



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL E DOS RECURSOS HÍDRICOS

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NO FURO DO MURIÁ, CURUÇÁ
(PARÁ, BRASIL)**

FRANCIANNE VIEIRA MOURÃO

BELÉM
2017



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL E DOS RECURSOS HÍDRICOS

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NO FURO DO MURIÁ, CURUÇÁ
(PARÁ, BRASIL)**

FRANCIANNE VIEIRA MOURÃO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais da Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais.

Área de Concentração: Química Ambiental.

Orientador: Profa. Dra. Maria de Lourdes Souza Santos.

Co-orientador: Prof. Dr. Alex Costa da Silva.

BELÉM

2017



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL E DOS RECURSOS HÍDRICOS

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NO FURO DO MURIÁ, CURUÇÁ
(PARÁ, BRASIL)**

FRANCIANNE VIEIRA MOURÃO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais da Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais.

Avaliada em 15 de março de 2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dra. Maria de Lourdes Souza Santos – Orientadora
Universidade Federal Rural de Amazônia – UFRA
LQA-ISARH-UFRA

Prof. Dr. Igor Charles Castor Alves
Universidade da Amazônia – UNAMA
CCET-GEOLOGIA

Prof. Dr. Nuno Felipe Alves Correia de Melo
Universidade Federal Rural de Amazônia – UFRA
LECAT-ISARH

Prof. Dr. Raimundo Aderson Lobão de Souza
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA
CEPNOR

Prof. Dr. Glauber David Almeida Palheta
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA
LECAT - ISARH

Dedico este trabalho a minha mãe Goreti Mourão que sempre se dedicou a minha formação pessoal e profissional, ao meu namorado Ulisses que incentivou cada etapa dos meus objetivos!

AGRADECIMENTOS

Agradeço em especial a DEUS, por se fazer presente em minhas orações e acalantar as angustias. Por conceder força, fé e determinação. Sem sua direção nada teria sido possível.

A minha mãe Goreti Mourão por ter me educado, aconselhado e protegido durante toda a vida, meu porto seguro, sem seu amor e dedicação não conseguiria chegar tão longe. Ao meu namorado Ulisses Salomão pelo companheirismo, cuidado e ajuda ao longo desse projeto pessoal, sempre acalmando minhas ansiedades.

A minha orientadora Prof^a. Dr^a. Maria de Lourdes Souza Santos, meus agradecimentos pela paciência e incentivo no decorrer desses anos, que se dispôs a me direcionar em uma trilha de trabalho, respeito e confiança. Seriam necessárias muitas palavras para agradecer tudo que aprendi com sua orientação, serei grata a você sempre. Esta vitória também é sua.

À Universidade Federal Rural da Amazônia por dispor de ensino público gratuito e de qualidade. Ao Curso de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais, através do ISARH por ter possibilitado o desenvolvimento de mais um profissional e deste trabalho de conclusão de curso. À CAPES pelo apoio financeiro.

A SUDAM, pelo financiamento do projeto CAMURIM e construção do Centro de Tecnologia de Recursos Marinhos (CETEMAR), que funcionou como base de apoio para as coletas de campo.

A equipe do Laboratório de Química Ambiental (LQA), que ofereceu oportunidade e a infraestrutura necessária, além de auxílio para que fosse realizado o trabalho; onde foram executadas as análises das amostras de água deste trabalho de dissertação.

As minhas amigas Ana Carolina e Rosa Mendes, aos meus amigos André Saraiva e Pedro Henrique pelas coletas de campo e análises compartilhadas, as tentativas, os erros, os acertos, as correrias, as horas extras para finalizar as análises, os almoços divididos, as contas divididas, os imprevistos contornados, a simples companhia e o carinho, obrigada por cada momento compartilhado. Minhas amigas e amigos, sou eternamente grata.

A família de Seu Claudio e Dona Ruth que tanto acolheram, orientaram, conduziram em segurança durante as coletas realizadas ao longo de todo o ano de monitoramento na área de estudo. Meus amigos sou muito grata.

Aos meus amigos do Laboratório de Ecologia Aquática da UFRA pelas discussões e aplicações de testes em tempo recorde que permitiram a realização de complementos do trabalho, meus agradecimentos: Ewerton Gadelha e Denise Cristina, meus amigos obrigada.

“Inteligência é a capacidade de se adaptar à mudança”. Stephen Hawking

RESUMO

A fim de reduzir os impactos nos estuários, adotou-se em países como China, Índia, Rússia e Brasil, medidas para avaliar o estado trófico, como índices que facilitam a compreensão dos dados abióticos e bióticos das águas desses ambientes. Neste trabalho utilizou o Índice de Estado Trófico (IET) e o Índice Trófico (TRIX) para avaliar o efeito sazonal na qualidade das águas do Furo do Muriá, localizado no município de Curuçá, PA, e identificar alterações ocorridas e suas prováveis origens. As coletas de água foram realizadas em 21 pontos distribuídos ao longo do Furo, nos meses de janeiro, fevereiro, março, maio, junho, julho, setembro, outubro e novembro de 2015, durante as marés vazante e enchente. Variáveis abióticas (temperatura, salinidade, condutividade elétrica, turbidez, pH) foram determinadas *in situ* com utilização de sonda e as demais em laboratório (oxigênio dissolvido, taxa de saturação de oxigênio dissolvido, nitrato, nitrito, N-amoniaco, fosfato, fósforo total, clorofila *a*). Os dados obtidos refletiram a sazonalidade típica da região, salinidade variou de 7,0 a 36,80, CE de 21730 a 55500, pH de 7,14 a 9,95, temperatura de 27 °C a 29 °C, turbidez de 1 a 218, OD de 2 a 4, taxa de OD% de 46 a 105, fosfato de 0 a 0,6, nitrito de 0,0007 a 0,1334, nitrato de 0 a 0,81, N-amoniaco de 0,02 a 2,80, clorofila *a* de 0,0033 a 197. Porém, ocorreram alterações na distribuição dos volumes de precipitação, nos meses de janeiro (39,8 mm), fevereiro (193,4 mm), março (844,4 mm) e abril (577,8 mm), que refletiu a influência do fenômeno El Niño, no ano de 2015. Os índices IET e TRIX mostraram que o Furo do Muriá é naturalmente susceptível a eutrofização em função das características hidrológicas e das fontes de poluição difusas. A avaliação estatística das variáveis ambientais apresentou diferenças significativas entre os períodos analisados ($p < 0,05$), tendendo a um padrão sazonal, exceto N-amoniaco ($p > 0,05$) que não teve influência sazonal. Levando em consideração as marés as concentrações de salinidade, condutividade elétrica e clorofila *a* foram significativas durante a maré enchente. A turbidez foi mais elevada durante as marés de vazante ($p < 0,05$). Os parâmetros fosfato e N-amoniaco não apresentaram diferença significativa entre marés ($p > 0,05$). O efeito da sazonalidade pode restringir à variação da qualidade do ambiente, logo a abordagem conjunta das formas de avaliação e aplicação dos índices foi considerada satisfatória, pois cada estudo traz informação nova e complementar tornando relevante o monitoramento do ambiente, assim servir de ferramenta em planos de políticas públicas mais eficientes e rápidas de melhoria do saneamento básico para a população.

Palavras Chaves: fósforo, clorofila *a*, Índice

ABSTRACT

In order to reduce impacts in the estuaries, measures have been adopted to assess the trophic status and have developed indexes that facilitate the understanding of the abiotic and biotic data of the waters of these environments. The Trophic State Index (IET) and Trophic Index (TRIX) were used to evaluate the seasonal effect on the water quality of the Creek Muriá, located in the municipality of Curuçá, PA, and to identify alterations occurred and their probable origins. Water harvesting was carried out in 21 points distributed throughout the Creek the months of January, February, March, May, June, July, September, October and November, 2015, during low tide and flood. Abiotic variables (temperature, salinity, electrical conductivity, turbidity, pH) were determined in situ using probe and the others in the laboratory (dissolved oxygen, saturated oxygen saturation, nitrate, nitrite, N-ammoniacal, phosphate, total phosphorus, Chlorophyll a). The data obtained reflected the typical seasonality of the region, salinity ranged from 7.0 to 36.80, EC from 21730 to 55500, pH from 7.14 to 9.95, temperature from 27.0 ° C to 29.0 ° C, turbidity of 1 To 218, OD 2 to 4, OD% rate 46 to 105, phosphate 0 to 0.6, nitrite of 0.0007 to 0.1334, nitrate of 0 to 0.81, N-ammonium of 0, 02 to 2.80, chlorophyll a from 0.0033 to 197. However, changes occurred in the distribution of precipitation volumes in January (39.8 mm), February (193.4 mm), March (844.4 Mm) and April (577.8 mm), reflecting the influence of the El Nino phenomenon in the year 2015. The IET and TRIX indexes showed that the Creek Muriá is naturally susceptible to eutrophication in accordance with the hydrological characteristics and diffuse sources of pollution. The statistical evaluation of the environmental variables showed significant differences between the analyzed periods ($p < 0.05$), tending to a seasonal pattern, except for N-ammoniacal ($p > 0.05$), thus not having a seasonal influence. Taking into account the tides the concentrations of salinity, CE and chlorophyll a were significant during the flood tide. The turbidity was higher during tidal ebb tides ($p < 0.05$). The phosphate and N-ammonia parameters showed no significant difference between tides ($p > 0.05$). The effect of seasonality may restrict to the variation of the quality of the environment, so the joint approach of the evaluation and application of the indices was considered satisfactory, since each study brings new and complementary information making the monitoring of the environment relevant, thus serving as a tool in plans More efficient and rapid public policies to improve basic sanitation for the population.

