2005, cuja investigação observou que *Pseudonitzschia pungens* e *Pseudo-nitzschia seriata* foram citadas por diversos outros autores nos mais variados estudos no estado do Paraná como espécies potencialmente tóxicas, espécies estas, identificadas neste estudo em áreas da costa norte.

Rines et al., (2002) fala que espécies de *Pseudo-nitzschia* são produtoras de ácido domóico causando o envenenamento Amnésico por Moluscos (ASP) que é acumulado na cadeia trófica e contamina os organismos aquáticos e os animais que se alimentam delas. Os efeitos comuns são distúrbios gastrointestinais, vertigens e nos casos graves, morte segundo (FEHLING et al., 2004; PROCOPIAK et al., 2006). Outras, como *Asterionellopsis glacialis*, *Cylindrotheca closterium* e espécies do gênero *Coscinodiscus* sp. caracterizadas como espécies não tóxicas, mas potencialmente nocivas. Enquanto, as espécies do gênero *Chaetoceros* Ehrenberg, são conhecidas na literatura por danificar brânquias de organismos filtradores.

Ainda nos estudos realizados por Procopiak et al., (2006), verificou que outras espécies do gênero *Leptocylindrus* Cleve, foram registradas para o Paraná e classificadas como potencialmente nocivas dentre elas destacam-se: *Leptocylindrus danicus*, *Leptocylindrus minimus* e *Skeletonema costatum* identificadas neste estudo e mencionadas também por Fernandes; Brandini (2004), como espécies potencialmente nocivas, mas não produtoras de toxinas.

Em estudos realizados por Odebrecht et al., (2002) no litoral de São Paulo, algumas espécies foram consideradas potencialmente nocivas devido à prévia ocorrência de florações relacionadas com a mortandade de organismos filtradores. A exemplo, *Asterionellopsis glacialis*, mesmo não sendo uma espécie tóxica, mas que devido à combinação de uma série de fatores como ventos fortes, que ressuspendem as células presentes no sedimento, concentrando-as na superfície. No que se refere à produção de substâncias tóxicas, alguns grupos de cianobactérias, euglenófitas, dinoflagelados e diatomáceas produzem biotoxinas (neurotoxinas e hepatotoxinas) que têm função protetora contra herbivoria (MOREIRA et al., 2001; RODRIGUES; CUTRIM, 2010).

Desta forma, corroborando com o que foi dito pelos autores acima supracitados, as cianobactérias são capazes de produzir toxinas (cianotoxinas), podendo gerar grandes problemas nos ambientes de água doce, uma vez que a água é utilizada para consumo humano, e quando estão presentes em altas concentrações pode gerar graves acidentes, sendo classificadas como produtoras de neurotoxinas ou hepatotoxinas, de acordo com a ação. Porém, também pode prejudicar ambientes que sofrem influência de água doce.

Quanto às neurotoxinas, são moléculas capazes de bloquear as sinapses entre os neurônios e os músculos no homem e também em animais, desencadeando sintomas como convulsão, fadiga, tonturas e contrações musculares. Dependendo da quantidade de toxina ingerida pode levar à morte por parada respiratória. As neurotoxinas produzidas por cianobactérias são anatoxina e saxitoxina. As anatoxinas são produzidas por espécies dos gêneros *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Oscillatoria* e *Trichodesmium*. As hepatotoxinas agem como inibidores de proteína fosfatase, culminando em hemorragia no fígado. Os sintomas incluem fraqueza, náusea, diarreia, vômito e extremidades do corpo frias. São produzidas por espécies dos gêneros *Microcystis*, *Anabaena*, *Nostoc*, *Nodularia* e *Oscillatoria*. Em altas concentrações também levam a morte (LUBIANA, 2014).

5.5 Análises estatísticas dos dados

5.5.1 Características físico-químicas e bióticas da coluna d'água

As características das variáveis físico-químicas e bióticas de águas da costa norte do município de Raposa/MA estão resumidas na (Tabela 6), com diferença significativa ($p < 0,05$) das variáveis ambientais entre a sazonalidade, de acordo com as análises de Test normalidade e homogeneidade e One-Way ANOVA.

A salinidade ($30,83 \pm 6,47$; $p = 6,29E-08$, $p > 0,05$); densidade (210.896 ± 319.253 ; $p=0,003299$; $p>0,05$); secchi ($84,96 \pm 27,20\text{cm}$; $p = 2,639E-11$; $p> 0,05$); a temperatura da água ($29,91 \pm 1,11^\circ\text{C}$; $p = 2,387E-11$; $p> 0,05$) e pH ($8,18 \pm 0,34$; $p = 2,636E-11$; $p> 0,05$) apresentaram valores normais e heterogêneo mostrando que houve diferença significativa dos valores das variáveis ambientais em relação a sazonalidade, enquanto que, oxigênio dissolvido ($3,81 \pm 1,92 \text{ mg L}^{-1}$; $p = 0,5051$ $p> 0,05$) apresentou-se normal e homogêneo mostrando que não foi significativo. Diferentes dos resultados obtidos por Duarte-dos-Santos et al., (2017), em estudo no estuário do rio Bacanga (MA), cujo pH e o oxigênio dissolvido não apresentaram diferenças significativas temporal e espacial.

No entanto, os valores de turbidez ($20,66 \pm 12,28$ NTU; $p = 4,984E-08$, $p < 0,05$) mostraram que houve variação significativa das variáveis em relação à sazonalidade, com $p < 0,05$, sendo não normal. Semelhantes aos apresentados por Duarte-dos-Santos et al., (2017). Porém divergentes aos apresentados por MAZNAH et al., (2016).

Tabela 6. Valores médios das variáveis físico-químicas e biótica da água da costa norte do município de Raposa/MA nos tempos amostrados. Os asteriscos representam diferença significativa ($p < 0.05$) tendo (**) teste One-Way ANOVA e (*) teste Kruskal-Wallis.

Sazonalidade	Mês	Secchi	Temp.	Sal.	Tur.	pH	OD	Den
Estiagem	Ago./16	70,8 $\pm$ 9,06	29,16 $\pm$ 1,10	35 $\pm$ 0	21,2 $\pm$ 19,87	8,35 $\pm$ 0,31	2,33 $\pm$ 1,10	97034,92 $\pm$ 16427,19
	Out./16	84,6 $\pm$ 31,53	30,64 $\pm$ 0,65	32 $\pm$ 2,73	24 $\pm$ 12,86	8,46 $\pm$ 0,22	4,33 $\pm$ 0,43	162783,8 $\pm$ 231078,2
	Dez./16	77,4 $\pm$ 19,60	31,1 $\pm$ 1,35	33,2 $\pm$ 1,64	23,8 $\pm$ 14,3	8,41 $\pm$ 0,19	3,5 $\pm$ 1,07	278474,8 $\pm$ 470261,1
Chuvoso	Fev./17	89,2 $\pm$ 27,08	29,6 $\pm$ 0,89	23 $\pm$ 2,73	14,73 $\pm$ 5,74	8,05 $\pm$ 0,34	3,7 $\pm$ 1,99	228340,1 $\pm$ 322433,7
	Abr./17	89,2 $\pm$ 27,08	29,6 $\pm$ 0,89	23 $\pm$ 2,73	14,06 $\pm$ 5,06	8,05 $\pm$ 0,34	3,67 $\pm$ 2,14	315171 $\pm$ 542508,6
	Jan./18	98,6 $\pm$ 42,86	29,4 $\pm$ 0,54	35 $\pm$ 0	26,2 $\pm$ 10,18	7,77 $\pm$ 0,11	5,32 $\pm$ 3,11	183577 $\pm$ 161666,7
P		2,639E-11 *	2,387E-11 *	6,29E-08 *	4,984E-08 *	2,636E-11 *	0,5051 **	0,003299 *
Média $\pm$ Desvio		84,96 $\pm$ 27,20	29,91 $\pm$ 1,11	30,83 $\pm$ 6,47	20,66 $\pm$ 12,28	8,18 $\pm$ 0,34	3,81 $\pm$ 1,92	210896,9 $\pm$ 319253,4

Descrição das siglas: P: pontos; Secchi: transparência da água; Temp.: temperatura; Sal.: salinidade; Tur.: turbidez; pH: potencial Hidrogeniônico; OD: oxigênio dissolvido; Den.: densidade.

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

*Dados brutos da Tabela 2 pág. 98

5.5.2 Correlação de Pearson

A análise de correlação de Pearson mostrou, no geral, que o oxigênio dissolvido esteve fortemente correlacionado com três variáveis ambientais, temperatura ($R=0,90518$; $p < 0,05$), salinidade ($R=0,86178$; $p < 0,05$) e a turbidez ($R=0,81557$; $p < 0,05$). Enquanto, a densidade se relacionou fortemente com a turbidez ($R=0,92132$; $p < 0,05$) (Tabela 7). Os valores de correlação foram estimados a partir do “p” de significância maiores que 0,05 para o percentual de forte relação, com valores acima de 0,8. Maznah et al., (2016) correlacionou o fitoplâncton dominante com os parâmetros de qualidade da água e mostrou em seu estudo no estuário do rio Merbok, Kedah, Malásia que a espécie *Chaetoceros* spp correlacionou-se positivamente com o pH, oxigênio dissolvido e transparência da água, enquanto, *Coscinodiscus* spp. teve correção positiva com a salidade e condutividade.

Tabela 7. Matrix de Correlação de Pearson dos parâmetros ambientais e densidade total dos pontos amostrais. Correlações significativas são indicadas em negrito.

	Secchi	Tem.	Sal.	Tur.	pH	OD	Den.
Secchi		0,61602	0,45876	0,0028283	0,18022	0,33525	0,39607
Temperatura	-0,095406		0,16601	0,64786	0,063066	0,90518	0,66312
Salinidade	-0,14057	0,25956		0,020176	0,072854	0,86178	0,22293
Turbidez	-0,52605	0,086922	0,42203		0,5086	0,81557	0,92132
pH	-0,2514	0,34354	0,33223	0,12554		0,044917	0,39177
Oxigênio Dissolvido	0,18219	0,022711	-0,033191	-0,044453	-0,36879		0,38988
Densidade	-0,16076	-0,082918	-0,22928	0,018831	-0,16221	0,16285	

Descrição das siglas: P: pontos; Secchi: transparência da água; Temp.: temperatura; Sal.: salinidade; Tur.: turbidez; pH: potencial Hidrogeniônico; OD: oxigênio dissolvido; Den.: densidade.

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Na Correlação de Pearson aferida para o período de estiagem, observou-se que a densidade de espécies se correlacionou fortemente com duas variáveis ambientais, Secchi ($R=0.96603$; $p<0,05$) e a turbidez ($R=0,97808$; $p<0,05$). No entanto, a turbidez também apresentou forte correlação com a temperatura ($R=0,80089$; $p<0,05$) (Tabela 8).

Tabela 8. Matrix de Correlação de Pearson dos parâmetros ambientais e densidade dos pontos amostrais no período de estiagem. Correlações significativas são indicadas em negrito.

	Secchi	Tem.	Sal.	Tur.	pH	OD	Den.
Secchi		0,7176	0,021666	0,062512	0,016059	0,19528	0,96603
Temperatura	-0,10199		0,67337	0,80089	0,48481	0,1512	0,29915
Salinidade	-0,58611	0,11875		0,21608	0,085341	0,32463	0,22738
Turbidez	-0,49194	0,071211	0,33925		0,23937	0,34156	0,97808
pH	-0,60859	0,19559	0,45887	0,3236		0,51471	0,74998
Oxigênio Dissolvido	0,35416	0,38956	-0,27314	-0,26408	-0,18264		0,13495
Densidade	-0,012039	-0,2873	-0,33153	-0,007768	-0,08991	0,40434	

Descrição das siglas: P: pontos; Secchi: transparência da água; Temp.: temperatura; Sal.: salinidade; Tur.: turbidez; pH: potencial Hidrogeniônico; OD: oxigênio dissolvido; Den.: densidade.

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Entretanto, no período chuvoso observou-se que densidade esteve fortemente correlacionada com o oxigênio dissolvido ($R=0,87792$; $p<0,05$) e este fortemente relacionado ao secchi ($R=0,85036$; $p<0,05$). Já a salinidade apresentou forte relação com a temperatura ($R=0,80233$; $p<0,05$) (Tabela 9).

Tabela 9. Matrix de Correlação de Pearson dos parâmetros ambientais e densidade total dos pontos amostrais no período de chuvoso. Correlações significativas são indicadas em negrito.

	Secchi	Tem.	Sal.	Tur.	pH	OD	Den.
Secchi		0,65776	0,3392	0,013743	0,52182	0,85036	0,27331
Temperatura	0,12476		0,80233	0,65532	0,60103	0,74001	0,30595
Salinidade	0,26533	0,070687		0,039641	0,27088	0,40752	0,58538
Turbidez	-0,61968	-0,1257	0,53555		0,10755	0,4374	0,69836
pH	0,17962	0,14703	-0,30386	-0,4323		0,19015	0,58452
Oxigênio Dissolvido	0,053303	-0,093615	0,23098	0,21693	-0,35799		0,87792
Densidade	-0,30239	0,28345	-0,15332	0,10924	-0,15367	0,043409	

Descrição das siglas: P: pontos; Secchi: transparência da água; Temp.: temperatura; Sal.: salinidade; Tur.: turbidez; pH: potencial Hidrogeniônico; OD: oxigênio dissolvido; Den.: densidade.

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

5.5.3 Análise dos Componentes Principais (ACP)

Por meio da Análise de Componentes Principais (ACP), os dois primeiros fatores explicaram 51,30 % das variações ocorridas no ambiente, sendo no fator 1 explicou 33,94%, o fator 2 justificou 17,36% da variação dos dados. Os valores de correlação foram estimados a partir do “p” de significância maiores que 0,05 para o percentual de forte relação, com valores acima de 0,5. (Figura 21 e Tabela 10). Equivalente aos encontrados por Duarte-dos-Santos et al., (2017), quando os resultados

de ACP explicou 55,46% da variância total (Fator 1 = 21,15%, Fator 2 = 18,99% e Fator 3 = 15,31%) mostrando um cenário sazonal bem definido em relação com as variáveis ambientais.

Tabela 10 – Análise dos componentes principais das variáveis ambientais e biótica.