Key words: Phosphorus, Chlorophyll a, Index

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO 1

- Figura 1: Mapa de Localização do Município de Curuçá-PA. Fonte: Souza, 2016, modificado.....23
- Figura 2: Mapa de localização da região e pontos de coleta, no Furo do Muriá, Curuçá – PA.....25
- Figura 3: a) Coleta de dados de temperatura, pH, salinidade com sonda HANNA; 3b) Coleta de água superficial para determinação de clorofila *a*.....26

CAPITULO 2

- Figura 1: Mapa de localização dos pontos de coleta no Furo do Muriá, Município de Curuçá, PA, Brasil.....37
- Figura 2: Precipitação pluviométrica no município de Curuçá média histórica de 1982 a 2015. Fonte: Agencia Nacional de Água – ANA, 2015.....40
- Figura 3a: Distribuição dos valores do IET, durante o período chuvoso, nas marés vazante e enchente.....42
- Figura 3b: Distribuição dos valores do IET, durante o período menos chuvoso, nas marés vazante e enchente.....43
- Figura 4a: Distribuição dos valores do TRIX, durante o período chuvoso, nas marés vazante e enchente.....43
- Figura 4b: Distribuição dos valores do TRIX, durante o período menos chuvoso, nas marés vazante e enchente.....44
- Figura 5: Escores nas duas primeiras componentes principais, na análise feita com os parâmetros abióticos e clorofila *a* durante os (i) períodos chuvoso e menos chuvoso, e (ii) maré vazante e enchente.....46
- Figura 6: Escores nas duas primeiras componentes principais, na análise feita com os dados do período chuvoso, com estratificação entre as marés.....47
- Figura 7: Escores nas duas primeiras componentes principais, na análise feita com os dados do período menos chuvoso, com estratificação entre as marés.....48

CAPÍTULO 3

- Figura 1: Mapa de localização dos pontos de coleta no Furo do Muriá, Município de Curuçá, PA, Brasil.....57
- Figura 2: Representação gráfica do plano fatorial do primeiro e segundo eixo da análise de componente principal (PCA) dos dados no período de fevereiro e março/15 (estação chuvosa) e outubro e novembro/15 (estação menos chuvosa). Salinidade (Sal), Condutividade elétrica (CE), Temperatura °C (Temp), Oxigênio dissolvido (OD), Taxa de oxigênio dissolvido (%OD), Fosfato (Fosf), Nitrito (NO₂), Nitrato (NO₃), N-amoniacal (N-Amo), Clorofila-*a* (Cl-*a*).....60

LISTA DE TABELAS

CAPITULO 1

Tabela 1: Principais formas de fosfato existentes nos ecossistemas, classificadas quanto à sua natureza química e solubilidade.....21

Tabela 2: Total de amostras e de análises.....27

Tabela 3: Parâmetros analisados e a metodologia utilizada.....28

CAPITULO 2

Tabela 1: Parâmetros analisados e a metodologia utilizada.....41

Tabela 2: Valores mínimos, máximos, médias e desvio padrão dos dados obtidos ao longo do Furo do Muriá, separados conforme a sazonalidade da região e em função da maré.....44

CAPÍTULO 3

Tabela 1: Variação média dos parâmetros Salinidade (Sal), Condutividade elétrica (CE), Temperatura °C (Temp), Oxigênio dissolvido (OD), Taxa de oxigênio dissolvido (%OD), Fosfato (Fosf), Nitrito (NO₂), Nitrato (NO₃), N-amoniacal (N-Amo), Clorofila-a (Cl-a) no período de fevereiro a março de 2015 e outubro a novembro de 2015.....61

Tabela 2: Resultados dos testes de análise estatística das variáveis físicas, químicas e biológica no furo do Muriá separados conforme a sazonalidade da região e em função da maré.....62

Tabela 3: Correlação de Spearman (rs) entre as variáveis analisadas no furo do Muriá. Salinidade (Sal), Condutividade elétrica (CE), Temperatura °C (Temp), Oxigênio dissolvido (OD), Taxa de saturação de oxigênio dissolvido (%OD), Fosfato (Fosf), Nitrito (NO₂), Nitrato (NO₃), N-amoniacal (N-Amo), Clorofila-a (Cl-a).....63

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	3
AGRADECIMENTOS.....	4
RESUMO	6
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABELAS	9
CAPÍTULO 1	12
1.1. INTRODUÇÃO.....	12
1.2. OBJETIVOS.....	14
1.2.1. Objetivo geral	14
1.2.2. Objetivos específicos	14
1.3. REVISÃO DA LITERATURA.....	15
1.3.1. Estuário	15
1.3.2. Temperatura, salinidade e pH.....	16
1.3.3. Condutividade Elétrica (CE)	17
1.3.4. Oxigênio Dissolvido (OD)	17
1.3.5. Nitrogênio.....	18
1.3.6. Fósforo	19
1.3.7. Clorofila a.....	20
1.3.8. Índice de estado trófico (IET).....	21
1.3.9. Índice trófico (TRIX).....	22
1.4. ÁREA DE ESTUDO.....	22
1.4.1. Solos.....	23
1.4.2. Vegetação	23
1.4.3. Hidrografia	24
1.4.4. Clima.....	24
1.4.5. Topografia	24
1.4.6. Geologia	24
1.5. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
REFERÊNCIAS	28
CAPÍTULO 2	33
EUTROFIZAÇÃO E QUALIDADE DA ÁGUA NO ESTUÁRIO DA REGIÃO NORTE DO BRASIL (CURUÇÁ – PA, BRASIL).....	33
2.1. INTRODUÇÃO	34
2.2.ÁREA DE ESTUDO.....	35
2.3. MATERIAL E MÉTODOS.....	36
2.4. COMPORTAMENTO DO FURO DO MURIÁ.....	39
2.4.1. Processos físicos.....	39

2.4.2. Processos hidrológicos	40
2.4.3. Índice de Estado trófico (IET)	41
2.4.4. Índice (TRIX).....	43
2.4.5. Análises de Componentes Principais	44
2.5. CONCLUSÕES	48
2.6. AGRADECIMENTOS	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
CAPÍTULO 3	53
DINÂMICA SAZONAL DE NUTRIENTES EM ESTUÁRIO AMAZÔNICO	53
3.1. INTRODUÇÃO	54
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	55
3.3. RESULTADOS.....	57
3.4. DISCUSSÃO	60
3.5. CONCLUSÕES	62
3.6. AGRADECIMENTOS	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
ANEXOS.....	65
ANEXO 1	65
ANEXO 2.....	73

CAPÍTULO 1

1.1. INTRODUÇÃO

O constante crescimento da demanda de água implica na necessidade de aumentar a disponibilidade deste recurso para atender os seus múltiplos usos. Em contraposição, acarreta uma série de impactos nos ecossistemas naturais decorrentes da transformação de ambientes lóticos e lênticos, provocando alterações no comportamento natural e na qualidade hídrica dos rios e córregos represados (VON SPERLING, 2005).

Pimenta et al. (2012) citam que alguns exemplos destas alterações são: diminuição do fluxo de água, aumento da taxa de sedimentação, aumento do tempo de residência da água, estratificação térmica e diminuição das concentrações de oxigênio dissolvido, dentre outros.

Nesse cenário preocupado com a qualidade da água, o Brasil se faz presente já que possui uma grande extensão geográfica, e o estado do Pará é o segundo maior em extensão. O sistema hidrográfico composto pelos rios da Amazônia é de vital importância para garantir a biodiversidade aquática, a vida econômica e social da região Norte (IBGE, 2012).

O litoral do estado do Pará possui o seu sistema hidrográfico e suas áreas de produção pesqueira distribuída nos 98.292 km² de águas interiores; 70.000 km² de plataforma continental; 67.972 km² de área oceânica e 562 km² de linha de costa (IBGE, 2012).