Autovalor % variação total	Fator 1 2,71 33,94%	Fator 2 1,38 17,36%
Variáveis	Fator 1	Fator 2
Secchi	-0,491256	-0,676190
Temperatura	0,465009	-0,208180
Salinidade	0,759815	-0,083811
Turbidez	0,545110	0,612530
pH	0,726391	-0,253293
Oxigênio Dissolvido	0,839765	0,167928
Densidade	-0,236333	0,627389
Chuva	-0,831492	0,142026

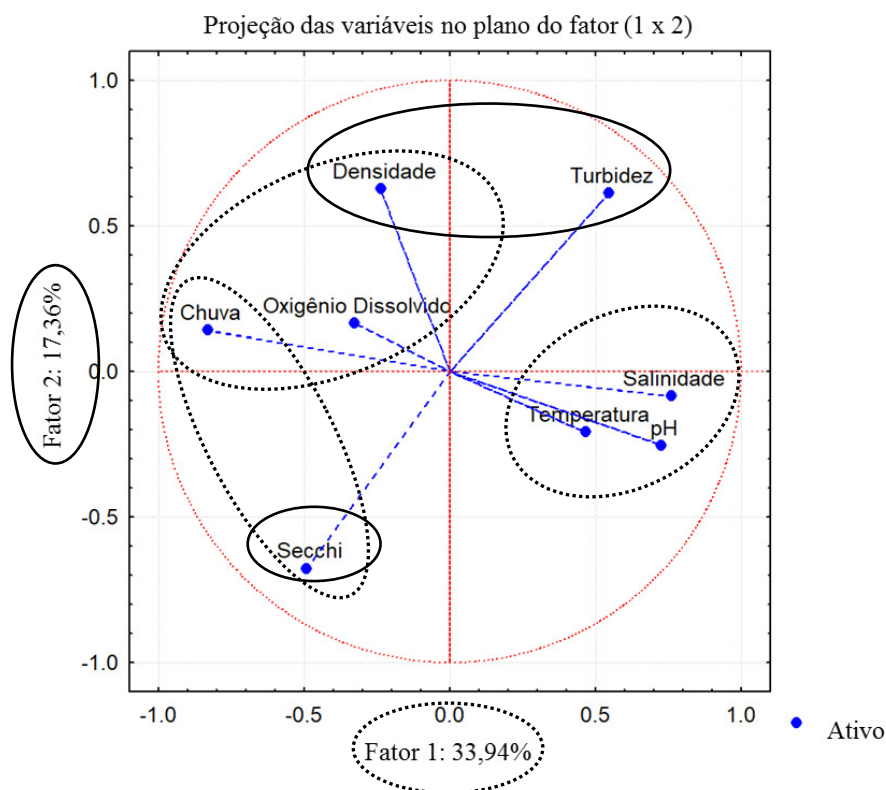
Fonte: Dados da pesquisa (2018)

O fator 1 explicou 33,94% das variações, correlacionando de forma direta as concentrações de oxigênio dissolvido e sua taxa de saturação com a salinidade, pH, e turbidez, indicando a influência marinha juntamente com a ação físico-químicas interferem positivamente na disposição do oxigênio dissolvido na água, os quais tiveram relação inversa a precipitação pluviométrica.

Este cenário confirma que a pluviosidade desempenha importante papel na variação dos parâmetros abióticos para a área de estudo, e este influenciando na transparência da água.

O fator 2 explicou 17,36 % das variações dos dados, associando diretamente a densidade e turbidez os quais relacionaram-se inversamente com a transparência da água. Mostrando que o Secchi tem grande influência na composição da comunidade fitoplanctônica, expressada neste fator por meio da densidade.

Figura 21. Análise de Componentes Principais (ACP) das variáveis ambientais dos pontos amostrais em áreas da costa norte do município de Raposa/MA.



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Rodrigues; Cutrim, (2010) pesquisando áreas com potencialidade aquícola como (São José de Ribamar, Cedral e Cajapió) no Maranhão, encontrou relação direta o dinoflagelado *Protoperidinium* sp₁, a salinidade, a razão Nitrato-Silicato, a biomassa total e a densidade da água, obtiveram relação inversa com a transparência da água e a densidade fitoplanctônica. Duarte-dos-Santos et al., (2017) para o estuário do rio Bacanga (MA), mostrou densidade de fitoplankton e clorofila *a* estavam diretamente correlacionados com turbidez e o oxigênio dissolvido, no entanto, a precipitação foi correlacionada diretamente com Silicato inorgânico e inversamente correlacionado com a salinidade.

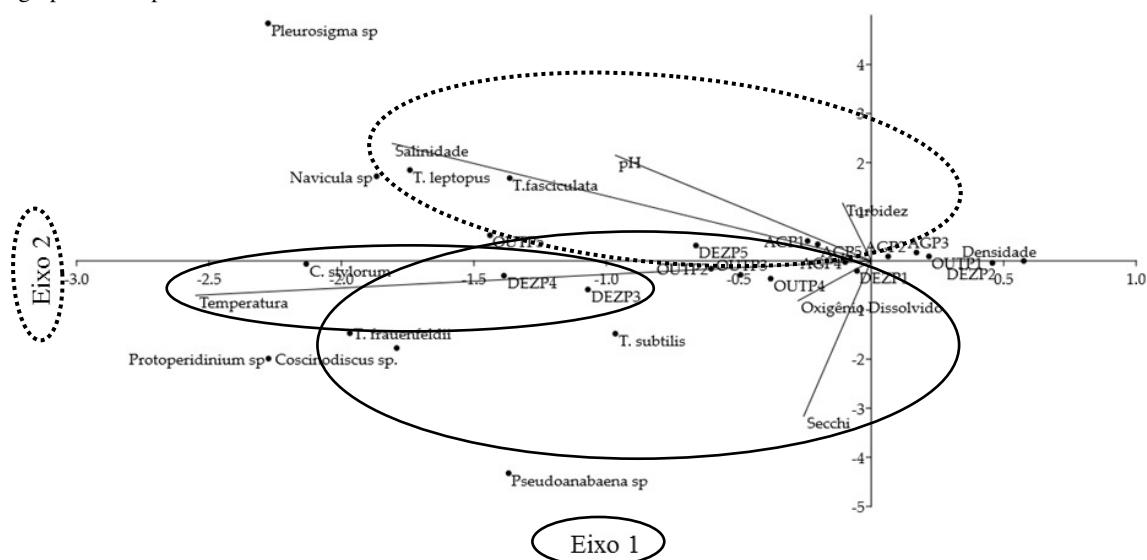
Bastos (2006), em estudo com o rio Una (PE), encontrou relação direta entre a pluviosidade, as concentrações de nitrato e a biomassa fitoplanctônica, e inversa com a temperatura, à transparência da água e o potencial hidrogeniônico.

5.5.4 Análise de Correspondência Canônica (CCA)

A Análise Canônica de Correspondência (CCA) não retificada para o período de estiagem explicou 91,46% das relações entre espécies e variáveis ambientais. O primeiro eixo (72,96%) mostrou que a estiagem favorece a floração de espécies de

diatomáceas do tipo penadas como *Thalassiosira subtilis* e *Thalassionema frauenfeldii* estando diretamente relacionado ao oxigênio dissolvido e a transparência da água (Secchi), apresentando com mais intensidade nos mês Ago./16 e Out./16 ambos no ponto 4 e Dez./16 no ponto 1. Também no primeiro eixo, a proliferação de *Cyclotella stilorum* em Dez./16 nos pontos 3 e 4, Out./16 pontos 2 e 3 e Ago./16 ponto 4, foi fortemente influenciado pelos altos níveis de temperatura. O segundo eixo 2 (18,5%) mostraram que *Tabularia fasciculata* e *Thalassiosira leptopus* têm uma ampla distribuição no período seco e estão altamente correlacionados com a salinidade, o pH e turbidez (Figura 22).

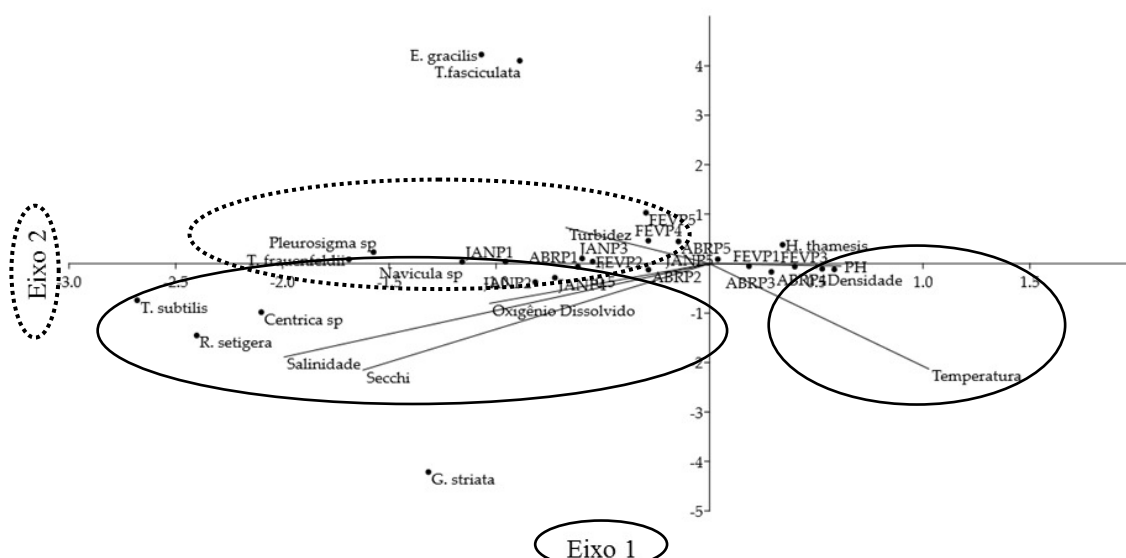
Figura 22. Análise de correspondência canônica do período de estiagem realizada com parâmetros ambientais e grupos de fitoplâncton.



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Para o período chuvoso (Figura 23), a CCA resumiu 82,99% das relações entre as espécies e variáveis ambientais. O primeiro eixo (68,44%) mostrou que as diatomáceas *Thalassiosira subtilis*, *Centrica* sp., *Rhizosolenia setigera* e *Navicula* sp₁, se correlacionaram com três variáveis ambientais, oxigênio dissolvido, salinidade e secchi compreendidas nos meses de Jan./18 (pontos 2 e 5) e Abr./16 no ponto 2. Assim como, temperatura apresentou forte correlação com pH e a densidade em Abr./17 (pontos 3 e 4). O eixo 2 (14,55%) mostrou que a *Thalassiosira frauenfeldii* e *Pleurosigma* sp., foram fortemente influenciadas pela turbidez no mês de Jan./18 (pontos 1 e 3).

Figura 23. Análise de Correspondência Canônica para período chuvoso realizada com parâmetros ambientais e grupos de fitoplâncton.



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

5.6 Análises da distribuição espaço-temporal e socioambiental

Dos 30 questionários estimados para esta pesquisa, foram entrevistados apenas 16 pescadores, utilizando-se questionário semiestruturado de cunho qualitativo, que versavam sobre questões socioeconômicas (nível de renda, local e condições de moradia, composição familiar, idade e escolaridade), percepção higienicossanitária e procedimentos relacionados à coleta, armazenamento, transporte e conservação do pescado até a primeira comercialização. A abordagem foi realizada nas moradias, nos pontos de trabalho e/ou locais de comercialização.

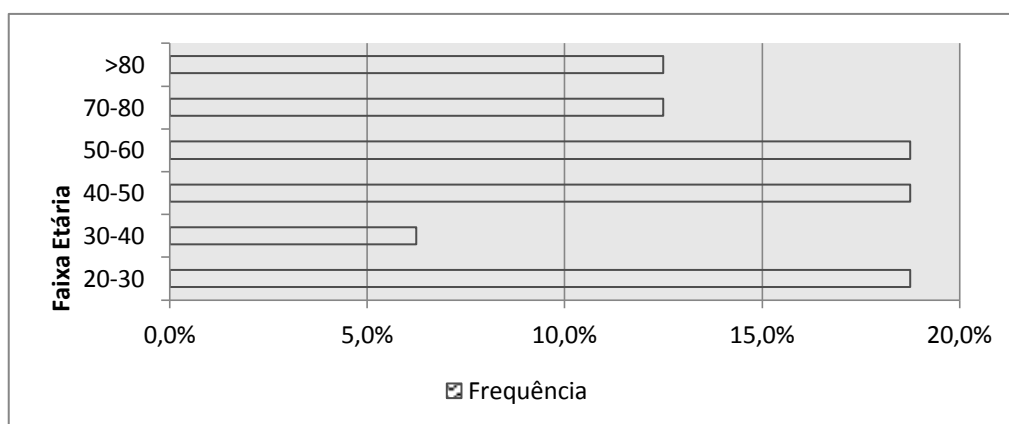
Os 16 pescadores entrevistados, tinham em média 51 anos, com variação entre 21 e 86 anos, sendo a faixa etária com maior representatividade entre 21 e 59 anos, seguida de 32 a 86 anos (Figura 24). A maioria é casado ou união estável com 2 a 4 filhos. Observa-se predominância de adultos do sexo masculino no exercício de uma atividade do setor primário da economia local. Maneschey (1993) também apresentou resultados semelhantes em sua pesquisa realizada no município de Araioses, com predominância de pessoas do sexo masculino.

Em relação ao nível de escolaridade, a maior parte dos pescadores tem ensino médio incompleto, o que foi justificado devido à necessidade de trabalhar para sustentar a família, por falta de outras oportunidades de trabalho e além da falta de escolas onde moravam. Contrariamente, Ribeiro (2015) caracterizou a predominância de marisqueiros com ensino fundamental incompleto. Para Alves; Nishida (2003), a

necessidade de contribuir para a melhoria da renda e a falta de estímulo para levar adiante os estudos, podem ser apontados como principais fatores para o abandono dos bancos escolares e, conseqüentemente para o baixo nível de escolaridade desses trabalhadores.

O nível de analfabetismo também esteve representado neste estudo com 18,75% dos pescadores entrevistados. O que foi percebido por Santos, Carvalho-Neta e Almeida (2003) em estudo realizado em três comunidades pesqueiras na Ilha de São Luís (São José de Ribamar, Timbuba e Quebra – Pote) em decorrência dos pescadores que quando jovens não disponibilizaram de tempo para os estudos e as instituições de ensino possuir calendário incompatível com as atividades de pesca, com isso desistiam ou não efetivavam a matrícula.

Figura 24. Faixa etária dos pescadores entrevistados no município de Raposa/MA.



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

A maioria dos pescadores possui casa própria, (50%) reside em casa própria de alvenaria, com luz elétrica e água encanada, (81,25%) possui banheiro dentro de casa, (62,5%) não possui instalação de esgoto, mas é provida de fossa seca ou séptica (50%).

Quanto à organização da atividade de pescadores, a maior parte (75%) afirmou ser cadastrado em algum tipo de associação, cooperativa ou colônia de pescador. Embora, já estivessem exercendo a atividade (pesqueira), em média há 20 anos, considerando-se que houve uma variação entre cinco e quarenta anos entre o mais recente na atividade e o mais antigo. A maioria é cadastrado, de forma generalizada como pescador, independente do produto da pesca, pois não existe um cadastro específico para categoria de marisqueiro, ostreiro ou pescador. Resultado semelhante apresentado por Maneschky, (1993) em estudos feitos com catadores de crustáceos no

município de Araisos sendo 50% associados à colônia de pesca, com predominância de pessoas do sexo masculino.