Dentre os vários recursos hídricos altamente energéticos destaca-se o estuário do Muriá de grande importância no município de Curuçá, formado por rios como Curuçá, Mocajuba e outros tributários. Possui grande extensão entre as margens, em grande parte do seu trecho, atravessando os povoados conhecidos como Curuperé, Vila Ramos, Pacamorema. Recebe vários afluentes, sendo os da margem esquerda, o furo do Muriá, o de maior importância pela sua dimensão espacial, grande fluxo de embarcações artesanais e industriais com destaque no desembarque pesqueiro (FIGUEIREDO et al., 2009). Logo a preocupação com a degradação deste ambiente aquático tem crescido no meio científico, sendo necessário incrementar os estudos e ampliar os conhecimentos sobre o assunto.

A fim de reduzir estes impactos nos ambientes estuarinos, países como China, Índia, Brasil, Rússia, Estados Unidos e Austrália (Santiago et al., 2010; Aleksandrov, 2010; De et al., 2011 e Cheng et al., 2012) estão adotando progressivamente medidas para avaliar o estado trófico e obter conhecimentos que permitem descrever as relações bióticas e abióticas desse ecossistema (Greening e Janicki, 2006; Farage et al., 2010). Medidas como índices com menor necessidade de variáveis para identificar alterações ocorridas e suas prováveis origens, Índice

de Estado Trófico – IET (CARLSON, 1977) e Índice Trófico - TRIX (VOLLENWEIDER et al., 1998), além de uso de caracterização e descrição estatísticas, usado para estudar relações não lineares levando em consideração as características da distribuição espacial de parâmetros limnológicos.

Dentro deste contexto avaliou-se a qualidade da água no Furo do Muriá, Curuçá (Pará, Brasil), através do Índice de Estado Trófico (IET) e o Índice Trófico (TRIX) para identificar alterações ocorridas e suas prováveis origens. Caracterização estatísticas, para determinar distribuição espacial e temporal, considerando a variação de maré.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo geral

- Avaliar o índice de estado trófico e a sazonalidade nas águas do Furo do Muriá.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar e comparar os índices de estado trófico (IET) e trófico (TRIX) das águas do Furo do Muriá.
- Avaliar a distribuição sazonal da salinidade, temperatura, pH, oxigênio dissolvido, fosfato e clorofila *a* no Furo do Muriá.
- Avaliar a influência da maré na distribuição da salinidade, temperatura, pH, oxigênio dissolvido, fosfato e clorofila *a* no Furo do Muriá.

1.3. REVISÃO DA LITERATURA

1.3.1. Estuário

Historicamente, as características que definem o estuário, bem como sua delimitação espacial, dependem basicamente, de fatores geomorfológicos e hidrodinâmicos, logo confirma a importância de reunir informações das propriedades, movimentação e mistura das águas.

Estuário é uma zona de transição ecológica que desempenha importante função de ligação e trocas genéticas entre os ecossistemas terrestres e marinhos, fato que classifica como um ambiente complexo, diversificado e de extrema importância para a sustentação da vida no mar (ESCHRIQUE, 2007).

Em condições naturais, os estuários são biologicamente mais produtivos do que rios e a região costeira adjacente, pois apresentam altas concentrações de nutrientes que estimulam a produção primária (MIRANDA et al., 2002).

Os estuários atuam como área de alimentação, berçário, habitat, refúgio e reprodução para diversas espécies de importância ecológica e econômica, bem como consistem em um dos principais meios de subsistência para populações costeiras e ribeirinhas (FIGUEIREDO et al., 2007; BASTOS, 2011). Por apresentarem alto dinamismo e sofrerem constantes modificações (ESKINAZI-SANT'ANNA, TUNDISI, 1996), a caracterização hidrodinâmica de um estuário é fundamental para o entendimento dos processos geológicos, químicos, físicos e biológicos, que fornecem bases para conservação e uso sustentável destes ambientes (D'AQUINO et al., 2011).

Os estuários estão sujeitos a intensas forças físicas, como oscilação da maré e descarga de água doce. As interações entre processos físicos e biológicos, podem frequentemente produzir grande variabilidade temporal e espacial definindo a composição de comunidades biológicas, a natureza e a intensidade dos processos biogeoquímicos (SOUZA et al., 2009).

As zonas estuarinas mesmo em uma menor proporção na superfície da terra são áreas muito importantes, também para história de desenvolvimento humano já que essas áreas são os principais centros, no qual a humanidade se desenvolve (RAMOS, 2007).

No entanto, essas áreas recebem grande carga de esgotos domésticos e industriais. Isto adiciona ao sistema grande quantidade de matéria orgânica - MO e nutrientes dissolvidos que acelera o processo de eutrofização. Os manguezais também contribuem com uma carga adicional de MO, cuja decomposição tem algum efeito na eutrofização. De forma inversa, os processos biogeoquímicos que ocorrem dentro dos manguezais fazem com que essas áreas

atuem absorvendo o excesso de nutrientes, reduzindo os impactos antropogênicos (MACHIWA, 1998; SOUZA, 1999; SOUZA et al., 2009).

A complexidade da zona costeira e sua consequente vulnerabilidade ao desenvolvimento gerado pelo ser humano já foi demonstrada por vários pesquisadores em inúmeros estuários (FEITOSA et al., 2014).

Gonçalves (2003) estudou a qualidade da água do Arroio Lino em uma microbacia de Agudo (RS), verificou que nas coletas realizadas em dias normais (vazão de base), os teores médios de fósforo solúvel e total foram de 0,09 e 0,17 mg. L⁻¹, respectivamente. Esses resultados demonstram que as transferências de fósforo nos fluxos superficiais dos rios são contínuas. Porém, é durante os eventos pluviométricos que elas são mais expressivas (MCDOWELL et al., 2001).

As atividades de ocupação dos espaços rurais próximos a estuários, abertura de estradas, construção de instalações e criação de animais são algumas ações antrópicas que promovem alterações significativas na dinâmica dos fluxos superficiais e sub-superficiais da água em bacias hidrográficas e estuários (BIGARELLA, 2003).

1.3.2. Temperatura, salinidade e pH

A temperatura é um parâmetro fundamental para caracterização dos estuários, varia verticalmente e horizontalmente na coluna d'água e controla a distribuição de organismos, agindo como fator limitante na reprodução e desenvolvimento dos seres vivos.

A temperatura é uma das características mais importante do meio aquático, pois caracteriza grande parte dos outros parâmetros físicos da água tais como a densidade, viscosidade, pressão de vapor e solubilidade dos gases dissolvidos (TUCCI, 2004).

A elevação de temperatura ocasiona alterações, como aumento da taxa das reações químicas e biológicas que se desenvolvem na faixa usual de temperatura, funcionando, portanto, como um catalisador; diminui a solubilidade dos gases; aumenta a taxa de transferência para a coluna da água, de gases produzidos na camada sedimentar e dissolvidos na água intersticial aos sedimentos. A temperatura pode variar em função de fontes naturais - energia solar e fontes antropogênicas - despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas e outros (SPERLING, 2007).

A salinidade é controlada pelos índices de evaporação e pluviometria. Assim como a temperatura, a salinidade é um fator fundamental no metabolismo, distribuição e age como fator limitante da ocorrência da fauna e flora nos estuários (TELESH & KHLEBOVICH, 2010). Na região amazônica a salinidade das águas estuarinas é baixa, devido aos altos índices

pluviométricos e alta vazão dos seus rios caudalosos, e mesmo nos meses de pouca chuva, a drenagem de rios é abastecida com as águas dos aquíferos livres (mais superficiais) reservas que são depositadas durante o período chuvoso, diluindo assim a salinidade proveniente da penetração das águas marinhas (McLUSKY & ELLIOTT, (2007). Essas águas dos aquíferos servem como amortecedor de aumento excessivo da salinidade e dominância do oceano sobre a pluma estuarina (TAGLIAPIETRA, SIGOVINI & GHIRARDINI, 2009).

Segundo Feitosa et al. (1999), a salinidade é importante, pois determina as zonas de desenvolvimento e de colonização dos organismos nos estuários. Seu comportamento oscila em função da maré e da vazão dos rios, e os organismos que habitam estas áreas precisam estar adaptados às periódicas mudanças salinas. Além de servir para delimitar os limites do estuário, estes autores acrescentam que a salinidade influencia na distribuição dos organismos, podendo ser considerada como uma barreira ecológica para as espécies conhecidas como estenoalinas.