Observou-se que 100% dos indivíduos amostrados têm como principal atividade a coleta e venda do pescado, obtendo renda de um a três salários mínimos. A captura de organismos aquáticos como sururu, ostras, caranguejos e outras espécies de crustáceos e moluscos é para consumo próprio, pois a atividade principal é o pescado. Além de secundariamente prestarem serviços como pedreiros, para complementar a renda. Um resultado similar foi apresentado por Ribeiro (2015) em seu estudo com comunidade marisqueiras de ostras georreferenciados em quatro pontos de extração, sendo dois no município de Raposa em locais denominados de Porto do Braga e Cais da Raposa e dois no município de Paço do Lumiar, Porto do Cumbique e Pau Deitado.

O comércio do pescado tem como principais compradores, (90%) os atravessadores, (10%) distribuído entre os turistas, donos de bares e restaurantes da Ilha de São Luís e em menor frequência, para o próprio consumo. Tal resultado diferencia-se com a forma de comercialização dos mariscos na Raposa, observada por Monteles et al. (2009) em que 48% dos casos são destinados aos consumidores locais e de outras regiões, 28% para atender restaurantes especializados nessa iguaria, 16% serve como fonte de alimento para o próprio consumo e 8% para atravessadores.

5.6.1 Procedimentos desde a captura até a comercialização

As embarcações utilizadas são de madeira, predominantemente a vela ou, com motor de até 18 HP, sem uso de equipamentos eletrônicos para comunicação ou localização do recurso pesqueiro. O petrecho de pesca mais utilizado pelos pescadores é o espinhel, seguido de redes de emalhar denominadas malhão e curral (ALMEIDA et al., 2013). A maioria dos pescadores abordaram os problemas que enfrentam hoje em relação à pesca, e o quanto está difícil o pescado, tendo que viajar cada vez mais longe para obter uma quantidade boa do pescado, e que às vezes consegue mal o recurso para custear a viagem.

Os pescadores atrelam essa falta do recurso pesqueiro, ao aumento exagerado de pescadores, muitas vezes de forma irregular no nosso Litoral maranhense, pescadores esses que vem de outros estados como Ceará e Pará, com uma estrutura melhor do que as que eles têm e ainda possuem petrechos mais elaborados. De acordo com um dos pescadores entrevistados ele diz que: *“Quando não tinha muita pescaria dava mais peixe. Usam redes inadequadas, quem gosta de pegar porradas? Os peixes fogem”*.

Hoje a quantidade de organismos pescados segundo os entrevistados varia conforme a pescaria e que o peixe vem de qualquer tamanho. Tendo dias bons e ruins para pesca. Outro pescador enfatiza: *“Não existe um tamanho mínimo para pesca, não! Vem de toda marca, só que às vezes tem peixe que a gente descarta, tira do anzol e solta ele vivo, os pequenos/médios”*. Alertando para problemática ambiental e preservação do recurso pesqueiro.

A quantidade de peixes pescado numa pescaria de dois ou três dias em alto mar, de acordo com os entrevistados varia entre 100 a 400 kg a cada coleta. E quando se fala em cuidados necessários com a higiene do produto coletado, estes são procedimentos realizados de forma rudimentar e em condições precárias de higiene e de infraestrutura, sendo apenas acondicionados em caixas de isopor ou caixas térmicas com gelo, até a chegada de destino final, onde o pescado é vendido para atravessadores, e segundo pescadores estes é que terão o maior controle higiênicossanitários, pois o peixe que vem de alto mar, vêm fresquinho e por vezes ainda vivo.

Os pescados de modo geral exigem diversos cuidados tanto em relação ao manuseio, como durante o processo de captura e estocagem em caixas térmicas. O gelo, apesar de não ser um meio de cultivo para bactérias, por falta de nutrientes necessários ao seu desenvolvimento, pode funcionar como um carreador desses microrganismos ao alimento em questão (VIEIRA, 2004). Procedimentos de manipulação em contato direto com o alimento ou com auxílio de equipamento realizado de forma precária e mesmo em condições higiênicossanitárias deficientes, interação de forma sinérgica influenciando negativamente a qualidade do produto (RIBEIRO, 2015).

Basti et al., (2006) acrescentam que alguns microrganismos fazem parte da microbiota natural dos pescados, mas se forem ingeridos pelo homem, podem veicular doenças.

Do total de 16 entrevistados, 100% afirmaram que levam em torno de 30 minutos ou menos que isso, para venda do pescado, pois muitas das vezes já tem destino certo, e que chegando na pesqueira (local de embarque e desembarque de pescadores) já tem compradores certos esperando pelo pescado (Figura 25).

Figura 25. Local de embarque e desembarque de pescadores.



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Quanto à percepção dos entrevistados em relação à qualidade ambiental do município de Raposa, bem como das massas d'água, é notório a falta de saneamento básico e o montante de lixo acondicionado nas margens dos manguezais e ao redor das palafitas (Figura 26).

Figura 26. Percepção ambiental da área de estudo no município de Raposa, MA.



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Apesar dos próprios pescadores entrevistados afirmarem que houve mudança significativa com a nova gestão municipal, que tem melhorado as condições sanitárias do município, principalmente com o recolhimento do lixo, além, da infraestrutura local com a parceria do Governo do Estado, divergindo, portanto, dos estudos realizados por Ferreira et al., (2014) observando que o crescimento populacional da Raposa tem impulsionado no avanço da cidade em direção ao manguezal e ao mar, aumentando a quantidade de palafitas, colocação do lixo e despejo de esgoto doméstico em área de preservação permanente, a coleta de lixo existente no município é precária, ocasionando a criação de lixões a céu aberto.

O que se percebe é que a mudança populacional do município ocorreu de forma natural e sem nenhum planejamento adequado que pudesse atender a demanda da população, o que tem acarretado sérios problemas de ordem estrutural, mesmo sendo um município com um grande potencial turístico, devido à paisagem natural belíssima de dunas, manguezais e praias preservadas, e que ainda se é permitido o usufruto ao lazer, sendo explorado por moradores e por turistas de diversas partes do Brasil e do mundo.

Mediante um questionamento feito a um dos pescadores em relação a problemáticas ambientais observadas na área de coleta, sua resposta chamou atenção, quando falou sobre o grande fluxo de navios vindos de outros lugares do mundo, tem trazido as nossas águas maranhenses muitas maselas (referindo-se às águas de lastro). E que tem trazido muitos organismos invasores, a exemplo, um tipo de crustáceo (caranguejo) que não havia na região e hoje já é encontrado na área, e que não há predadores para o mesmo.

Abordou também, a questão da sanidade dos peixes que parecem está doentes, comparando em relação ao ser humano, quando disse: “*Se o ser humano é acometido com uma tuberculose ele seca, se o ser humano pega um câncer, o bicho também pega um câncer*”. Mencionando a peixes encontrados por ele, cujos organismos eram somente pele e osso (estava somente o corão agarrado nas espinhas), citando algumas espécies nessa situação como: Uritinga, Corvina, Pescadinho ago, Cambel, Bandeirado, Peixe pedra, Cururuca, Gangatam. Desta maneira, acredita que a degradação ambiental se dá deste o lançamento dos resíduos sólidos nas águas, e que nós mesmos estamos acabando com o próprio recurso pesqueiro.

Diante dessa problemática ambiental, impactos causados nas massas d’água também tem influenciado no aparecimento de microalgas bioinvasoras que podem causar um desequilíbrio aquático. Gonçalves, [s.d] alerta para o crescente aumento de barcos destinados aos passeios náuticos triplicou, causando outro dano ambiental: o surgimento de hidrocarbonetos, e estes em grandes quantidades na lâmina d’água podem causar sérios danos ao ambiente, inclusive anoxia em organismos aquáticos e prejudicando também a produtividade primária dessas massas d’água.

Nesta perspectiva, foi explanado aos entrevistados sobre a contaminação por ingestão de frutos do mar, a maioria falou que nunca teve problemas de saúde quanto alimentação por consumir frutos do mar, salvo o conhecimento de pessoas que possui

alergias, mas, não que tenha sido acometido por ingerir o alimento, pois falaram que o peixe é o alimento mais saudável que existe. Porém, também não souberam opinar sobre as microalgas potencialmente tóxicas e/ou danosas das quais organismos filtradores se alimentam.

CONCLUSÃO

Os dados obtidos no presente trabalho permitiram concluir que as diatomáceas foram as dominantes na composição da comunidade fitoplanctônica dos canais de maré da costa norte do município de Raposa, em ambos os períodos sazonais e que as variáveis ambientais apresentaram percentis propícios para o desenvolvimento destas.

Provavelmente a maré exerceu fundamental influência nas águas dos canais de marés, em função da renovação da água, de sua composição química e das comunidades biológicas, como a presença considerável das espécies eurialinas, as quais dominaram durante todo o ano sobre os demais grupos, mostrando que a salinidade foi um parâmetro essencial para a distribuição destas ao longo destes canais. E que o microfitoplâncton é um relevante bioindicador de contaminação aquática.

A densidade fitoplanctônica total apresentou variações sazonais, mostrando que elevada densidade do fitoplâncton é esperada em ambientes sob influência de despejos domésticos. E quanto ao índice de dominância das espécies, obtivemos uma representatividade de dez táxons tanto no período de estiagem quanto chuvoso, tendo as espécies *Navicula* sp₁, *Tabularia fasciculata*, *Thalassionema frauenfeldii*, *Thalassiosira subtilis* e *Pleurosigma* sp. comuns e dominantes em ambos períodos sazonais.

Para os Índices de diversidade específica mostraram que a comunidade microtoplactônica apresentou uma diversidade média maior que 1 bits.céls⁻¹ em ambos períodos estacionais, enquanto que, a equitabilidade expôs valores de 0,53 a 0,93 demonstrando uma ficoflórula uniforme, sendo observadas grandes variações especiais e temporais, e uma alta riqueza de espécies, com valores superiores a 5,0.

Foram observadas neste estudo espécies de diatomáceas consideradas como potencialmente danosas, com destaque para os gêneros *Asterionellopsis*, *Chaetoceros*, *Neocalyptrella*, *Pseudosolenia*, *Rhizosolenia* e *Skeletonema*, associadas a danos mecânicos às brânquias de organismos filtradores, bem como *Leptocylindrus danicus* e *Leptocylindrus minimus* enquadradas como potencialmente nocivas, *Coscinodiscus centralis*, *Ceratoneis closterium* como produtoras de polissacarídeos capazes de bloquear as brânquias de peixes e moluscos, as espécies do gênero *Pseudo-nitzschia* produtora do ácido domóico, neurotoxina causadora da Síndrome Amnésica, enquanto as espécies de dinoflagelados como *Noctiluca scintillans* são produtoras de marés vermelha e *Prorocentrum micans* causa a Síndrome paralisante e Síndrome diarréica por consumo de frutos do mar contaminados. Porém, apesar de terem sido identificadas

microalgas potencialmente tóxicas e/ou danosas nas áreas de canais de marés e na costa de mariscagem, o ambiente apresentou-se ainda em equilíbrio. Todavia, devendo ter monitoramentos constantes nessas áreas.

De acordo com as análises de Teste normalidade, homogeneidade e One-Way ANOVA, com diferença significativa ($p > 0,05$), a salinidade, densidade, o pH, a temperatura, transparência da água (secchi) apresentaram valores normais e heterogêneo, mostrando que houve diferença significativa dos valores entre as variáveis ambientais em relação à sazonalidade, já o oxigênio dissolvido apresentou-se normal e homogêneo, porém, não foi significativo. Porém, os valores de salinidade, turbidez e densidade mostraram que houve variação significativa das variáveis em relação à sazonalidade, sendo normal. No entanto, os valores de turbidez mostraram que houve variação significativa das variáveis em relação à sazonalidade, com $p < 0,05$, sendo não normal.

Os valores de correlação de Pearson estimados a partir do “p” de significância maiores que 0,05 para o percentual de forte correlação, com valores acima de 0,8, apresentaram no geral que o oxigênio dissolvido teve forte correlação com as variáveis ambientais, temperatura, salinidade e a turbidez. Enquanto, a densidade se relacionou fortemente com a turbidez.

A Análise de Componentes Principais (ACP) observou-se que os dois primeiros fatores explicaram 51,30% das variações ocorridas no ambiente, mostrando um cenário sazonal bem definido em relação com as variáveis ambientais. Enquanto que, a Análise Canônica de Correspondência (CCA) não retificada para o período de estiagem explicou 91,46% e o período chuvoso 82,99% das relações entre espécies e variáveis ambientais.

Os entrevistados neste estudo são pescadores locais do sexo masculino, tendo idade média de 51 anos, com variação entre 21 a 86 anos, casado, moradia própria, com baixo nível de escolaridade até o ensino médio incompleto, tendo a pesca como sua principal renda, e para complemento desta alguns nas horas vagas trabalham de pedreiro.

Com o crescimento socioeconômico da região, o município da Raposa tem sofrido alterações fisiográficas, humanas e culturais. O turismo e o crescimento populacional se tornaram sérios agravantes nos indicadores ambientais da localidade, alertando a comunidade acadêmica e os moradores do lugar em estudo aos sérios impactos surgidos ao longo do processo de ocupação sócio-espacial. Apesar das

melhorias hoje aparente no município de Raposa/MA, o saneamento básico ainda é uma realidade a ser conquistada e melhorada. Desta forma, indicadores sociais podem ser considerados como ferramentas operacionais para monitoramento da realidade social, que subsidiarão o planejamento e as decisões das políticas públicas.

Apesar de demonstrarem ter ciência de algumas práticas corretas de manipulação, muitos cuidados mencionados por esses trabalhadores não foram observados durante o exercício da sua atividade comercial.

Observa-se que existe a necessidade de orientação sobre as boas práticas de manipulação, quanto aos cuidados com a higiene pessoal e para a manutenção da qualidade do alimento por eles capturados e comercializados, pois, a atividade pesqueira no município de Raposa/MA representa uma importante fonte de renda para os pescadores, embora seja praticada com emprego de métodos artesanais, sem nenhum recurso tecnológico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante os resultados deste trabalho, possibilitaram indicar algumas ações a serem postas em práticas para melhorias na qualidade ambiental e de vida da comunidade dos pescadores do município de Raposa, além de sugerir as autoridades competentes um monitoramento e zelo desta área de estudo.

Sendo assim, há necessidade de implementação de políticas públicas direcionadas para a coleta de resíduos e esgotos, bem como a destinação e tratamento adequados. Embora ainda não tenham sido relatadas incidências, atenção deve ser tomada a eventos nocivos de floração de algas (FAN) no município de Raposa, MA onde a exploração dos recursos pesqueiros tem drasticamente aumentado;

Desta forma, recomenda-se o monitoramento da qualidade biológica das águas dos locais onde são realizadas pescas artesanais, mariscagem e microcultivo de ostras, sururus, sarnambis e até mesmo a pesca do caranguejo.

Foi observado também que há necessidade de realizar trabalhos de Educação Ambiental com a finalidade de conscientizar a população acerca dos impactos causados pelo acúmulo de lixo, ocupação urbana desordenada, especulação imobiliária, poluição das praias por resíduos industriais e esgotos domésticos, que prejudicam o desenvolvimento natural das microalgas bem como a qualidade das águas e do ecossistema como todo.