O potencial hidrogeniônico (pH) nos estuários sofre interferência das marés, atividade fotossintética, respiração dos organismos, e disponibilidade dos compostos orgânicos e inorgânicos no meio aquático. O pH controla ainda o metabolismo, distribuição e age como fator limitante na fauna estuarina (PROTAZIO et al., 2004).

McNeely et al., (1979) afirmam que o pH é um fator importante na análise de água, quanto a determinação das espécies químicas dominantes, alteração da disponibilidade dos nutrientes dissolvidos e o grau de toxicidade de muitos elementos traços em ambiente aquáticos.

1.3.3. Condutividade Elétrica (CE)

A Condutividade Elétrica segundo Santos (1997) é controlada pelo tipo de rocha onde está implantada a bacia fluvial. Constitui uma das variáveis mais importantes para o ambiente aquático, visto que pode fornecer importantes informações sobre o metabolismo aquático, como fenômenos importantes que ocorram na sua bacia.

A CE é uma expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica, sendo esta, função das concentrações iônicas presentes na água e da temperatura (CETESB, 2007).

A condutividade elétrica nos estuários amazônicos é considerada baixa devido ao alto índice pluviométrico, grande vazão do rio e em períodos menos chuvosos o abastecimento das águas dos rios pelos aquíferos (PROTAZIO et al. 2004).

1.3.4. Oxigênio Dissolvido (OD)

Segundo Macêdo et al. (2000) as maiores concentrações de oxigênio dissolvido são obtidas nas áreas de maior influência salina, influenciados pelos ciclos de marés, taxas de

fotossíntese e respiração. As águas com baixos teores de oxigênio dissolvido indicam presença de sólidos, pois a decomposição da matéria orgânica pelas bactérias aeróbias é acompanhada pelo consumo do oxigênio dissolvido da água (VASCONCELOS; SOUZA, 2011).

Santos (2000) relacionou o decréscimo na concentração de OD à influência da descarga fluvial, que transporta elevadas concentrações de matéria orgânica tanto particulada como dissolvida, o que ocasiona intensos processos de decomposição por oxidação.

Autores como Melack e Fisher (1983); Esteves (1998) e Alves (2010) propõem que o OD encontrado nas águas dos estuários amazônicos é oriundo de trocas gasosas com a atmosfera. Esta atribuição a respeito das águas dos estuários amazônicos toma força, pois a quantidade da MOP e MOD somados com a presença de altas concentrações de material particulado suspenso (MPS) presentes na água contribui negativamente na disponibilidade do OD. Nesta condição, o MPS limita-se a penetração da luz nas primeiras camadas de água, logo a produtividade algal concentra-se a uma área muito pequena na lâmina d'água, conseqüentemente deduz-se que a produtividade primária não seja a principal fonte de OD nas águas dos estuários amazônicos.

1.3.5. Nitrogênio

Um dos elementos mais importantes no metabolismo dos organismos produtores é o nitrogênio, pois participa na formação da proteína, componente básico da biomassa. Por isso pode atuar como fator limitante na produção primária (ESTEVES 2011). Ainda de acordo Esteves (2011) o nitrogênio inorgânico dissolvido (NID) nos estuários é representado por três principais espécies: amônia (NH_4^+), nitrito (NO_2) e nitrato (NO_3), sendo este último é a forma mais estável e mais abundante no meio aquático.

Segundo Melo (1998) o nitrogênio orgânico dissolvido é dominante em ambientes tropicais, nos estuários origina-se como resultado do fluxo terrestre, do aporte antropogênico, da produção biológica (nitrogênio particulado) ou provenientes da decomposição da MO.

O ciclo biogeoquímico do nitrogênio por convenção inicia-se com a fixação do N_2 atmosférico por bactérias que através de seu metabolismo utilizam o nitrogênio atmosférico, fixando – o em sua composição e quando morrem, distribui ao ambiente o nitrogênio que se torna disponível a outros organismos produtores da cadeia (LIBES, 1992).

Uma pequena fração de N dos produtores entra no ciclo endogênico quando a matéria orgânica é depositada em bacias sedimentares e finalmente soterrado e incorporado às rochas sedimentares e pela diagênese, que posteriormente torna-se disponível através da alta dinâmica dos estuários. Além disso, o N pode estar presente em rochas sedimentares na forma de NH_4^+ ,

onde substitui o K^+ nas argilas e micas liberando potássio ao sistema. A concentração de N nas rochas sedimentares está em torno de 200 a 4000 ppm, resultante principalmente da presença de MO que são constantemente depositadas pelo sistema fluvial de drenagem (MELO, 2002).

Segundo Braga (1989) o fluxo e retorno do N da biosfera para a atmosfera ocorrem durante a decomposição da MO feita por diversos gêneros de bactérias, que liberam NH_3 (muito volátil). Fazendo que este composto trafegue pela atmosfera. Na atmosfera o NH_3 é rapidamente hidrolisado a NH_4^+ sendo posteriormente removido da atmosfera para o continente ou oceano, através de precipitações de chuvas ou neve. O NH_4^+ uma vez no solo ou sedimentos pode ser convertido para NO_2^- e NO_3^- pelas bactérias nitrificadoras ou ainda ser assimilado pelos produtores da cadeia trófica.

1.3.6. Fósforo

O fósforo é um elemento químico essencial à vida aquática e ao crescimento de microrganismos, é um elemento químico que participa estruturalmente de moléculas fundamentais do metabolismo celular (fosfolipídios, coenzimas e ácidos nucléicos). Segundo Esteves (2011), o fosfato presente em ecossistemas aquáticos tem origem de fontes naturais (rochas da bacia de drenagem, guano de aves e decomposição da matéria orgânica) e artificiais (fertilizantes agrícolas, esgotos domésticos e industriais).

Como o nitrogênio, o fósforo é encontrado nos estuários em forma dissolvida e particulada e em espécies orgânicas e inorgânicas, sendo o fósforo total a soma das formas dissolvidas e particuladas (PARIZOTTO, 2009).

A forma dissolvida é a forma biodisponível e consiste do ortofosfato ($H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} , PO_4^{3-}) e fósforo orgânico. O fósforo particulado, que pode estar em suspensão na água ou no sedimento, encontra-se incorporado à estrutura de plantas e animais aquáticos, fósforo mineral (apatita) e fosfato adsorvido em minerais como óxidos e hidróxidos de ferro (Gomes et. al., 2008). Existem divergências na literatura em relação às formas de fosfato que ocorrem na natureza, uma vez que para uma mesma espécie química a solubilidade e a adsorção variam em função de parâmetros como cátion associado e o pH do meio, entre outros. Na tabela 1 são apresentadas algumas das diferentes formas de fosfato que ocorrem na natureza, tanto em ambientes aquáticos como terrestres.

Tabela 1: Principais formas de fosfato existentes nos ecossistemas, classificadas quanto à sua natureza química e solubilidade.

Fosfato	Formas solúveis	Formas insolúveis
Inorgânico	$H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} , PO_4^{3-} ,	Complexo fosfato-argila

	Ortofosfatos	
	$\text{Fe}_2(\text{HPO}_4)_3$ monohidrogênio fosfato férrico	Complexo metal-hidróxido
	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ dihidrogênio fosfato de cálcio	Minerais, ex. apatita $\text{Ca}_{10}(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_6$
Orgânico	Compostos orgânicos dissolvidos	Fósforo complexado à matéria orgânica

Fonte: Gomes et al. (2000).

Os esgotos domésticos são conhecidos como uma das principais fontes de fósforo, particulado ou dissolvido, para zonas costeiras. Sua introdução excessiva no meio aquático pode estimular o crescimento de organismos fotossintetizantes, chegando a desencadear florações indesejáveis e oportunistas que podem diminuir a disponibilidade de oxigênio (ficando restrito à camada superficial) e à biodiversidade do ecossistema aquático (BAUMGARTEN & POZZA, 2001).

Dentre os nutrientes, o fósforo apresenta uma característica diferenciada nos processos de introdução e remoção na coluna d'água. A adsorção e desorção do fosfato da superfície dos sedimentos finos é um mecanismo de regulação das concentrações de fósforo dissolvido nos rios e estuários (FROELICH, 1988 apud PASTUSZAK, 2005). O domínio de um ou outro processo depende de fatores físicos e químicos, tais como o fluxo de entrada do nutriente, a turbidez, a camada de oxirredução, o tempo de residência e a ocorrência de estratificação na coluna d'água (GRELOWSKI et al., 2000).

1.3.7. Clorofila *a*

A clorofila *a* é um tipo de pigmento encontrado em parte dos cloroplastos nas células vegetais que captam seletivamente fótons de comprimento de onda definidos e utilizam essa energia para desencadear o processo fotossintético.

As concentrações de clorofila *a* têm sido medidas em ecossistemas aquáticos, pois permitem a abordagem sobre a ocorrência de microorganismos fitoplanctônicos que fornecem informações úteis sobre a qualidade da água, principalmente em processos de eutrofização. A determinação da clorofila *a* nas águas pode avaliar a capacidade de reoxigenação no corpo d'água e também a sua população de algas (ESTEVES, 2011).

As concentrações de nutrientes junto com os indicadores de biomassa vegetal (concentração de clorofila a) definem o estado trófico de um ecossistema, classificando-o como reduzido (oligotrófico), médio (mesotrófico), elevado (eutrófico) e muito elevado (hipertrófico) (SOUZA, 2009).

As consequências de eventos perturbadores em relação aos parâmetros de qualidade da água do estuário são, na maioria das vezes, difícil de quantificar no espaço, por causa da variabilidade desses ecossistemas (WITHERS et al., 2008). Soma-se a isso que o tempo de residência da água no interior do estuário é simultaneamente a causa da sua produtividade e da sua fragilidade, podendo ser da ordem de semanas a meses. Esse tempo permite que a matéria particulada se deposite no fundo e que haja o consumo de grande parte dos nutrientes tanto carreados pelo rio ou provenientes da mineralização da matéria orgânica (PEREIRA, 2006).

1.3.8. Índice de estado trófico (IET)

Índices de estado trófico são esquemas simplificados de classificação, onde cada classe representa uma faixa de variação dos valores de determinado parâmetro. As classificações seguem o sentido de categorias, do menos nutrido para o mais nutrido.

Determinar o estado trófico é uma ação fundamental para obtenção de informações sobre um curso de água, pois o seu conhecimento permite descrever as relações bióticas e abióticas desse ecossistema (FARAGE et al., 2010).

A avaliação do estado trófico da qualidade da água é muito importante para o manejo sustentável dos recursos hídricos, e os índices utilizados, denominados índices de estado trófico (IET) foram desenvolvidos com o intuito de possibilitar a classificação das águas de corpos hídricos, facilitando, assim, informações, aos agentes de tomada de decisão e ao público, relativas ao estado ou à natureza na qual se encontram tais sistemas (OLIVEIRA et al., 2007).

O conceito de estado trófico é multidimensional, envolvendo aspectos de carga e transporte de nutrientes, concentração de nutrientes, produtividade e quantidade e qualidade da biota. Baseado nesse conceito foram estabelecidos índices multiparamétricos, os quais apresentaram limitada utilização em decorrência do grande número de variáveis envolvidas para seu cálculo. (FIA et al., 2009).

Na busca para solucionar este problema foram desenvolvidos índices com menor necessidade de variáveis, os quais resultaram na dificuldade da definição das variáveis a serem utilizadas. Carlson (1977) desenvolveu um índice de estado trófico - IET baseado em equações que utilizam variáveis limnológicas, o qual passou a ser amplamente utilizado no monitoramento da qualidade da água em virtude da facilidade de aplicação e obtenção das

variáveis de entrada no modelo.

O IET introduzido por Carlson (1977), modificado por Toledo Jr. et al. (1990), é baseado em informações relativas à biomassa fitoplanctônica presente em um determinado corpo de água, adotando-se as variáveis clorofila a transparência (disco de Secchi) e fósforo total.

1.3.9. Índice trófico (TRIX)

A maioria dos índices tróficos mencionados na literatura (NAUMANN, 1932; ABERG & RODHE, 1942; SAWYER, 1947; ELSTER, 1962; VOLLENWEIDER, 1968; CARLSON, 1977; HILLBRICHT-ILKOWSKA, 1984; SCHRÖDER, 1991) foi desenvolvida em lagos, e, portanto, possuem restrições quanto a sua aplicação em águas marinhas e estuarinas, já que os lagos são limitados em tamanho e volume, e, por isso, relativamente bem definidos. Portanto, os índices abordados nos trabalhos citados são inadequados para os ambientes marinho e estuarino, pois nessas áreas, podem atuar correntes costeiras, ondas, marés, ressurgência e condições meteorológicas, como ventos mais intensos, que modificam continuamente as condições químicas, físicas e biológicas desses ecossistemas, em uma escala temporal curta.

A fim de se aplicar um índice trófico que fosse representativo para águas costeiras e estuarinas, Vollenweider et al., (1998) utilizou parâmetros que englobassem os principais fatores de produtividade e os fatores nutricionais e que os parâmetros fossem uma medida usual nas pesquisas. Para tanto, esses autores utilizaram clorofila a ($\mu\text{g/L}$) e oxigênio dissolvido na água como desvio absoluto da saturação (aD%O), como parâmetros de produtividade e fósforo total ($\mu\text{g/L}$) e nitrogênio total ($\mu\text{g/L}$), como fatores nutricionais. Vale mencionar que os fatores nutricionais são selecionados conforme a disponibilidade do estudo, sendo que uma ordem de prioridade na utilização dos mesmos é: nitrogênio total e fósforo total (1); nitrogênio inorgânico dissolvido (NID) e fósforo total (2); nitrogênio inorgânico dissolvido (NID) e fósforo inorgânico dissolvido (FID) (3); nitrogênio total e fósforo inorgânico dissolvido (FID) (4) (VOLLENWEIDER et al., 1998). Neste trabalho foi utilizada a segunda ordem de prioridade (NID e fósforo total).

1.4. ÁREA DE ESTUDO

O município de Curuçá (Figura 2) pertence à Mesorregião do Nordeste Paraense e à Microrregião do Salgado. Encontra-se nas coordenadas geográficas: 00° 43' 48" de latitude Sul e 47° 51' 06" de longitude a Oeste de Greenwich. Os limites de Curuçá são: ao Norte com o Oceano Atlântico; a Leste, o município de Marapanim; ao Sul o município de Terra Alta; e a

Oeste, o município de São Caetano de Odivelas e São João da Ponta (FIGUEIREDO; FURTADO; CASTRO, 2009. PARÁ, 2014). A 140 km da capital Belém, e o acesso à cidade de Curuçá se dá pela rodovia Br-316 até Castanhal e depois pela PA-136 (PARÁ, 2014).

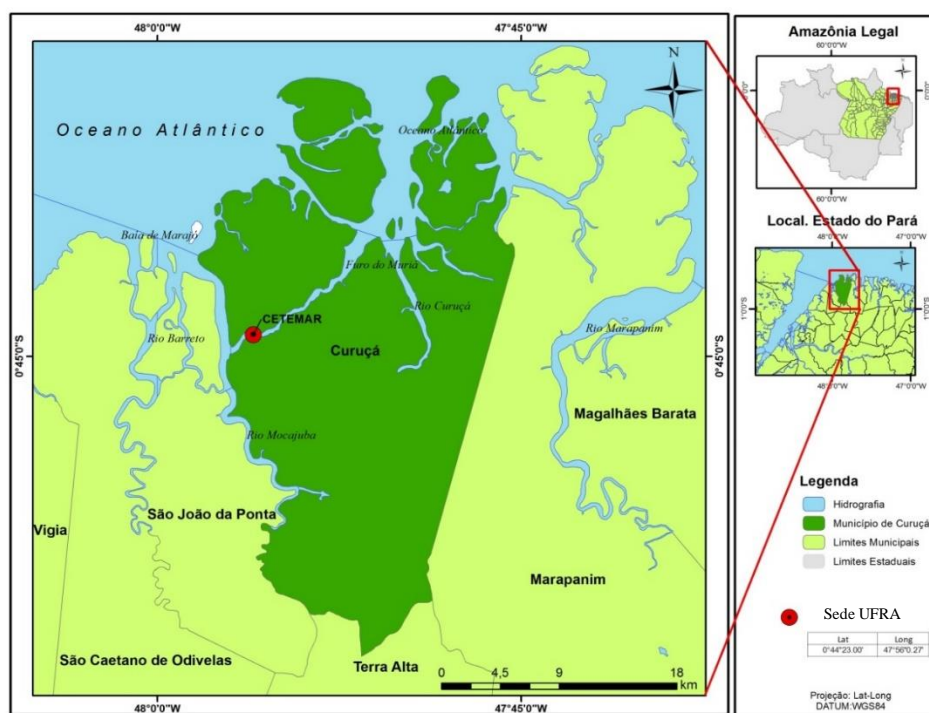


Figura 1: Mapa de Localização do Município de Curuçá-PA.
Fonte: Souza, 2016, modificado pela autora.

1.4.1. Solos

As características do solo do município de Curuçá são predominantemente de solo latossolo amarelo, textura média, Concrecionário Laterítico e solos indiscriminados de mangue (FURTADO et al., 2003).