Os procedimentos adotados para a obtenção do pescado e outros organismos aquáticos comercializáveis até chegar ao consumidor final precisam ser melhorados, visto que atualmente são precários, demonstrando deficiência nas condições higiênicas e sanitárias principalmente no armazenamento e conservação;

É pertinente que as autoridades gestoras do município em parcerias com a associações, colônia de pescadores, realizem oficinas de capacitação e aperfeiçoamento dos pescadores que necessitam de orientação técnica para a adoção de práticas de manejo adequadas, e incentivo financeiro para implementarem avanços no setor. Além, de se implantar programas educativos que visem à melhoria do grau de instrução dos pescadores e de boas práticas na conservação do ambiente, aos quais tiram seu sustento.

REFERÊNCIAS

AFFE, H. M. de J. Caracterização da comunidade fitoplanctônica com ênfase nas microalgas potencialmente tóxicas em áreas de cultivo de Ostras na baía de Camamu, Bahia. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Estadual de Santa Cruz. 83 pág. 2012.

ALEGRE, P. **Application of ecological indicators in coastal watershed under high pressure during summer period**. p. 537–548, 2016.

ALEX, A. et al. Auditório da Universidade UNIT Aracaju - Se Qualidade Ambiental Do Estuário Do Rio Poxim (Aracaju / Sergipe): **Enfoque Ecotoxicológico**. p. 1–8, 2015.

ALGAE BASE. Disponível em: www.algaebase.org/. Acesso em: 01/01/2018.

ALMEIDA, Z. da S. de.; PAZ, A. C.; MORAIS, G. C. Avaliação do potencial de produção do sistema da pescada-amarela (*Cynoscion acoupa*) captura pela frota comercial do Araçagi, Maranhão. Capítulo livro, p.13-28. In: **Recursos pesqueiros da costa maranhense: Bioecologia, Pesca e Biomonitoramento**. Zafira da Silva de Almeida; Andreia de Lourdes Ribeiro Pinheiro (Org.). EDUEMA. São Luís, MA. 2013.

ALMEIDA-FUNO, I. C. da S. Avaliação de parâmetros produtivos e biológicos da ostra nativa *Crassostrea gasar* (ADANSON, 1757) como subsídio ao desenvolvimento da ostreicultura em ambientes estuarinos do Estado do Maranhão. **Tese** (Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura). Recife. 122 f.il. 2016.

ALVES, R. R.; NISHIDA, A. K. Aspectos socioeconômicos e formas de percepção ambiental dos catadores de caranguejo-uçá *Ucides Cordatus* (L.1763) (Decapoda, Brachyura) no estuário do rio Mamanguape. **Interciência**, v. 28, n.1, p. 36-43, 2003.

ALVES-DA-SILVA, S. M.; BRIDI, F. C. Estudo de Euglenophyta no Parque Estadual Delta do Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. Rio Grande do Sul. 2. Os gêneros *Phacus* Dujardin e *Hyalophacus* (Pringsheim) Pochmann. **Iheringia**. Série Botânica, Porto Alegre: v. 59, n.1, p.75-96, jan.jun. 2004a.

ALVES-DA-SILVA, S. M.; BRIDI, F. C. Euglenophyta no Parque Estadual Delta do Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. Rio Grande do Sul, Sul do Brasil. 3. Os gêneros *Strombomonas* Delf. **Acta Botânica Brasílica**, jul/set., v. 18, n.3, p.555-572.2004b.

ANAGNOSTIDIS, K. & KOMÁREK, J. Modern approach to the classification system of cyanophytes: 3 – Oscillatoriales. **Arch. Hydrobiol. Suppl. 73, ¼ (Algological Studies 50-53)**. Stuttgart, p. 327-472. 1988.

ANAGNOSTIDIS, K.; KOMÁREK, J. Modern approach to the classification system of cyanophyta, 5: Stigonematales. **Algological Studies**. v.59, p.1-73, 1990.

ANDERSON, D.M. Red tides. **Scientific American** 271(2), p.52-58, 1994.

APHA – **American Public Health Association**. American Works Association, Water Pollution Control Federation. Standard methods for the examinations of water and waste-water. 19th ed. Washington. 1268 p., 1995.

AZEVEDO, A. C. G. Diatomáceas (Bacillariophyceae) epífitas em *Bostrychia* Montagne dos manguezais de Parna Açu – Ilha de São Luís – Estado do Maranhão – Brasil. **Monografia**. Ciências Biológicas. 1995.

AZEVEDO, A. C. G. Composição florística das diatomáceas (Bacillariophyta) epífitas em duas espécies de *Bostrychia* Montagne (Rhodophyta). **Insula**. 28: 101-148. 1999.

AZEVEDO, A. C. G.; CUTRIM, M. V. J. Diatomáceas epífitas em *Bostrychia* Montagne (Rhodophyta) do manguezal da Ilha de São Luís, Estado do Maranhão, Brasil: excluindo Naviculares e Bacillariales. **Boletim do Laboratório de Hidrologia**, São Luís. 13: 1-17. 2000.

AZEVEDO-CUTRIM, A. C. G. de. Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica no Golfão Maranhense-Brasil. **Tese (Doutorado)**. Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Oceanografia. 147 pág. 2008.

BALDY, V.; TRÉMOLIÈRES, M.; ANDRIEU, M.; BELLIARD, J. Changes in phosphorus content of two aquatic macrophytes according to water velocity, trophic status and time period in hardwater streams. **Hydrobiologia**, v. 575, n. 1, p. 343-351, 2007.

BALECH, E. Los Dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. **Instituto Español de Oceanografía**, Madrid. 1998.

BARBIERI, E. O perigo das biotoxinas marinhas. **Texto técnico**. São Paulo. 2009. Disponível em: http://www.pesca.sp.gov.br/texto_tecnico_Barbieri.pdf. Acesso: 20/11/2017.

BASTI, A. A.; MISAGHI, A.; SALEHI, T. Z. ; KAMBAR, A. Bacterial pathogens in fresh, smoked and salted Iranian fish. **Food Control**, v.17, p. 183-188, 2006.

BASTOS, R. B. Estrutura da comunidade fitoplanctônica e variáveis ambientais no estuário do Rio Una – Pernambuco – Brasil. **Dissertação (Mestrado em Oceanografia)**. Recife: UFPE, 2006. 80p.

BOYD, C. E. **Water Quality in Ponds for Aquaculture**. Birmingham, Alabama: Auburn University- Printed by Birmingham Publishing Co., 482 p. 1990.

BRASIL, 1965, artigo 2º - **Código Florestal** e **RESOLUÇÃO CONAMA 303, artigo 3º**, 2002.

BRASIL. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente do Ministério do Meio Ambiente**. Alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 2005.

BRASILEIRA, Z. C. et al. O estado das atividades nos ambientes marinhos e costeiros. **GeoBrasil**, p. 118–131, 2002.

BRICKER, S. B.; FERREIRA, J. G.; SIMAS, T. An integrated methodology for assessment of estuarine trophic status. **Ecological Modelling**, v. 169, n. 1, p. 39-60, 2003.

CAMARGO, A. F. M.; BINI, L. M.; SCHIAVETTI, A. Avaliação dos impactos provocados pelas descargas de esgotos em alguns corpos d'água do município de Rio Claro. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 1, p. 395-406, 1995.

CARVALHO-NETA, R. N. F. C.; SOUSA, D. B.P.; ALMEIDA, Z da S. Bioindicadores e biomarcadores de contaminação aquática: um estudo aplicado aos ambientes estuarinos da costa maranhense. Livro: **Recursos pesqueiros da costa maranhense: bioecologia, pesca e biomonitoramento**. São Luís: Editora UEMA, 2013.

CASTRO P, HUBER ME. **Biologia Marinha**. 8ª ed. Porto Alegre: AMGH; 2012.

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.

CHRÉTIENNOT-DINET, M. J.; BILARD, C.; SOURNIA, A. **Chlorarachniophycées, Chlorophycées, Chrysophycées, Euglenophycées, Eustigmatophycées, Prasinophycées, Prymnesiophycées, Rhodophycées et Tribophycées**. In: SOURNIA, A. (Dir.). Atlas du phytoplankton marin. Paris: Editions du Centre National Recherche Scientifique, 1990. 261 p. v. 3.

COELHO, F.R. Caracterização Físico-Química, Microbiológica e Ecotoxicológica das Águas dos Canais de Drenagem Urbana de Santos (São Paulo, Brasil). **Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Santa Cecília. Santos, 2013.

COSTA, M. F.; ARAÚJO, M. C. B.; CHAGAS, A. C. O.; SANT'ANNA JR. N.; SOUZA, S. T. Poluição marinha. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S.; COSTA, M. F. (Org). **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife: Bagaço, 2004. P.287-317.

COSTA DA SILVA, L. de J. O estado ambiental como indicador na qualidade de vida da população: uma análise da relação saúde e ambiente no centro urbano do município de Raposa, Maranhão, Brasil. **Dissertação** (Mestrado em Saúde e Ambiente) Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal do Maranhão, 165 f .2008.

COTOVICZ JUNIOR, L. C.; BRANDINI, N.; KNOPPERS, B. A.; FRIEDERICH, W. Comparação de modelos e índices para avaliação do Estado Trófico do Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú-Manguaba (AL). **Geochimica Brasiliensis**, v. 26, n. 1, p. 7-18, 2012.

CUDOWSKI, A. Dissolved reactive manganese as a new index determining the trophic status of limnic waters. **Ecological Indicators**, v. 48, p. 721-727, 2015.

CUNHA, M. G. G. S. **Diatomáceas (Bacillariophyceae) da plataforma continental de Pernambuco**. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Dissertação de mestrado. UFRPE. Recife. 345p. 1982.

CUNHA, M. G. G. S. **Catálogo das diatomáceas (Bacillariophyceae) da plataforma continental do estado de Pernambuco – Brasil**. 318p. 1990.

CUPP, E. E. Marine plankton diatoms of the West coast of North America. **Bull. Scripps Inst. Oceanogr. Univ. Calif.**, Berkeley, 5(1): 1-238. 1943.

D'AGOSTINO, V. C., HOFFMEYER, M. S., ALMANDOZ, G.O., SASTRE, V., DEGRATI, M. Potentially toxic Pseudo-nitzschia species in plankton and fecal samples of Eubalaena australis from península Valdés calving ground, Argentina. **Journal of Sea Research** (2015), doi: 10.1016/j.seares. 2015.09.004.

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

DELLAMANO-OLIVEIRA, M.J. Comunidade Fitoplanctônica no reservatório de Barra Bonita e sua relação com a composição e quantidade de polissacarídeos extracelulares e agregados gelatinosos. **Tese (Doutorado)** – Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR, Brasil. 2006.

DELLAMANO-OLIVEIRA, M.J.; SENNA, P.A.C.; TANIGUCHI, G.M. Limnological Characteristics and Seasonal Changes in Density and Diversity of the Phytoplanktonic Community at the Caçó Pond. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. Maranhão, v.46, n.4, p. 641-651, 2003.

DHN. **Tábuas das Marés para 2016**. 53 ed. Diretoria de Hidrografia e Navegação. Niterói: Marinha do Brasil. 2015.

DHN. **Tábuas das Marés para 2017**. 54 ed. Diretoria de Hidrografia e Navegação. Niterói: Marinha do Brasil. 2016.

DHN. **Tábuas das Marés para 2018**. 55 ed. Diretoria de Hidrografia e Navegação. Niterói: Marinha do Brasil. 2017.

DOMINGOS, P.; GÔMARA, G. A.; SAMPAIO, G. F.; SOARES, M. F.; SOARES, F. de F. L. Eventos de Mortandade de Peixes Associados a Florações Fitoplanctônicas na Lagoa Rodrigo de Freitas: Programa de 10 Anos de Monitoramento. **Oecologia Australis**. 16(3): 441-466, Setembro 2012. <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2012.1603.09>.

DUARTE-DOS-SANTOS, A. K.; OLIVEIRA, A. L. L.; FURTADO, J. A.; FERREIRA, F. S.; ARAÚJO, B. de O.; CORRÊA, J. J. M.; CAVALCANTI, L. F.; AZEVEDO-CUTRIM, A. C. G. de.; CUTRIM, M.V.J. Spatial and seasonal variation of

microphytoplankton community and the correlation with environmental parameters in a hypereutrophic tropical estuary – Maranhão – Brasil. **Brazilian Journal of Oceanography**, 65(3):356-372;2017.

ECTOR, L. and RIMET, F., Using bioindicators to assess rivers in Europe: An overview. In LEK, S., SCARDI, M., VERDONSCHOT, PFM., DESCY, JP. and PARK, YS. (Eds.). **Modelling Community Structure in Freshwater Ecosystems**. Berlin: Springer Verlag, Heidelberg. 2005.

EM, P. *et al.* **Vida Nas Áreas De Manguezais Ocupadas Por**. 2001.

ESKINAZI-LEÇA, E.; GUSMÃO, L. M. O.; SILVA, M. G. G. Microfitoplâncton da baía do Capim, estado do Maranhão, Brasil. **An. VIII Reun. Nord. Botânica**, p.57-81. 1985.

ESKINAZI-LEÇA, E.; MOURA, A N.; SILVA-CUNHA, M. da G. G. da; KOENING, M. L. Microalgas marinhas do Estado de Pernambuco. In: TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Ed.). **Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco**. Recife: SECTMA/Massangana, 2001.

FEHLING, J.; GREEN, D.H.; DAVIDSON, K.; BOLCH, C. J.; BATES, S. S. Domoic acid production by *Pseudonitzschia seriata* (Bacillariophyceae) in Scottish waters. **Journal Phycology**. v.40. n.4. 2004. 622-630.

FEITOSA, F. A. N.; NASCIMENTO, F. C. R.; COSTA, K. M. P. Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica relacionada com parâmetros hidrológicos na Bacia do Pina (RECIFE – PE). **Trab. Oceanog. Univ. Fed. PE, Recife**, v. 27, n. 2, p.1–13, 1999.

FERNANDES, L.F. & BRANDINI, F.P. Diatom associations in shelf waters off Parana State, Southern Brazil: annual variation in relation to environmental factors. **Braz. J. Oceanogr.** 52(1):19-34. 2004.

FERNANDES, M. A. A. Produtividade fitoplanctônica relacionada com alguns aspectos ecológicos no estuário do rio Congo (Itapissuma – Pernambuco).. **Dissertação** (Mestrado em Oceanografia). Recife: UFPE, 1997. 146p.

FERREIRA, I. de S; CUTRIM, M. V. M.; WATANABE, I. S.; MENDONÇA, E. M. C. O Município de Raposa - MA: do abandono ambiental as perspectivas de crescimento econômico e turístico. **VII Congresso Brasileiro de Geógrafos. Anais do VII CBG – ISBN: 978-85-98539-04-1**. Vitória/ES. 10 a 16 de Agosto 2014.

FRANÇA, V.L. de; MONTELES, J. S; FUNO, I. C. S. A.; CASTRO, A. C. L. de. Seleção de áreas potenciais para o cultivo de Ostra nativa, *Crassostrea* SPP. e Sururu, *Mytella falcata*, em Raposa, Maranhão. **Labomar.Arq.Ciê. Mar**, Fortaleza, 2013, 46(1): 62 – 75.

FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. Importância da Análise para a Saúde Pública em duas Regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, vol.17, nº 3, 2001.

FRENCH, P. W. **Coastal and estuarine management**. London: Routledge, 251 p. (Routledge Environmental Management Series). 1997.

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.

HALLEGRAEFF, G.M. **Harmful Algal Bloom: a global overview**. In: HALLEGRAEFF, GM, DM ANDERSON & A.D CEMBELLA (ed.) **Manual on Harmful Marine Microalgae**. Chap. 1: 25-50. UNESCO. 2003.

HASLE G.R & E.E SYVERSTSEN. **Marine diatoms**. In: THOMAS C. R. (ed.). **Identifying Marine Phytoplankton**. Academic Press, New York, Chap. 2: 5-386. 1997.

HENDEY, N. I. **An introductory account of the smaller algae of British coastal Waters, V: Bacillariophyceae Diatoms**. Fishery Investigations Series IV. Her Majesty's Stationery Office. London. 1964.

HOLMES, P. R., **Measuring success in water pollution control**; Wat.Res., 34(12):155-164. 1996.

HORNER, R., RINES, J. E. B., STOCKNER, E. *Chaetoceros convolutus* Castracane, *Chaetoceros concavicornis* Mangin and the mortality of pen-reared salmon in Pacific Northwest waters. **Fifth International Conference on Toxic Marine Phytoplankton**, Newport, Rhode Island, 1991.

HUSTEDT, F. *Die Kieselalgen, Deutschland, Österreich und der Schweiz*. In (L. Rabenhorst, Ed.) *Kryptogamen-Flora*. **Akademische Verlagsgesellschaft Geest und Portig**. 930p. 1930.

HUSTEDT, F. *Die Kieselalgen Deutschlands Österreichs und der Schweiz*. In (L. Rabenhorst, ed.) *Kryptogamen-Flora*. **Akademische Verlagsgesellschaft, Geest und Portig**, K. G. 7(3): 816p. 1961-1966.

HUSTEDT, F. **The pennatae diatoms – A translation of Hustedt's "Die Kieselalgen, 2. Teil"** with supplement by Normaw G. Jensen, Koenigstein, Koeltz Scientific Books. 1985.

IBGE. **Sinopse do CensoDemográfico 2010**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>.> Acesso em: 09/11/2017.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/>. Acesso em: 09/11/2017.

JOHNSON, D. L. **Meanings of Environmental Terms**. *Environmental Issues*, Vol. 26, 2007.

JORGE, L. C. et al. *Interações dos processos sócio-ambientais nas bacias das Enseadas*

de Icaraí e São Francisco , Niterói (RJ). 2 . Organismos Aquáticos como Bioindicadores da Qualidade Ambiental com enfoque no mexilhão Perna perna (Linnaeus, 1798), em Niterói-RJ. **Mundo & Vida**, v. 3, n. 2, p. 108–116, 2002.

JÚNIOR, L. C. C.; BRANDINI, N.; KNOPPERS, B. A.; SOUZA, W. F. L. de.; MEDEIROS, P. R. P. Comparação de Modelos e Índices para Avaliação do Estado Trófico do Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú-Manguaba, (AL). **Revista Geochimica Brasiliensis**, Ouro Preto, 26(1) 7-18, 2012.

LÂVOR-FERNANDES, G. Microfitoplâncton da baía de São Marcos, São Luís, Maranhão, Brasil. **Gayana. Bot.** 45 (1-4): 265-274. 1988.

LEBOUR, M. V. **The planktonic diatoms of northern seas**. London. 244p.1930.

KELLY, M.G. Use of the trophic diatom index to monitor eutrophication in rivers. **Water Research**, vol. 32, p. 236-242. [http://dx.doi.org/10.1016/S0043-1354\(97\)00157-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0043-1354(97)00157-7). 1998.

KELLY, M.G. and WHITTON, B.A. The trophic diatom index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. **Journal of Applied Phycology**, vol. 7, p. 433-444. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00003802>. 1995.

KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. Modern approach to the classification system of cyanophytes: 2 – Chroococcales. **Arch. Hydrobiol. Suppl.** 73,2 (**Algological Studies 43**). Stuttgart, p. 157-226. 1986.

KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. Modern approach to the classification system of cyanophytes: 4 - Nostocales. **Arch. Hydrobiol. Suppl.** 82,3(**Algological Studies 56**). Stuttgart, p. 247-345. 1989.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. Cyanoprokaryota. 1. Teil Chroococcales. Alemanha: Gustav Fischer Verlag Jena, 1998.548p.

KUHNEN, A. Meio Ambiente e vulnerabilidade. A percepção ambiental de risco e o comportamento humano. **Geografia (Londrina)** v. 18, n. 2, 2009. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/>. Acessado em: 02/02/2018.

KUBITZA, F. **Qualidade da água, Planejamento da Produção e Manejo Alimentar em Piscicultura**. Cursos Avançados em Piscicultura, 77 p. 2000.

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

LAGOS, N. Principales toxinas de origen fitoplanctónico: identificación y cuantificación mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) In: Sar, E. A.; B, Reguera & ME, Ferrario. **Floraciones Algas Nocivas en el Cono Sur Americano**. UNESCO. p 55-76. 2002.

LICEA, S.; MORENO, J. L.; SANTOYO, H.; FIGUEROA, G. **Dinoflageladas Del Golfo de California**. Universidad Autonoma de Baja California Sur. 165p. 1995.

LOBO, E.A., CALLEGARO, V.L.M., HERMANY, G., BES, D., WETZEL, C.A.; OLIVEIRA, M.A. Use of epilithic diatoms as bioindicators from lotic systems in southern Brazil, with special emphasis on eutrophication. **Acta Botânica Brasilica**, vol. 16, no. 1, p. 25-40. 2004.

LOPES, A. G. D. Estudo da comunidade fitoplanctônica como bioindicador de poluição em três reservatórios em série do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), São Paulo, SP. **Dissertação**. Universidade de São Paulo. 137p. 2007.

LUBIANA, K. M. F. Microalgas: ecologia, biodiversidade e importância. Capítulo de livro. In book: IV Botânica no Inverno, Editors: Alejandra Matiz Lopez, et al, pp.35-47. Junho 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/313302649_Microalgas_ecologia_biodiversidade_e_importancia. Acesso em: 02/04/2018.

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.

MAGALHÃES JÚNIOR, A.P. **Indicadores Ambientais e recursos hídricos**. São Paulo: Bertrand Brasil, 2007.

MANESCHY, M. C. Pescadores nos manguezais: estratégias técnicas e relações sociais de produção na captura de caranguejo. In. FURTADO, L. G.; LEITÃO, W.; FIUZA, A. (Eds.). **Povos das Águas: Realidade e Perspectivas na Amazônia**. Belém: MCT/CNPq. p.19-62.1993.

MARGALEF, R. Temporal succession and spatial heterogeneity in phytoplankton. In: BUZZATI-TRAVERSO, A. A. (Ed.). **Perspectives in Marine Biology**. Berkeley: University of California Press, 1958. p. 323-349.

MARTINS, C. R. F. Estrutura de comunidade fitoplanctônica da Praia de Panaquatira, São José de Ribamar – MA. **Monografia**. Curso de Ciências Biológicas, UEMA. 64p. 2001.

MAZNAH, W. O. W., RAHMAH, S., LIM, C. C., LEE, W. P., FATEMA, K. & ISA, M. M. Effects of tidal events on the composition and distribution of phytoplankton in Merbok river estuary Kedah, Malaysia. **Tropical Ecology** 57(2): 213-229 ISSN 0564-3295. 2016.

McMAHHON, T.; SILKE, J. **Winter toxicity of unknown a etiology in mussels. Harmful Algae News**. v. 14, n.2, 1996.

MELO-MAGALHÃES, E. M., KÖENING, M. L., SANT'ANNA, C. L. Fitoplâncton e variáveis ambientais nos canais do sistema estuarino lagunar Mundaú/Manguaba, Alagoas, Brasil. **Hoehnea** 31(1): 73-86, São Paulo, 2004.

MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. **Princípios de Oceanografia Física de estuários**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 424 p. 2002.

MIRANDE, V.; TRACANNA, B. C. Fitoplancton Del rio Gastona (Tucumán, Argentina): Cyanophyta, Chlorophyta, Euglenophyta y Rhodophyta. **IHERINGIA, Sér. Bot., Porto Alegre**, v. 59, nº 1, p. 35-58, jan/jun. 2004.

MMA - **Ministério do Meio Ambiente. Biodiversidade Brasileira**. Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Brasília, 2002.

MOESTRUP, Ø. (Ed.): **IOC Taxonomic Reference List of Toxic Algae, Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO**. 2009. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001870/187040e.pdf>. Acesso em: 07/02/2018.

MOHAMMAD-NOOR, N.; HARUN S. N. R.; LAZIM, Z. M.; MUKAI, Y.; MOHAMAD, N. T. and SAAD, S.. Diversity of Phytoplankton in Coastal Water of Kuantan, Pahang, Malaysia. **Malaysian Journal of Science** 32 (1): 29-37. 2013.

MONTELES, J. S.; CASTRO, T. C. S.; VIANA, D. C. P.; CONCEIÇÃO, F. S.; FRANÇA, V. L.; FUNO, I. C. S. A. Percepção sócio-ambiental das marisqueiras no município de Raposa, Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 4, n. 1, p. 34-45, 2009.

MOREIRA FILHO, H.; OLIVEIRA FILHO, E. C.; SOUZA-MOSIMANN, R. M. Catálogo das diatomáceas marinhas e estuarinas do estado de Santa Catarina, Brasil. **Insula**. Florianópolis, 15: 33-88. 1985.

MOREIRA FILHO, H.; KUTNER, M. B. Contribuição ao conhecimento das diatomáceas do manguezal de Alexandra (Baía de Paranaguá-Paraná-Brasil). **Boletim da Universidade Federal do Paraná Bot.**, Curitiba, 4: 1-30. 1962.

MOREIRA FILHO, H.; VALENTE-MOREIRA, I. M. Avaliação taxonômica e ecológica das diatomáceas (Bacillariophytas) epífitas em algas pluricelulares obtidas nos litorais dos estados do Paraná. Santa Catarina e São Paulo. **Boletim do Museu Botânica Municipal**. Curitiba, 47:1-17. 1981.

MOREIRA FILHO, H.; VALENTE-MOREIRA, I. M.; SOUZA-MOSIMANN, R. M.; CUNHA, J. A. Avaliação florística e ecológica das diatomáceas (Chrysophyta, Bacillariophyceae) marinhas e estuarinas nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. **Est. Biol.**, Curitiba, 25: 5-48. 1990.

MOREIRA, E. G., AZEVEDO, A. C. G., CUTRIM, M. V. J. Microalgas potencialmente tóxicas do estuário do rio Anil, São Luís – MA. **Pesquisa em Foco**, São Luís, v.9, n.13, p.187-195, jan./jun. 2001.

MORENO, J. L.; LICEA, S & SANTOYO, H. 1996. **Diatomeas del Golfo de California**. La Paz: Universidad Autónoma de Baja California Sur. 273p. 1996.

MOURA, A. N.; PASSAVANTE, Z. O.; ESKINAZI-LEÇA, E. Diatomáceas perifíticas fixadas em substratos natural e artificial nos estuários dos Rios Paripe e Igarassu – Ilha de Itamaracá – PE. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife, 22: 83-96. 1993.

MÜLLER-MELCHERS, F.C. & FERRANDO, H. J. **Técnicas para el estudio de las diatomeas**. Boletim do Instituto Oceanográfico Universidade de São Paulo, São Paulo, v. 7, n.1-2, p. 151-160. 1956.

NAVARRO, J. N. 1982. Marine diatoms associated with mangrove prop roots in the Indian River, Flórida. USA. **Bibl. Phycol.**, Lehre, 61: 1-151. 1982.

OECD, 1992. **Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control**. OECD, Paris, IL. 154p.

ODEBRECHT, C., AZEVEDO, S.M.F.O., GARCIA, V.M.T., HUSZAR, V.L.M., MAGALHÃES, V.F., MENEZES, M., PROENÇA, L.A.O., RÖRIG, L.R., TENENBAUM, D.R., VILLAC, M.C. & YUNES, J.S. Floraciones de microalgas nocivas en Brasil: estado del arte y proyectos en curso. In **Floraciones algales nocivas en el Cono Sur Americano** (E.A. Sar, M.E. Ferrario & B Reguera, eds). Instituto Español de Oceanografía, p.217-233. 2002.

ODUM, E. P. **Fundamentos de ecologia**. 7.ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004. 927 p.

PEIXOTO FILHO, A. C.; BONDAROVSKY, S. H. Água, bem econômico e de domínio público. **Revista do Centro de Estudos Judiciários**. n. 12, p. 13-16, Set. / dez. 2000.

PEREGALLO, H. **Diatomées marines de France et districts maritimes voisins**. Grez-sur-Loing (S. et M.), J. Tempère, vol. 1 e 2. 1897-1908.

PEREIRA, R. C., SOARES-GOMES, A. (Organizadores). Os autores do capítulo são: Ana Cristina Teixeira Bonecker, Sérgio Luiz Costa Bonecker & Christina Bassani, Capítulo 6 – Plâncton marinho. **Biologia Marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2002. 382 p.

PEREIRA, G.P.C.; PEQUITO, M.M.A.; COSTA, P.C.R. **O impacto do incremento das cianobactérias como indicador de toxicidade**. Universidade Técnica de Lisboa, 1999.

PESTREPO, A.J.R. Variação Sazonal Vertical e Nictemeral da estrutura da Comunidade Fitoplânctônica e Variáveis Ambientais em quatro dias de amostragens de diferentes épocas do ano no Lago das Garças, SP – Brasil. **Doutorado**. 1996.

PIELOU, E. C. Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological succession. **J. Theor. Biol.**, v. 10, n. 2, p. 370-383. 1966.

PINHEIRO, J. M. Distribuição Espaço-Temporal da Pluviosidade na Ilha do Maranhão no Ano de 2016. **Revista InterEspaço**. Grajaú/MA v. 3, n. 8 p. 126-141 jan./abr. 2017. ISSN: 2446-6549 DOI: <http://dx.doi.org/10.18764/2446-6549.v3n8p126-141>.

PNUE - Programme des Nations Unies pour l'environnement. Indicateurs pour le Développement Durable dans les régions côtières méditerranéennes: Suivi des recommandations de la Commission Méditerranéenne de Développement Durable Rapport final. **Plan Bleu pour l'environnement et le développement en Méditerranée Centre d'Activités Régionales**. Antipolis, 2002.

PRESCOT, G. W. How to know the freshwater algae. In: **The pictured key nature series**. Wm. C. Brown company Publishers, Third Edition, Iowa, 293p. 1978.

PROCOPIAK, L.K., FERNANDES, L.F. and MOREIRA FILHO, H. Diatomáceas (Bacillariophyta) marinhas e estuarinas do Paraná, Sul do Brasil: lista de espécies com ênfase em espécies nocivas. **Biota Neotrop.** Sep/Dec 2006 vol. 6, no. 3 <http://www.biotaneotropica.org.br/v6n3/pt/abstract?inventory+bn02306032006> ISSN 1676-0603.

QUEIROZ, J. Indicadores biológicos para avaliar a água. **AGRO C & T**, ano 1, n. 3, nov. 2002.

RABALAIS, N. N. R.; TURNER, E.; DÍAZ, R. J.; JUSTIC', D. Global change and eutrophication of coastal waters. **Copenhagen: International Council for the Exploration of the Sea**, 2009.

RABELO, T. O.; LOUZEIRO, A. dos S.; RODRIGUES, Z. M. R. **Indicadores sociais na Região Metropolitana da Grande São Luís: segurança, emprego e renda – São Luís (MA) – Brasil.** [s.d]. Disponível em: <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal14/Geografiasocioeconomica/Geografiadelapoblacion/21.pdf>. Acesso em: 09/01/2018.

RIBEIRO, E. B. Ostras do gênero *Crassostrea* como bioindicadores de poluição aquática na Ilha de São Luís – MA. [*Crassostrea* genus oysters as water pollution bioindicators on the island of Sao Luis - MA.]. 2015. 77f. **Dissertação (Mestrado em Ciência Animal)** - Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2015.

RICHARDS G. Shellfish depuration. In: **Microbiology of Marine Food Products**. Eds D.R. Hackney. 1991.

RINES, J. E. B.; DONAGHAY, P.L.; DESKSHENIEKS, M. M.; SULLIVAN, J. M. 2002. Thin layers and camouflage: hidden *Pseudo-nitzschia* spp. (Bacillariophyceae) populations in a fjord in the San Juan Islands, Washington, USA. **Marine Ecology Progress Series**. n.225. 2002. P. 123-137.

RIJSTENBIL, J. W. Phytoplankton composition of stagnant and tidal ecosystems in relation to salinity, nutrients, light and turbulence. **Netherlands Journal of Sea Research**, 21: 113-123. 1987.

RODRIGUES, E. I.; CUTRIM, M. V. J. Relações entre as variáveis físicas, químicas e fitoplancônicas de três áreas estuarinas da costa Norte do Brasil - São José de Ribamar, Cedral e Cajapió, MA. **Arq. Ciênc. Mar. Fortaleza**, v. 43, n. 2, p. 45-54, 2010.

ROUND, F. E; CRAWFORD, R. M; MANN, D. **The diatoms: biology e morphology of the genera**. New York. Cambridge: University press. 747p. 1990.

SALOMONI, S. E.; ROCHA, O.; HERMANY, G.; LOBO, E.A. Application of water quality biological indices using diatoms as bioindicators in the Gravataí river, RS, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, n. 4, p. 949–959, 2011.

SALOMONI, S.E., ROCHA, O., CALLEGARO, V.L.M., LOBO, E. A. Epilithic diatoms as indicators of water quality in Gravataí river, Rio Grande do Sul, Brazil. *Hydrobiologia*, vol. 559, no. 1, p. 233-246.2006.

SANTIAGO, F.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; PASSAVANTE, J. Z. O.; Fitoplâncton como indicador da qualidade ambiental em ecossistemas hipersalino (estuário do rio Pisa Sal, Galinhos, RN, Brasil). In: XIV Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca. Sociedade Brasileira de Pesca, 2004, Fortaleza. **Resumos**. p.854-856.

SANTOS, Aidil Almeida dos; COCENTINO, Adilma Maria Montenegro; REIS, Thiago Nogueira de Vasconcelos. Macroalgas como Indicadoras da Qualidade Ambiental da Praia de Boa Viagem – Pernambuco, Brasil. **Bol. Téc. Cient. CEPENE**, Tamandaré, v. 14, n. 2, p. 25-33, 2006.

SANTOS, P. V. C .J.; ALMEIDA-FUNO, I. C da S.; PIGA, F. G.; FRANÇA, V. L. de.; TORRES, S. A.; MELO, C. D. P. Perfil socioeconômico de pescadores do município da Raposa, Estado do Maranhão. **Rev.Bras.Eng.Pesca** 6(1): I-XIV, 2011.

SANTOS-FERNANDES, T. L. Fitoplâncton do estuário do rio Jaguaribe (Itamaracá, Pernambuco, Brasil): ecologia, densidade, biomassa e produção. **Dissertação (Mestrado em Oceanografia)**. Recife: UFPE, 1997. 175p.

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.

SHAEFFER-NOVELLI, Y. Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar. São Paulo: **Caribbean Ecological Research**, 2003. 64 p.

SHANNON, C. E. A mathematical theory of communication. **Boll. Syst. Tech. J.** v. 27, p.379-423, 1948.

SHUMWAY, S. E. A review of the effects of algal blooms on shellfish and aquaculture.J. **World Aquac. Soc.** n. 21, p. 65-104, 1990.

SILVA, A. C. da; MOURA, E. G. de. **Atributos e especificidades de solos de baixada no Trópico Úmido**. In MOURA, E. G. (org.). *Agroambientes de Transição entre o trópico úmido e o semiárido do Brasil*. São Luís: UEMA, 2004.

SILVA, A. R.; KNISS, D. C.; RIGOTTI, J. A.; FONSECA, A. L. D. Aplicação do modelo TRIX para avaliação da qualidade da água dos rios que drenam para Estação Ecológica de Carijós, Florianópolis, SC, Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 20., 2013, Bento Gonçalves. **Anais... Bento Gonçalves: ABRH**, 2013.

SILVA, R. C. S.; ARAUJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Revista Ciência & Saúde Coletiva**. Rio de Janeiro. v. 8. n. 4. Jan, 2003.

SOURNIA, A. Introduction, Cyanophycées, Dictyochophycées, Dinophycées et Rhaphidophycées. In: *Atlas du phytoplankton marin*. Paris: Centre Nationale de la Recherche Scientifique, 1986. v.1, 209p.

SOURNIA, A. Le genre *Ceratium* (Peridinien planctonique) dans le canal Mozambique. Contribution a une revision mondiale. *Vie Milieu*, Paris: ser. A, n.2/3, p. 375-499, 1967.

SPATHARIS,S.; , DOLAPSAKIS, N. P.; ECONOMOU-AMILLI, A.; TSIRTSIS,G.; DANIELIDIS, D. B. Dynamics of potentially harmful microalgae in a confined Mediterranean Gulf—Assessing the risk of bloom formation. **Harmful Algae** 8 (2009) 736–743.

STATHAM, P. J. Nutrients in estuaries: an overview and the potential impacts of climatic change. **The Science of the Total Environment**, v. 434, p. 213-227, 2012.

STEIDINGER, K. A.; TANGEN, K. Dinnoflagellates. In: TOMAS, C. R. *Identifying Marine phytoplankton*. San Diego: Academic Press. 1997. 387-589p.

SUN CUICI, W. Y., SUN SONG, Z. F. Dynamic analysis of phytoplankton community characteristics in Daya Bay, China. **Acta Ecologica Sinica**, 2006, 26(12): 3948–3958.

TAVARES, J. L.; CALADO, A. L. A.; FONTES, F. C. Estudos iniciais para uso do índice TRIX para análise do nível de eutrofização no estuário do Rio Potengi – Natal – RN – Brasil. **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, Desarrollo y Práctica**, v. 7, n. 3, p. 297-308, 2014.

TEIXEIRA, C., ARANHA, F. de J., BARBIERI, R., MELO, O. T. de. Produção primária e clorofila-*a* do fitoplâncton e parâmetros físicos e químicos do Estreito dos Coqueiros - Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, 48(1):29-39, 1988.

THRONDSSEN, J. Preservation and storage: monographs on oceanographic methodology. In: SOURNIA, A. (Ed.). 6. **Phytoplankton manual**. Norwick: UNESCO, 1978. P. 69-74.

TISCHER, V. **Indicadores Socioambientais Aplicados nos Municípios Costeiros do Litoral Centro-Norte de Santa Catarina , com Ênfase nos Promontórios Costeiros.** 2013.

TOMAS, C. R. **Identifying marine phytoplankton.** Academic Press, Califórnia. 385p. 1997.

TORGAN, L. C.; BIANCAMANO, M. I. 1991. Catálogo das diatomáceas (Bacillariophyceae) referidas para o estado do Rio Grande do Sul, Brasil, no período de 1973 a 1990. **Cad. Pesq., bot.,** Santa Cruz do Sul, 3 (1): 1-201.

TORGAN, L. C.; RAUPP, S. V. Morfologia externa de Melosira moniliformes (O.F.Müller) C. Agardh var. moniliformes (Bacillariophyta) do estuário da Laguna do Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia.** Ser.Bot., Porto Alegre, 56: 185-196. 2001.

TORRES, M. A. N.; ALVES, L. V. de A.; JUNIOR, A. R. G.; JUNIOR, J. A. Climatologia do Maranhão: Levantamento sobre Estudos de Clima Local Desenvolvidos na Cidade de São Luís. **XII SBCG-Variabilidade e Susceptibilidade Climática: Implicações Ecológicas e Sociais.** 1260-1268p. 25 a 29 de outubro de 2016 Goiânia (GO)/UFG.

TUNDISI, J. O plâncton estuarino. **Boletim do Instituto Oceanográfico,** São Paulo, n. 19, p. 1-22, 1970.

UTERMÖHL, H. Zur Vervollkommung der quantitativen phytoplankton-methodik. Internationale Vereinigung fuer Theoretische und Angewandte **Limnology** v.9, p.1-38, 1958.

VALENTIN, J. L. **Ecologia numérica.** Rio de Janeiro: Interciência, 2000. 117p.

VALENTIN, J. L.; MACÊDO-SAIDAH, F. E.; TENENBAUM, D. R.; SEIVA, N. L. A. Diversidade específica para análise das sucessões fitoplanctônicas. Aplicação ao Ecossistema de ressurgência de Cabo Frio (RJ). **Nerítica.** Pontal do Sul: v.6, n. 1/2, p.7-26. 1991.

VAN HEURCK, H. 1896. **A treatise on the diatomaceae.** London, Willian Wesley e Son.

VAN-DOLAH, F. M. Marine algal toxins: origins, health effects, and their increased occurrence. **Environmental Health Perspectives,** Charleston, v.108, Sup.I, p.133-141, 2000.

VARIS, O. **Water quality models: typologies for environmental impact assessment;** Wat. Res.34(12):109-117. 1996.

VIEIRA, R. H. S. F. **Microbiologia, higiene e qualidade do pescado - teoria e prática.** São Paulo: Varela, 2004.

VILLAFANE, V. E.; REID, F. M. H. Métodos de microscopia para la cuantificación del fitoplâncton. In. ALVEAR, K.; FERRARIO, M. E.; OLIVEIRA FILHO, E. C.; SARS,

E. (Eds). **Manual de métodos ficológicos**. Chile: Universidad de Concepción, 1995. P. 169-185.

VOLLENWEIDER, R. A.; GIOVANARDI, F.; MONTANARI, G.; RINALDI, A. Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the Nw Adriatic Sea: proposal for a trophic scale. turbidity and generalized water quality index. **Environmetrics**, v. 9, n. 9, p. 329-357, 1998.

WHITTON, B. A.; ROTT, E.; FRIEDRICH, G. Use of Algae for Monitoring Rivers. E. Rott, Publisher, **Institut für Botanik, Universität Innsbruck, Innsbruck, Austria**. 1991.

WHITTON, B.A.; KELLY, M.G. Use of algae and other plants for monitoring rivers. **Australian Journal of Ecology**. 20, 45-56. 1995.

WOJCIECHOWSKI, J; STRAUBE, A.; CAVALCANTE, K. P.; MIRANDA, F. E. **Isolamento e Cultivo de Microalgas**. 2013. DOI: 10.13140/2.1.3353.3767. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/270452268>. Acesso em: 06/09/2017.

XAVIER, M. B. Fitoplâncton do Rio Grande, Represa Billings, São Paulo, Brasil: Estado Taxonômico (1985-1986). **IHERINGIA, Sér. Bot., Porto Alegre, nº 47, p. 103-122**, jul. 1996.

YONEDA, N.T. **Área temática: Plâncton, Centro de Estudos do Mar**. Universidade Federal do Paraná, 1999.

ZINGONE, A.; SIANO, R.; D'ALELIO, D.; SARNO, D. Potentially toxic and harmful microalgae from coastal waters of the Campania region (Tyrrhenian Sea, Mediterranean Sea). **Harmful Algae** 5 (2006) 321–337. [Http://doi.org/10.1016/j.hal.2005.09.002](http://doi.org/10.1016/j.hal.2005.09.002).

ZOTTELE, J. M. S. Variabilidade sazonal da estrutura termohalina e massas de água na plataforma continental ao largo do Complexo Estuarino de São Marcos, São Luís, MA. **Monografia**. São Luís, MA. 2016.

APÊNDICES

Tabela 2 – Parâmetros abióticos mensurados nas áreas da costa norte do município de Raposa/MA.

Mês	Sazonalidade	P	Secchi	Temp.	Sal.	Tur.	pH	OD	Plu.
Ago./16	Estiagem	P1	59	28,7	35	17	8,89	1,06	1,8
		P2	75	29,3	35	7	8,31	3,04	1,8
		P3	71	28,6	35	10	8,1	2,59	1,8
		P4	83	28,2	35	56	8,17	1,34	1,8
		P5	66	31	35	16	8,32	3,63	1,8
Out./16		P1	59	30,9	30	36	8,41	4,8	0
		P2	100	30,8	30	15	8,35	4,48	0
		P3	108	29,5	35	15	8,34	4,33	0
		P4	113	30,8	30	14	8,36	4,43	0
		P5	43	31,2	35	40	8,87	3,63	0
Dez./16		P1	59	31	32	39	8,65	2,38	42,9
		P2	87	28,8	32	15	8,33	4,84	42,9
		P3	89	31,8	35	12	8,22	2,5	42,9
		P4	98	31,7	32	13	8,26	4,28	42,9
		P5	54	32,2	35	40	8,59	3,57	42,9
Fev./17	Chuvoso	P1	120	30	25	7,37	8,65	1,82	355,4
		P2	114	30	25	9,88	7,9	5,75	355,4
		P3	83	30	25	17,3	7,9	1,74	355,4
		P4	72	30	20	20,4	7,8	5,79	355,4
		P5	57	28	20	18,7	8	3,54	355,4
Abr./17		P1	120	30	25	10,34	8,65	1,84	362,1
		P2	114	30	25	10,7	7,9	6,09	362,1
		P3	83	30	25	11,4	7,9	1,34	362,1
		P4	72	30	20	15,6	7,8	5,59	362,1
		P5	57	28	20	22,3	8	3,49	362,1
Jan./18		P1	74	30	35	32	7,72	2,15	253
		P2	140	29	35	17	7,82	9,25	253
		P3	140	29	35	18	7,61	2,13	253
		P4	98	29	35	23	7,83	6,61	253
		P5	41	30	35	41	7,91	6,5	253

Descrição das siglas: P: pontos; Secchi: transparência da água; Temp.: temperatura; Sal.: salinidade; Tur.: turbidez; pH: potencial Hidrogeniônico; OD: oxigênio dissolvido; Plu.: precipitação pluviométrica.