1.4.2. Vegetação

A cobertura vegetal original, formada pela Floresta Primitiva, foi removida em consequência dos desmatamentos, ocorridos de forma intensiva e extensiva, para o plantio de espécies agrícolas de subsistência. Por causa disso, atualmente, o predomínio da cobertura florestal do Município é formado por Florestas Secundárias (FIGUEIREDO; FURTADO; CASTRO, 2009). É importante, também, a presença das Florestas de manguezais, que ocupam as porções litorâneas e semi-litorâneas, onde existe a influência da salinidade da água do mar (LIMA et al., 2014).

1.4.3. Hidrografia

O Furo do Muriá é formado pelo rio Mocajuba e corre na direção Sudeste-Noroeste formando meandros, para depois tomar a direção Norte, até desembocar no Oceano Atlântico, com influência do igarapé Pimenta e outros tributários menores, servindo de limite natural e a oeste entre os municípios de Curuçá e São Caetano de Odivelas (SOUZA, 2010). Apresenta-se largo, em grande parte de seu trecho são encontrados povoados conhecidos como Nazaré do Mocajuba e Murajá, recebe vários afluentes sendo os da margem direita os de maior importância para o município, como o rio Ticoja, Candeuca e o furo Maripanema ou Muriá (PARÁ, 2014), que banha a localidade de Beira Bar.

1.4.4. Clima

O clima do Município insere-se na categoria equatorial Amazônico, do tipo Am da classificação de Köppen. Caracteriza-se pelas temperaturas elevadas, com média de 27° C, pequena amplitude térmica, e precipitações abundantes que ultrapassam os 2.000 mm anuais, sendo os meses mais chuvosos de janeiro a junho, e menos chuvosos, de julho a dezembro (PARÁ, 2014).

1.4.5. Topografia

A baixa altitude apresentada no Município condiz com a inexistência de acidentes topográficos expressivos, dada a altitude média de 5 a 15 metros na área e com sua cota mais elevada de 63 metros no centro do Município (LIMA et al., 2014).

1.4.6. Geologia

A geologia do município de Curuçá apresenta-se, em grande parte, formada pelos sedimentos da Formação Barreiras de idade Terciária, principalmente constituindo as partes mais internas de seu território e pelos sedimentos Inconsolidados datados do Quaternário Atual e Subatual, localizados na zona litorânea. Da referida estrutura resulta a pobreza morfológica, que inclui as áreas de planícies de inundações, terraços e esporádicos restos de tabuleiros, inseridos em duas unidades morfoestruturais do relevo regional: Planalto Rebaixado da Amazônia (da Zona Bragantina) e Litoral de “Rias”.

1.5. MATERIAL E MÉTODOS

As coletas de águas foram realizadas em 21 pontos distribuídos ao longo do Furo do Muriá (Curuçá-PA) (Figura 2), nos meses de janeiro, fevereiro, março, maio, junho, julho, setembro, outubro e novembro de 2015 (tabela 2), durante a maré vazante e maré enchente, apenas na camada superficial da água.

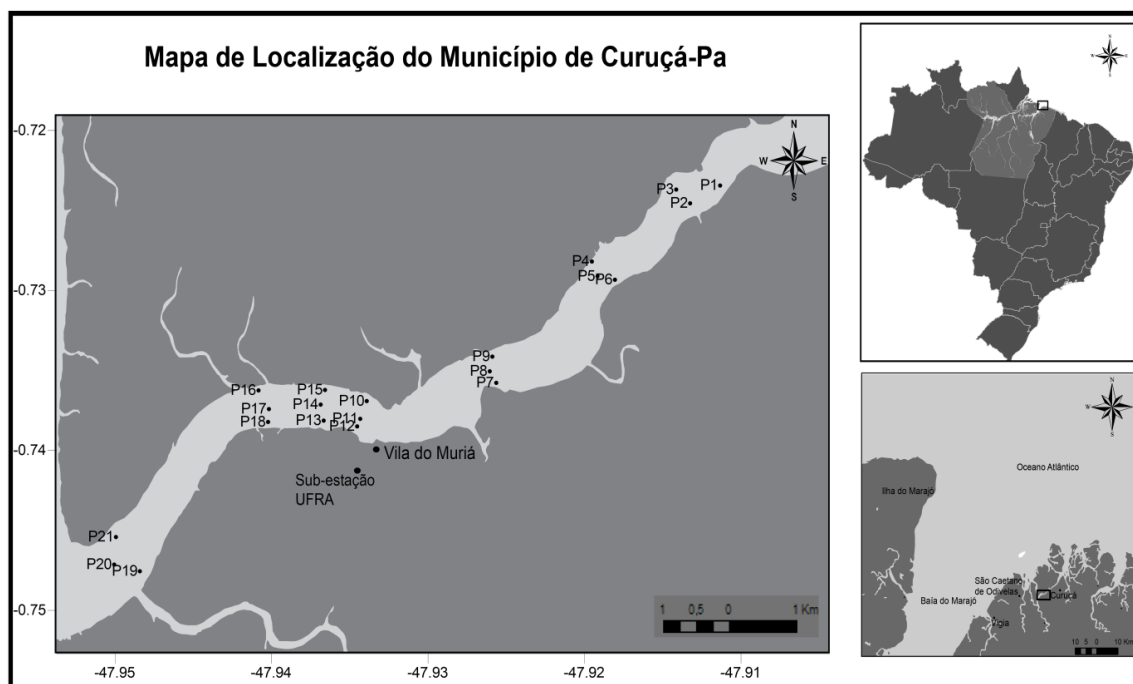


Figura 2: Mapa de localização da região e pontos de coleta, no Furo do Muriá, Curuçá – PA.

Fonte: Autora.

Tabela 2: Total de amostras e de análises.

MESES DE COLETA	MARÉ	TOTAL DE AMOSTRAS	TOTAL DE ANÁLISES
Janeiro	Enchente e vazante	42	252
Fevereiro	Enchente e vazante	42	252
Março	Enchente e vazante	42	252
Maio	Enchente e vazante	42	252
Junho	Enchente e vazante	42	252
Julho	Enchente e vazante	42	252
Setembro	Enchente e vazante	42	252
Outubro	Enchente e vazante	42	252
Novembro	Enchente e vazante	42	252
TOTAL		378	2.268

Fonte: Autora.

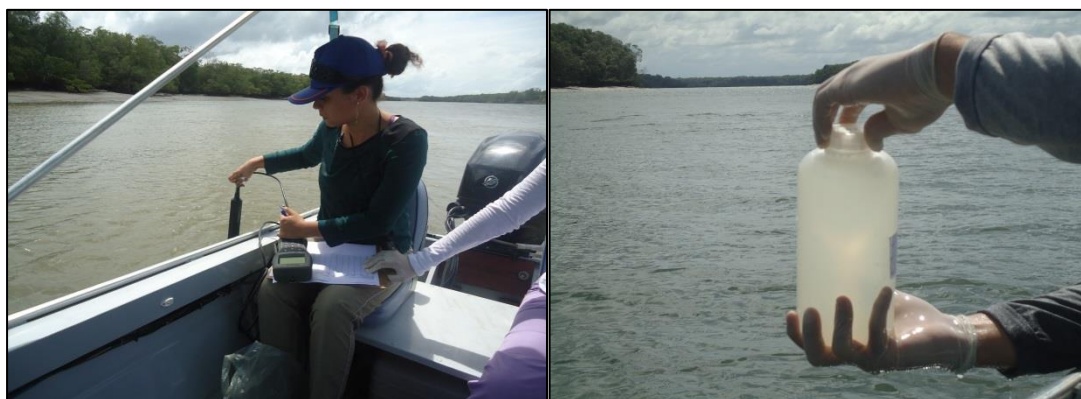
No momento da coleta foram obtidos os dados de temperatura, pH, salinidade, com a utilização de uma sonda multiparamétrica da marca HANNA (Figura 3a).

A coleta de dados de maré baseou-se na medição direta da variação da amplitude das marés, e foi realizada com o auxílio de uma régua graduada de 5m instalada em pontos fixos de observação maregráfica. Neste local foi feita medição das alturas de maré em intervalos de 15 minutos durante um ciclo de maré, para se observar o comportamento da maré durante o período de coleta de dados.

Para as demais análises, as amostras de água foram encaminhadas para o Laboratório de Química Ambiental (LQA), na Universidade Federal Rural da Amazônia. As metodologias empregadas encontram-se descritas na tabela 3.

Para determinação da clorofila-*a* ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$), as amostras foram coletadas na superfície da água em recipientes plásticos de 1 litro (figura 3b), sendo determinada por espectrofotometria, e calculada pela fórmula de Strickland e Parsons (1963), descrito detalhadamente por Teixeira (1973).