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Tabela 3 – Distribuição da comunidade fitoplanctônica em áreas da costa norte no município de Raposa/MA.

Espécies	ESTIAGEM															CHUVOSO															
	Agosto/16					Outubro/16					Dezembro/16					Fevereiro/17					Abril/17					Janeiro/18					
	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	
BACILLARIOPHYTA																															
<i>Achnanthes</i> sp.	*	*	*	*																											
<i>Actinoptychus annulatus</i>		*																													
<i>Actinoptychus minutus</i>		*																													
<i>Actinoptychus octanarius</i>		*	*	*		*	*			*	*	*				*	*		*		*	*		*							*
<i>Actinoptychus parvus</i>																													*		
<i>Actinoptychus senarius</i>			*	*		*			*		*		*							*									*		
<i>Actinoptychus splendens</i>						*		*																		*					
<i>Actinoptychus vulgaris</i>											*																				
<i>Amphora</i> sp.					*	*			*	*			*	*																	
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Bacillaria paradoxa</i>	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Bacteriastrium delicatulum</i>						*	*				*		*			*	*	*		*						*	*	*	*	*	
<i>Bacteriastrium hyalinum</i>						*		*			*		*		*	*		*		*	*	*		*		*	*	*	*	*	
<i>Bellerochea maleus</i>					*	*	*	*		*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Biddulphia alternans</i>				*																											
<i>Caloneis permagna</i>			*													*	*						*					*			
<i>Campylosira cymbelliformis</i>		*				*		*								*						*	*		*				*		
<i>Ceratoneis closterium</i>	*	*		*	*	*	*		*		*	*	*	*		*	*	*	*		*	*	*	*		*		*	*	*	
<i>Chaetoceros aequatorialis</i>					*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*		*		*	*	*	*	*	
<i>Chaetoceros affinis</i>	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Chaetoceros atlanticus</i>	*				*	*	*	*	*		*									*						*	*			*	
<i>Chaetoceros brevis</i>	*			*		*										*	*		*	*								*			
<i>Chaetoceros compressus</i>					*											*	*	*	*	*	*		*		*			*	*		
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	*					*			*							*	*	*	*	*	*	*	*		*		*	*	*	*	
<i>Chaetoceros densus</i>																*		*		*						*			*	*	
<i>Chaetoceros didymus</i>																*		*		*					*			*	*	*	
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*		*		*	*	*	
<i>Chaetoceros pendulus</i>					*	*	*	*	*	*	*	*	*												*		*	*	*		
<i>Chaetoceros peruvianus</i>	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*		*	*	*	*	*	*	
<i>Chaetoceros simplex</i>	*	*	*		*	*	*	*	*		*					*			*	*		*		*		*	*	*	*	*	
<i>Chaetoceros simplex</i> var. <i>audax</i>					*	*			*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Chaetoceros</i> sp ₁																												*			
<i>Chaetoceros</i> sp ₂																												*			
<i>Chaetoceros subtilis</i>						*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Chaetoceros subtilis</i> var. <i>abnormis</i>	*	*	*		*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Cocconeis distans</i>		*																													
<i>Cocconeis</i> sp.												*			*		*		*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Corethron hystrix</i>						*					*							*		*										*	
<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>	*	*			*		*		*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Coscinodiscus centralis</i>		*	*							*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Coscinodiscus curvatulus</i>					*								*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

[illegible]

<i>Pyrophacus steinii</i>	*																																
<i>Triplos macroceros</i>	*																																
EUGLENOPHYTA																																	
<i>Lepocinclis acus</i>	*																																
<i>Euglena gracilis</i>	*																																
<i>Lepocinclis oxyuris</i>	*																																
<i>Euglenaformis proxima</i>	*																																
<i>Trachelomonas armata</i>	*																																
CLOROPHYTA																																	
<i>Dictyosphaerium</i> sp.	*																																
<i>Dimorphococcus</i> sp.	*																																
CIANOPHYTA																																	
<i>Oscillatoria limosa</i>	*																																
<i>Oscillatoria</i> sp ₁	*																																
<i>Oscillatoria</i> sp ₂	*																																
<i>Oscillatoria</i> sp ₃	*																																
<i>Oscillatoria</i> sp ₄	*																																
<i>Phormidium</i> sp.	*																																
<i>Planktolynghya limnetica</i>	*																																
<i>Pseudanabaena</i> sp.	*																																
<i>Synechocystis</i> sp.	*																																
<i>Trichodesmium</i> sp.	*																																
TOTAL =	41	51	38	34	35	66	55	52	38	43	50	49	43	39	52	48	67	61	52	48	51	55	58	39	46	42	51	51	59	58			

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Tabela 4 – Distribuição da comunidade fitoplancônica das espécies contabilizadas, a partir das amostras de garrafas, em áreas da costa norte no município de Raposa/MA.

Espécies	ESTIAGEM															CHUVOSO																
	Agosto/16					Outubro/16					Dezembro/16					Fevereiro/17					Abril/17					Janeiro/18						
	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5		
BACILLARIOPHYTA																																
Amphipora alata				1																												
Asterionellopsis glacialis							1																		18	13	7	4	9			
Bacillaria paradoxa		1					3	4	5	3		3	3	2							4		1	1						1		
Bacteriastrum delicatulum																						2										
Bacteriastrum hyalinum					1																											
Bellerochea maleus	1							1							3		1	1	1		1	1										
Caloneis permagna																													1	2		
Campylosira cymbelliformis																									6	2				8		
Centrica sp.																	1	5	6			3	2		9	10	2	5	7			
Chaetoceros aequatorialis																													2			
Chaetoceros brevis																											1					
Chaetoceros compressus																												1				
Chaetoceros curvisetus																											1	1				
Chaetoceros didymus																												1				
Chaetoceros lorenzianus																			1													
Chaetoceros peruvianus																										3				1		
Chaetoceros simplex																						1										
Chaetoceros sp.																														2		
Chaetoceros subtilis var. abnormis																										22	44	38	44			
Cocconeis sp.		2	1	3				1	2	1		1					2									1	1	1	2			
Coscinodiscus oculusiridis						1	1												3		1		1									
Coscinodiscus radiatus						1				1								1			1		1									
Coscinodiscus rothii				1																										1		
Coscinodiscus sp.	1					2	3		3	3	3	6	6	1	1	3	3	5														
Cyclotella sp.																									3		1	1				
Cyclotella striata																1																
Cyclotella stylorum	2		2	5	5	5	5	1		2			1	2	3	5	4	5		2	1	4				1						
Cylindrotheca closterium			1					1	1								2												2			
Diploneis bombus								1		1		1			1			1	1													
Diploneis sp.				1																												
Ditylum brightwellii	3					2		1	1	4	2	2			3						1						1		2	2		
Entomoneis alata															1			2								1				1		
Entomoneis sp.																				1												
Fragilaria sp ₁							1											2														
Grammatophora sp.																														1		
Guinardia striata				1				1	1		1						1	1	1	1	1	2	2			1	2	1	4	1		
Helicotheca thamesis																5	10	10	7	1	3	10	4	1	7							
Hemiaulus indicus								1						1																		
Hemiaulus sinensis																2	1		1	1					3							
Leptocylindrus danicus																												2	2	1	1	

[illegible]

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Tabela 5 – Índices específicos de Diversidade, Equitabilidade e Riqueza das espécies microfitoplanctônica em áreas da costa norte no município de Raposa/MA.

	ESTIAGEM															CHUVOSO														
	AGO/16					OUT./16					DEZ./16					FEV./17					ABR./17					JAN/18				
	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5
Diversidade (H')	2,260	2,56	1,83	2,51	2	2,140	2,65	2,6	2,58	2,52	2,210	2,47	2,2	2,43	2,47	2,330	2,71	2,47	2,51	2,21	2,560	2,45	1,67	2,3	2,45	3,020	1,88	2,27	2,48	3
Equitabilidade (J)	0,76	0,88	0,83	0,86	0,7	0,74	0,84	0,78	0,86	0,84	0,81	0,82	0,85	0,87	0,81	0,88	0,86	0,82	0,87	0,75	0,9	0,78	0,93	0,92	0,9	0,86	0,53	0,66	0,71	0,8
Riqueza (R)	4,08	4,16	2,35	4,18	3,69	3,52	4,86	5,54	4,24	4,04	3,13	4,26	2,61	3,64	4,38	3,47	5,35	4,42	4,54	4,51	4,28	5,12	2,01	3,46	3,59	5,84	5,21	5,17	5,72	7,2

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Quadro 1 – Sinopse dos táxons identificados nos canais de marés no município de Raposa/MA.**CYANOPHYTA****CYANOPHYCEAE****OSCILLATORIOPHYCIDAE****OSCILLATORIALES****Oscillatoriaceae***Oscillatoria limosa* C. Agardh ex Gomont*Oscillatoria* sp₁*Oscillatoria* sp₂*Oscillatoria* sp₃*Phormidium* sp.**Microcoleaceae***Trichodesmium* sp.**SYNECHOCOCCOPHYCIDAE****SYNECHOCOCCALES****Pseudanabaenaceae***Pseudanabaena* sp.**Leptolyngbyaceae***Planktolyngbya limnetica* (Lemmermann) Komárková-

Legnerová & Cronberg

Merismopediaceae*Synechocystis* sp.**EUGLENOPHYTA****EUGLENOIDA****EUGLENOPHYCEAE****EUGLENALES****Euglenaceae***Lepocinclis acus* (O.F.Müller) B.Marin & Melkonian*Euglena gracilis* G. A. Klebs*Lepocinclis oxyuris* (Schmarda) B.Marin & Melkonian*Eugleniformis proxima* (Dangeard) M.S.Bennett & Triemer*Trachelomonas armata* (Ehrenberg) F. Stein**DINOPHYTA (MIOZOA)****MYZOOA****DINOPHYCEAE****GONYAULACALES****Ceratiaceae***Ceratium lineatum* (Ehrenberg) Cleve*Ceratium trichoceros* (Ehrenberg) Kofoid*Tripes macroceros* (Ehrenberg) F. Gómez*Tripes muelleri* Bory*Pyrophacus steinii* (Schiller) Wall & Dale*Pyrophacus* sp.**PERIDINIALES****Peridiniaceae***Peridinium* sp.**Proto-peridiniaceae***Proto-peridinium* sp₁*Proto-peridinium* sp₂**PROROCENTRALES****Prorocentraceae***Prorocentrum micans* Ehrenberg**NOCTILUCOPHYCEAE****NOCTILUCALES****Noctilucaeae***Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid & Swezy**GYMNODINIALES****Gymnodiniaceae***Gymnodinium* sp.**BACILLARIOPHYTA****BACILLARIOPHYTINA****BACILLARIOPHYCEAE****BACILLARIOPHYCIDAE****BACILLARIALES****Bacillariaceae***Bacillaria paxillifera* (O. F. Müller) T. Marsson*Nitzschia longissima* (Brébisson) Ralfs in Pritchard*Nitzschia closterium* (Ehrenberg) W. Smith*Nitzschia closterium* var. *parva**Nitzschia obtusa* var. *scalpelliformis* Grunow*Nitzschia sigma* (Kützing) W. Smith*Nitzschia fasciculata* (Grunow) Grunow in Van Heurck*Nitzschia longissima* var. *longissima**Tryblionella granulata* (Grunow) D. G. Mann in Round, R. M.

Crawford & D. G. Mann

Psammodictyon panduriforme (W. Gregory) D. G. Mann in

Round, R. M. Crawford & D. G. Mann

Pseudo-nitzschia pungens (Grunow ex Cleve) Hasle*Pseudo-nitzschia seriata* (Cleve) H. Peragallo in H. Peragallo &

M. Peragallo

Pseudo-nitzschia lanceolata W. Smith**SURIRELLALES****Entomoneidaceae***Entomoneis alata* (Ehrenberg) Ehrenberg**Surirellaceae***Surirella febigeri* F. W. Lewis*Surirella fastuosa* (Ehrenberg) Ehrenberg*Petrodictyon gemma* (Ehrenberg) D. G. Mann in Round, R. M.

Crawford & D. G. Mann

Tryblioptychus cocconeiformis (Grunow) Hendey**THALASSIOPHYSALES****Catenulaceae***Amphora* sp. Ehrenberg ex Kützing**COCONEIDALES****Cocconeidaceae****NAVICULALES***Cocconeis distans* W. Gregory*Cocconeis* sp.**NAVICULINEAE****Naviculaceae***Caloneis permagna* (Bailey) Cleve*Gyrosigma balticum* (Ehrenberg) Rabenhorst*Gyrosigma* sp.*Navicula* sp₁*Navicula* sp₂**Pleurosigmataceae***Pleurosigma* sp.**DIPLONEIDINEAE****Diploneidaceae***Diploneis bombus* (Ehrenberg) Ehrenberg*Diploneis weissflogii* (A. W. F. Schmidt) Cleve*Diploneis gruendleri* (A. Schmidt) Cleve**NEIDIINEAE****Amphipleuraceae***Frustulia rhomboides* (Ehrenberg) De Toni*Frustulia interposita* (Lewis) De Toni**MASTOGLOIALES****Achnanthaceae***Achnanthes* sp.**RHAPHONEIDALES****Rhaphoneidaceae***Asterionellopsis glacialis* (Castracane) Round in Round, R. M.