Figura 3: a) Coleta de dados de temperatura, pH, salinidade com sonda HANNA; 3b) Coleta de água superficial para determinação de clorofila *a*.



Fonte: Autora.

Tabela 3: Parâmetros analisados e a metodologia utilizada

Parâmetros	Metodologia
Temperatura; salinidade; pH; Std; CE	Medidor de multiparâmetros da marca HANNA modelo HI9829.
Material em suspensão	Gravimetria (APHA, 1976).
OD	Winkler descrito em Strickland e Parsons (1972).
Fosfato	Amostra filtrada, descrito em GRASSHOF et al., (1983).
Fósforo Total	Amostra não filtrada, descrito em GRASSHOF et al., (1983).
Clorofila <i>a</i>	Strickland e Parsons (1963), descrito detalhadamente por Teixeira (1973).

O Índice do Estado Trófico – IET adotado foi o de Carlson (1977) descrito em Cetesb (2008), o cálculo foi baseado em:

$$\text{IET (CL)} = 10 \times (6 - ((-0,7 - 0,6 \times (\ln \text{CL})) / \ln 2)) - 20$$

$$\text{IET (PT)} = 10 \times (6 - ((0,42 - 0,36 \times (\ln \text{PT})) / \ln 2)) - 20.$$

Onde: PT: concentração de fósforo total medida à superfície da água, em $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$

CL: concentração de clorofila a medida à superfície da água, em mg.m⁻³;

ln: logaritmo natural.

O resultado é a média aritmética simples dos índices relativos ao fósforo total e a clorofila *a*, segundo a equação:

$$IET = [IET (PT) + IET (CL)] / 2$$

Para interpretação dos resultados, os valores obtidos foram classificados conforme os seguintes limites: (i) $IET \leq 47$: Ultraoligotrófico (baixo nível de eutrofização); (ii) $47 < IET \leq 52$: Oligotrófico (nível de eutrofização leve); (iii) $52 < IET \leq 59$: Mesotrófico (nível de eutrofização médio); (iv) $59 < IET \leq 63$: Eutrófico (nível de eutrofização moderado); (v) $63 < IET \leq 67$: Supereutrófico (nível de eutrofização elevado); (vi) $IET > 67$: Hipereutrófico (nível de eutrofização alto).

Com relação ao índice trófico TRIX (Trophic Index) segundo Vollenweider et al. (1998) não foram encontradas diferenças significativas entre a aplicação do índice usando NT e PT, NID e P-PO₄, NID e PT. Com isso, a utilização das frações dissolvidas já basta para obter um resultado considerável, já que está relacionado às concentrações totais desses nutrientes. O índice TRIX foi calculado com a seguinte equação:

$$TRIX = (\log_{10} [Chla \times (DO_2\%) \times DIN \times DIP] + k) / m$$

Onde: fatores que expressam diretamente a produtividade primária:

CL: concentração de clorofila a medida à superfície da água, em mg.m⁻³

Oxigênio como desvio absoluto (%) da saturação: $[\text{abs } |100 - \% O| = DO_2\%]$

Fatores nutricionais disponíveis:

nitrogênio inorgânico dissolvido N-[NO₃ + NO₂ + NH₃: NID= mN= mg.m⁻³ e

fósforo inorgânico dissolvido como P-PO₄ (DIP= PO₄: mg.m⁻³)

k e m são constantes com valores de 1,5 e 1,2 respectivamente.

A classificação utilizada é: (i) 0-4: baixo nível de eutrofização e de alta qualidade da água; (ii) > 4-5: médio nível de eutrofização e boa qualidade da água; (iii) > 5-6: alto nível de eutrofização e má qualidade da água; (iv) > 6-10: elevado nível de eutrofização e má qualidade da água.

Para a análise estatística dos dados foram utilizadas a estatística descritiva e análise de componentes principais.

REFERÊNCIAS

Åberg, B., & W. Rodhe. (1942). **On the environmental factors of some lakes in southern Sweden** (in German), vol. 5, 3, 256. Uppsala: Acta Universitatis Upsaliensis.

Aleksandrov, S. V. (2010). Biological production and eutrophication of Baltic sea estuarine ecosystems: the Curonian and Vistula Lagoons. **Mar Pollut. Bull.** 61. 205-210.

Alves, I. C. C. (2010). **Hidrologia e Biomassa Fitoplanctônica do Sistema Flúvio – Estuarino do Rio Ariri (Ilha do Marajó – PA)**. Dissertação, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 37-38, 41, 44, 51-52, 79 p.

Alves, I. C. C., EL-Robrini, M., Santos, M. DE L. S., Monteiro, S. DE M., BARbosa, L. P. F., Guimarães, J. T. F. (2012). Qualidade das águas superficiais e avaliação do estado trófico do Rio Arari (Ilha de Marajó, norte do Brasil). **Acta Amaz.v** ol.42 no.1 Manaus Mar.

American Public Health Association (APHA) (1989). Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington. 1193 p.

American Public Health Association - APHA. (1995). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Washington: Library of Congress.

Bastos, R. B. et al. (2011). Caracterização de uma zona costeira tropical (Ipojuca, Pernambuco - Brasil): produtividade fitoplanctônica e outras variáveis ambientais. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, Florianópolis, v. 15, n. 1, p. 01-10.

Baumgarten, M. G. Z; Rocha, J. M. B; Niencheski, L. F. H. (1996). **Manual de Análises de Oceanografia Química**. Rio Grande: Editora da FURG, 132p.

Bigarella, J. J. (2003). **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. v.3, Florianópolis: UFSC, 1436p.

Braga, E. S. (1989). **Estudo dos nutrientes dissolvidos nas águas da enseada das Palmas, Ilha Anchieta (Ubatuba, SP), com ênfase às formas nitrogenadas e contribuição por aportes terrestres e atmosféricos**. 207 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) - Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.

Camargo, M. E Isaac, V. J. (2003). Ictiofauna Estuarina. In: **Os Manguezais da Costa Norte Brasileira**. Fernandes, M. E (org.). Maranhão. Fundação Rio Bacanga. 142p.

Carlson, R.E. (1977). A trophic state index for lakes. **Limnology and Oceanography**, v.22, p.361-369.

Cheng, F., Song, X., Yu, Z., Liu, D. (2012). Historical records of eutrophication in Changjiang (Yangtze) river estuary and its adjacent East China sea. **Biogeosciences Discuss**. 9. 6261-6291.

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) (2008.). **Índices de qualidade das águas, critérios de avaliação da qualidade dos sedimentos e indicador de controle de fontes**. In: Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo, Série Relatórios. São Paulo: Secretaria de Estado de Meio Ambiente, 28 p. Apêndice B.

D'aquino, C. A. et al. F. (2011). Caracterização oceanográfica e do transporte de sedimentos em suspensão no estuário do Rio Mampituba, SC. **Rev. Bras. Geof.**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 217- 230.

Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), (2010). **Tábua das Marés**. Disponível em:<www/dhn.mar.mil.br> Acesso em: 20 de fevereiro.

De, T. K., De, M. Das. S., Chowdhury, C., Ray, R., Jana, T. K., (2011). Phytoplankton abundance in relation to cultural eutrophication at the land-ocean boundary of Sunderbans. NE Coast of Bay of Bengal. Índia. **J. Environ. Stud. Sci**. 1. 169-180.

Elster, H. J. (1962). Das limnologische Seetypensystem, Ruckblick und Ausblick. **Verh. Inter. Ver. Lmmol**. 13: 101- 120.

Eschrique, S. A. (2007). **Hidrogeoquímica do fósforo no Estuário do Jaguaribe (CE)**. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Ciências Marinas Tropicais do Instituto de Ciências do Mar. Fortaleza (CE).