Crawford & D. G. Mann

Rhaphoneis ampiceros (Ehrenberg) Ehrenberg**FRAGILARIOPHYCIDAE****FRAGILARIALES****Fragilariaceae***Ceratoneis closterium* Ehrenberg*Fragilaria* sp₁*Fragilaria* sp₂*Synedra ulna* var. *ulna* (Nitzsch) Ehrenberg**RHABDONEMATALES****Grammatophoraceae***Grammatophora* sp.**LICMOPHORALES****Ulnariaceae***Ulnaria capitata* (Ehrenberg) Compere*Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compere in Jahn*Tabularia fasciculata* (C. Agardh) D. M. Williams & Round**THALASSIONEMATALES**

Thalassionemataceae

Thalassionema nitzschioides (Grunow) Mereschkowsky
Thalassionema frauenfeldii (Grunow) Tempère & Peragallo

CHAETOCEROTOPHYCIDAE**CHAETOCEROTALES****Chaetocerotaceae**

Bacteriastrum delicatulum Cleve
Bacteriastrum hyalinum Lauder
Chaetoceros aequatorialis Cleve
Chaetoceros affinis Lauder
Chaetoceros atlanticus Cleve
Chaetoceros atlanticus f. audax (F. Schütt) H. H. Gran
Chaetoceros brevis F. Schütt
Chaetoceros compressus Lauder
Chaetoceros curvisetus Cleve
Chaetoceros densus
Chaetoceros didymus Ehrenberg
Chaetoceros lorenzianus Grunow
Chaetoceros pendulus Karsten
Chaetoceros peruvianus Brightwell
Chaetoceros simplex Ostensfeld
Chaetoceros subtilis
Chaetoceros subtilis var. abnormis Protskina-Lavrenko
Chaetoceros sp₁
Chaetoceros sp₂

Leptocylindraceae

Leptocylindrus danicus Cleve
Leptocylindrus minimus Gran

ANAULALES**Anaulaceae**

Terpsinoe musica Ehrenberg

HEMIAULALES**Hemiaulaceae**

Hemiaulus indicus Karsten
Hemiaulus chinensis Greville

BIDDULPHIOPHYCIDAE**BIDDULPHIALES****Biddulphiaceae**

Biddulphia alternans (Bailey) Van Heurck

Belleracheae

Bellerachea malleus (Brightwell) Van Heurck
Cerataulus turgidus Ehrenberg

BRIGGERALES**Streptothecaceae**

Helicotheca tamesis (Shrubsole) M. Ricard

THALASSIOSIROPHYCIDAE**THALASSIOSIROSIRES****Thalassiosiraceae**

Thalassiosira eccentrica (Ehrenberg) Cleve
Thalassiosira leptopus (Grunow) Hasle & G. Fryxell
Thalassiosira gravida Cleve
Thalassiosira subtilis (Ostensfeld) Gran

Skeletonemataceae

Skeletonema costatum (Greville) Cleve
Skeletonema tropicum Cleve

LITHODESMIALES**Lithodesmiaceae**

Ditylum brightwellii (T. West) Grunow in Van Heurck
Lithodesmium undulatum Ehrenberg

EUPODISCALES**Eupodiscaceae**

Eupodiscus radiatus Bailey
Eupodiscus antiquus (Cox) Hanna
Odontella turgida (Ehrenberg) Kützing
Odontella aurita (Lyngbye) C. Agardh
Odontella longicruris (Greville) M. A. Hoban
Odontella sp.
Trieres mobiliensis (J. W. Bailey) Ashworth & Theriot
Trieres regia (M. Schultze) M. P. Ashworth & E. C. Theriot
Trieres chinensis (Greville) M. P. Ashworth & E. C. Theriot
Zygoceros rhombus Ehrenberg

STEPHANODISCALES**Stephanodiscaceae**

Cyclotella meneghiniana Kützing

Cyclotella striata (Kützing) Grunow in Cleve & Grunow

Cyclotella stolorum Brightwell

Cyclotella sp.

SOLENALES**Soleniaceae**

Melchersiella hexagonalis C. Texeira

MEDIOPHYCEAE**CYMATOSIROPHYCIDAE****CYMATOSIRALES****Cymatosiraceae**

Campylosira cymbelliformis (A. W.F. Schmidt) Grunow ex. Van Heurck

COSCINODISCOPHYTINA**COSCINODISCOPHYCEAE****TRICERATIALES****Triceratiaceae**

Triceratium favus Ehrenberg
Triceratium favus f. quadratum (Grunow) Hustedt

COSCINODISCALES**Coscinodiscaceae**

Coscinodiscus asteromphalus Ehrenberg
Coscinodiscus centralis Ehrenberg
Coscinodiscus curvatus Grunow in A. Schmidt
Coscinodiscus eccentricus
Coscinodiscus gigas Ehrenberg
Coscinodiscus granii L. F. Gough
Coscinodiscus oculus-iridis (Ehrenberg) Ehrenberg
Coscinodiscus radiatus Ehrenberg
Coscinodiscus rothii (Ehrenberg) Grunow
Coscinodiscus sp.
Palmerina hardmaniana G. R. Hasle

Heliopeleceae

Actinopterychus annulatus (Wallich) Grunow
Actinopterychus senarius (Ehrenberg) Ehrenberg
Actinopterychus octonarius (Ehrenberg) Kützing
Actinopterychus minutus Greville
Actinopterychus parvus A. Mann
Actinopterychus vulgaris Schumann
Actinopterychus splendens (Shadbolt) Ralfs

RHIZOSOLENALES**Rhizosoleniaceae**

Pseudosolenia calcar-avis (Schultze) B. G. Sundström
Rhizosolenia hebetata Bailey
Rhizosolenia imbricata Brightwell
Rhizosolenia setigera Brightwell
Neocalyptrella robusta (G. Norman ex Ralfs) Hernández-Becerril & Meave del Castillo

Probosciceae

Proboscia alata (Brightwell) Sundström
Guinardia striata (Stolterfoth) Hasle in Hasle & Syvertsen
Guinardia flaccida (Castracane) H. Peragallo

MELOSIROPHYCIDAE**MELOSIRALES****Melosiraceae**

Melosira moniliformis (O. F. Müller) C. Agardh

Paraliaceae

Paralia sulcata (Ehrenberg) Cleve

CORETHROPHYCIDAE**CORETHRALES****Corethracheae**

Corethron hystrix Hensen

CHLOROPHYTA**CHLOROPHYTINA****CHLOROPHYCEAE****SPHAEROPLEALES****Scenedesmaceae**

Dimorphococcus sp.

TREBOUXIOPHYCEAE**CHLORELLALES****Chlorellaceae**

Dictyosphaerium sp.

Quadro 2. Valores das variáveis físico-químicas e biótica das águas da costa norte do município de Raposa/MA nos tempos amostrados. Os asteriscos representam diferença significativa ($p < 0.05$) e (**) teste One-Way ANOVA e (*) teste Kruskal-Wallis.

Sazonalidade	Estiagem	P	Secchi	Temp.	Sal.	Tur.	pH	OD	Den.
		AGP1	59	28,7	35	17	8,89	1,06	78.937
		AGP2	75	29,3	35	7	8,31	3,04	55.833
		AGP3	71	28,6	35	10	8,1	2,59	28.879
		AGP4	83	28,2	35	56	8,17	1,34	55.833
		AGP5	66	31	35	16	8,32	3,63	73.161
		OUTP1	59	30,9	30	36	8,41	4,8	120.331
		OUTP2	100	30,8	30	15	8,35	4,48	88.563
		OUTP3	108	29,5	35	15	8,34	4,33	10.492
		OUTP4	113	30,8	30	14	8,36	4,43	84.713
	OUTP5	43	31,2	35	40	8,87	3,63	105.891	
	DEZP1	59	31	32	39	8,65	2,38	83.750	
	DEZP2	87	28,8	32	15	8,33	4,84	82.787	
	DEZP3	89	31,8	35	12	8,22	2,5	65.460	
	DEZP4	98	31,7	32	13	8,26	4,28	58.721	
	DEZP5	54	32,2	35	40	8,59	3,57	92.414	
	Chuvoso	FEVP1	120	30	25	7,37	8,65	1,82	101.078
		FEVP2	114	30	25	9,88	7,9	5,75	13.958
		FEVP3	83	30	25	17,3	7,9	1,74	175.683
		FEVP4	72	30	20	20,4	7,8	5,79	101.078
FEVP5		57	28	20	18,7	8	3,54	129.957	
ABRP1		120	30	25	10,34	8,65	1,84	101.078	
ABRP2		114	30	25	10,7	7,9	6,09	175.683	
ABRP3		83	30	25	11,4	7,9	1,34	28.879	
ABRP4		72	30	20	15,6	7,8	5,59	57.758	
ABRP5		57	28	20	22,3	8	3,49	117.924	
JANP1	74	30	35	32	7,72	2,15	572.775		
JANP2	140	29	35	17	7,82	9,25	1.111.858		
JANP3	140	29	35	18	7,61	2,13	796.591		
JANP4	98	29	35	23	7,83	6,61	1.285.135		
JANP5	41	30	35	41	7,91	6,5	471.697		
p	2,639E-11 *	2,387E-11 *	6,29E-08 *	4,984E-08 *	2,636E-11 *	0,5051 **	0,003299 *		
Média ± Desvio	84,96 ± 27,20	29,91 ± 1,11	30,2 ± 5,60	20,66 ± 12,28	8,18 ± 0,34	3,81 ± 1,92	210896,9 ± 319253,4		

Descrição das siglas: P: pontos; Secchi: transparência da água; Temp.: temperatura; Sal.: salinidade; Tur.: turbidez; pH: potencial Hidrogeniônico; OD: oxigênio dissolvido; Den.: densidade.

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Apêndice A – Questionário socioambiental semiestruturado aplicado à pescadores do município de Raposa/MA.

QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PESCADORES DO MUNICÍPIO DE RAPOSA (MA).

DADOS PESSOAIS:

Nome:

Apelido:

Sexo: () Masculino () Feminino Idade:

Atividade principal de renda:

Atividade secundária de renda:

Estado civil: () Casado () Vive junto/União Estável () Solteiro () Viúvo Outra:

Quantas pessoas têm na sua família?

Nível de escolaridade: Ensino fundamental: Completo () Incompleto ()

Ensino Médio: Completo () Incompleto ()

Sem alfabetização () Só assina o nome ()

Parou de estudar por quê?

Moradia: Casa própria () Alugada () De algum parente ()

Tipo de construção: Casa de madeira () Casa de Alvenaria () Mista ()

Infraestrutura: Instalação elétrica: Sim () Não () Banheiro: Dentro () Fora ()

Água encanada: Sim () Não () Esgotamento sanitário: Sim () Não ()

Fossa seca ou séptica: Sim () Não ()

Tem registro em alguma entidade de classe (colônia, associação, cooperativa? Não () Sim () Qual? Desde quando?

DADOS ECONÔMICOS:

Renda

Número de pessoas que trabalham? () Quais atividades desenvolvem?

Renda obtida com o pescado: < 1 Salário mínimo () 1 e meio () 2 salários ()

Renda obtida com a outra atividade: < 1 Salário mínimo () 1 e meio () 2 salários ()

Para quem você vende seu pescado? atravessador () banhista () turistas () dono de bar ()

DADOS AMBIENTAIS:

Quantas vezes por semana faz a pescaria? 1 por semana () 2 () 3 ()

Dias que coleta do pescado: Segunda () Terça () Quarta () Quinta () Sexta () Sábado () Domingo ()

Dias de venda do pescado: Segunda () Terça () Quarta () Quinta () Sexta () Sábado () Domingo ()

Qual o horário da coleta? Por quê?

Qual o melhor período (meses) do ano para a pesca? (Seco ou chuvoso) Por quê?

Tem algum período em que não faz pescaria? Sim () Não (). Quando e por quê?

Qual a quantidade e organismos capturados por coleta?

Existe um tamanho mínimo para você pescar estes organismos? Sim () Não ()

Você percebe algum tipo de poluição nos locais de coleta? Sim () Não ()

Se sim qual (is)?

Quem são os responsáveis pela poluição nos locais em que faz a coleta?

Que outros problemas ambientais você observa na área de coleta?

Você percebeu se aumentou o número de pescadores nos últimos 10 anos? () Não () Sim. Se sim por quê?

Você percebeu alguma mudança (aumento ou diminuição) na quantidade dos recursos naturais pescados?

Você percebeu alguma mudança no tamanho dos organismos pescados? () Não () Sim. Qual?

Procedimentos desde a captura a até a 1ª comercialização

Como faz a coleta dos organismos pescados? Quais materiais / equipamentos você utiliza?

Trabalha somente com a pesca ou com outras atividades extrativistas?

Depois da coleta faz algum tratamento antes de vender? Qual?

Como você armazena e conserva seu pescado?

De onde vem o gelo que você usa? () feito em casa () compra feito

Quanto tempo leva para vender todos os recursos pescados? () 1 dia () 2 dias () 3 dias Outra:

Quais os locais onde você vende seu pescado?

Você conhece os cuidados pessoais de higiene necessários que o vendedor e/ou pescador deve ter?

Quais são?

Já teve problemas de saúde por consumir frutos do mar?

Tens conhecimento de alguma ocorrência em relação à contaminação por frutos do mar?

Sabes dizer quais possíveis doenças podem ser contraídas com o consumo de organismos aquáticos contaminados?

Apêndice B – Termo de Consentimento Prévio e Esclarecido**TERMO DE CONSENTIMENTO PRÉVIO E ESCLARECIDO**

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa: A Comunidade Fitoplanctônica como Bioindicadora da Qualidade da Água para Saúde Pública e Ambiental: O caso da Costa Norte do Município de Raposa, Maranhão.

O estudo tem como objetivo conhecer as espécies fitoplanctônicas da área como bioindicadoras, com potencialidade tóxica para o ecossistema aquático e toda a população do entorno, visto que pode colocar em risco a saúde dos moradores da área, caso possa haver desequilíbrio na comunidade destes organismos que são a base da Cadeia Alimentar aquática. Este estudo será útil para que a população tenha conhecimento acerca de sua situação da saúde e da qualidade do ambiente, e também para o poder público que poderá utilizar o conhecimento construído na elaboração de políticas voltadas a este público.

Entrevistadora: Sou Mestranda em Saúde e Ambiente da Universidade Federal do Maranhão, em São Luís, e estou desenvolvendo um trabalho que contempla a pesquisa sobre o conhecimento tradicional relacionado com a cadeia produtiva dos recursos naturais nas comunidades pesqueiras do município de Raposa (MA). O objetivo do estudo é analisar o conhecimento que você possui sobre a qualidade dos recursos naturais e a forma como têm sido destinados os produtos pescados aqui na região, e de que forma alterações ambientais podem interferir na qualidade da água e consequentemente alterar a qualidade dos recursos pesqueiros e da saúde. Para que o trabalho possa ser realizado e possamos analisar esse conhecimento, gostaríamos de pedir autorização para entrevistá-lo e relatar o conhecimento que será registrado, assim como realizar algumas fotografias. A qualquer hora você pode parar a nossa conversa ou desistir de participar do trabalho, sem trazer nenhum prejuízo. É importante destacar que não tenho nenhum objetivo financeiro e que os resultados desta pesquisa serão repassados a você e só serão utilizados para comunicar outros pesquisadores e revistas relacionadas à universidade.

Endereço e telefone para contato: Caso restem dúvidas ou se necessitar de mais informações a respeito da pesquisa, ou mesmo reclamar ou sugerir algo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Maranhão no endereço da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Sala 07, Bloco C, CEB Velho, Campus Universitário do Bacanga da UFMA em São Luís - MA ou através do número (98) 3301-8708; com o Curso de Saúde e Ambiente, Universidade Federal do Maranhão, Praça Madre Deus nº 02 – 2º Andar – Bairro Madre Deus – CEP: 65.025-560 – São Luís-MA. Fone/fax: (98) 3232-3837; ou com a pesquisadora Nágela Gardênia Rodrigues dos Santos, através do número (98) 98123-6645 email: nagelagardenia@gmail.com e ou com o orientador do projeto o Prof. Dr. Antonio Cordeiro Feitosa, telefone (98) 3272-8306 e-mail: acfeitos@gmail.com.

Entrevistado: Depois de saber o que é a pesquisa, de como será feita, do direito que tenho de não participar ou desistir dela sem prejuízo para mim e de como os resultados serão usados, eu concordo em participar desta pesquisa, e que recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Data: ____/____/____

Entrevistado

Entrevistador