- Eskinazi-Sant'anna, E. M.; Tundis, J. G., (1996). Zooplâncton do estuário do Pina (Recife-Pernambuco-Brasil): composição e distribuição temporal. **Revista Brasileira de Oceanografia**, São Paulo, v. 44, n. 1, p. 23-33.
- Esteves, F. A. (1998). **Fundamentos de Limnologia**. 2°. ed. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 88, 97-99, 223, 231, 255-156, 260, 602 p.
- Esteves, F. A. (2011). **Fundamentos de Limnologia**. 3°. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 602f.
- Farage, J. DE A. P., Matos, A. T. de., Silva, D. D. da., Borges, Alisson Carraro. (2010). Determinação do Índice de Estado Trófico para Fósforo em pontos do Rio Pomba. Engenharia na agricultura, viçosa - MG, **REVENG**, V.18 N.4.
- Feitosa, F. A. N.; Silva-Cunha, M. G. G.; Passavamente, J. Z. O.; Neumann-Leitão, S. & Lins, I. A. (1999). **Estrutura do microfitoplâncton no Sistema estuarino do rio Goiana, Pernambuco, Brasil**. Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco, p. 27, 15-25.
- Feitosa, F. A. N.; Montes, M. de J. F.; Melo, D. C. da M.; Santana, J. R. de.; Silva, L. M. da.; Filho, S. J. (2014) Condições ambientais do estuário do rio Timbó (Pernambuco-Brasil): biomassa fitoplanctônica e algumas variáveis ambientais. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 42, n. 2, p. 156-169.
- Fia, R.; Matos, A. T.; Coradi, P. C.; Pereira-Ramirez, O. (2009). Estado trófico da água na bacia hidrográfica da Lagoa Mirim, RS, Brasil. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 4, n. 1, p. 132-141. (doi:10.4136/ambi-agua.78).
- Figueiredo, J. A., (2007). **Evolução físico-química de águas do estuário do rio Timbó: um caso de reavaliação ambiental (1984-2003)**. Estudos Geol., Recife, v. 17, n.1, p. 85-104.
- Figueiredo, E. M; Furtado, L. G; Castro, E. R., (2009). **Trabalhadores da Pesca e a Reserva Extrativista Marinha Mãe Grande de Curuçá: Impactos socioambientais da rodovia PA-136**. Amazônia: Ci. & Desenv. Belém.
- Furtado, L. G. et al. (2003). **Diagnóstico etno-ecológico da Reserva Extrativista Marinha Mãe Grande, Curuçá, Zona do Salgado, estado do Pará**. Relatório de Pesquisa. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi,. Inédito.
- Gomes, M.A.F.; Souza, M.D. de; Boeira, R. C.; Toledo, L. G. (2000). **Nutrientes vegetais no meio ambiente: ciclos biogeoquímicos, fertilizantes e corretivos**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. 50 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 18).
- Gomes, M. A. F., Souza, M. D., Boeira, R. C., Toledo, L. G. (2008). **Nutrientes vegetais no meio ambiente: ciclos bioquímicos, fertilizantes e corretivos** – 2ed. rev. amp. – Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente.
- Gonçalves, C. S. (2003). **Qualidade de águas superficiais na microbacia hidrográfica do arroio Lino Nova Boêmia - Agudo** – RS., 114f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.
- Grasshoff, F.K., Enhardt, M.; Kremling, K., (1983). **Methods of seawater analysis**. 2 ed. Nova Iorque: Verlag Chemie. 419 p.
- Grelowski, A.; Pastuszek, M.; Sitek, S. L. & Witek, Z., (2000) **Budget calculations of nitrogen, phosphorus and BOD5 passing through the Oder estuary**. Journal of Marine Systems, Volume 25, Issues 3-4, July, Pages 221-237.

Greening, H.S., and Janicki, A., (2006). Toward reversal of eutrophic conditions in a subtropical estuary — Water quality and seagrass response to nitrogen loading reductions in Tampa Bay, Florida, USA: **Environmental Management**, v. 38, p. 163–178.

Hillbricht-Ilkowska, A. (1984). **The índices and parameters useful in the evaluation of water quality and the ecological state of temperate, lowland lakes connected with their eutrophication**. Pp. 55-69 in the Proceedings of the International Conference. “Conservation and Management of World Lake Environment”. Otsu Shiga, Japan, August 24-30.

IBGE. **Banco de dados online**. Cidades@ Curuçá - PA. (2012). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesar/painel/painel.php?codmun=150290>>. Acessado em: 05/06/2015.

Junk, Wolfgang J, Piedade, M. T. F. E Candotti, E. (2014). Água no Brasil. **Revista Ciência Hoje - CH** 315. Junho.

Lamparelli, M. C. (2004) “**Grau de trofia em corpos d’água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento**”. São Paulo: USP/ Departamento de Ecologia., 235 f. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo.

Libes, S. M. 1992. **Na introduction to marine biogeochemistry**. New York, John Wiley & Sons, 661-66, 689, 700, 709-734 p.

Lima, M. W.; Alves, M. A. M. S.; Santos, M. L. S.; Ribeiro, A. M.; Santos, E. T. & Nunes, D. M., (2014). **Bol. Téc. Cient. Cepnor**, v. 14, n. 1, p: 09 - 15.

Macêdo, S. J.; Flores-Montes, M. J.; Lins, I. C. Características Abióticas da Área, p. 7-25. In: Barros, H. M.; Eskinazileça, E.; Macêdo, S. J.; Lima, T. (Eds.) **Gerenciamento Participativo de Estuários e Manguezais**. Recife, Ed. Universitária da UFPE, 2000, 252p.

Machiwa, J.F. (1998). **Distribution and remineralization and of organic carbon in sediments of a mangrove stand partly contaminated with sewage waste**. *Ambio*, 27(8): 740-744.

McDowell, R. W.; Sharpley, A. N.; Condorn, L.M., (2001). Processes controlling soil phosphorus release to runoff and implications for agricultural management. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.59, p.269-284.

Mclusky, D.S., Elliott, M., (2007). **Transitional waters: a new approach, semantics or just muddying the waters?** *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 71, 359–363.

Mcneely, R. N., Neimanis, V. P. e Dwyer, L. (1979). A Guide to water quality parameters. *Water quality soucerbook*, Ottawa, in: land water directorate, **water quality Branch**, p. 89.

Melack, J. M. & Fisher, T. R. (1983). **Diel oxygen variations and their ecological implications in Amazon floodplain Lakes**. *Archiv Hydrobiology*, 98: 422-442 p.

Melo, O. T. (1998). **Comportamento biogeoquímico de nutrientes no estuário do Rio Bacanga – Ilha de São Luís**. Dissertação, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 118 p.

Melo, O. T. (2002). **Dinâmica de Nutrientes e da Matéria Orgânica no Manguezal do Igarapé Nunca Mais – Ilha de São Luis – MA**. Tese, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 43 p.

Miranda, L. B. de; Castro, B. M. de; Kjerfve, B., (2002). **Princípios de oceanografia física de estuários**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.

Naumann, E. (1932). *Grundzuge der regionalen Limnologie*. *Binnengewasser* 11: 1-176.

Oliveira, G.S.; Antunes, F.M.; Vaz, S.S.; Silva, A.M.; Rosa, A.H., (2007) **Parâmetros físico-químicos e balanço biogeoquímico de nutrientes inorgânicos na avaliação da qualidade da água do Rio Sorocaba – SP**. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 30, Águas de Lindóia. Anais... Águas de Lindóia: SBQ.

Pará, Governo do. Conheça o Pará - **Curuçá**. (2014). Disponível em: <www.governodopara.pa.gov.br/conhecaopara/vigia.asp> Acesso em: 20/ 04/ 2015.

Parizotto, B. A. D. M. (2009). **Qualidade da água e distribuição espacial de forminíferos bentônicos em estuários das Baías Norte e Sul da Ilha de Santa Catarina (Brasil)**. Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

Pereira, M. L. M., (2006). **Estudo da dinâmica das águas do canal da Barra – Barra da Lagoa – Florianópolis, SC**. Dissertação (Mestrado em Geografia), UFSC, Florianópolis, Santa Catarina.

Pimenta, A. M.; Albertoni, E. F.; Palma-Silva, C. (2012). **Characterization of water quality in a small hydropower plant reservoir in southern Brazil**. Lakes & Reservoirs: Research & Management, v. 17, p. 243–251. <http://dx.doi.org/10.1111/lre.12007>

Protazio, L.; Tanaka, S. M. C. N.; Cavalcante, P. R. S. (2004). Avaliação de procedimentos de extração sequencial de fósforo em sedimento. **Revista Analytica**, 8: 35-41.

Ramos, C. A. R. (2007). **Qualidade ambiental, Distribuição e Densidade do Mesozooplâncton do estuário de Guajará-miri, Vigia de Nazaré NE do Estado do Pará**. Universidade Federal Rural da Amazônia, Programa de pós-graduação em ciência animal, Belém.

Santiago, M. F., Cunha, M. G.G.S., Neumann-Leitão, S., Costa, K. M. P., Palmeira, G. C. B. P., Porto Neto, F. F., Nunes, E. S., (2010). Phytoplankton dynamics in a highly eutrofc estuary in tropical Brazil, **Braz. J. Oceanogr.** 58 (3), 189-205

Santos, M. T. P. (1997). **Avaliação Ambiental da matéria orgânica degrada nos canais de drenagem na região metropolitana de Belém (Pará)**. Dissertação, centro de geociências, Universidade Federal do Pará, Belém. 118p.

Santos, M. L. S. **Influência dos rios Amazonas e Pará sobre a biomassa fitoplanctônica**. 2000. 108 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia)-Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2000.

Santos, M. L. S.; Silva, A. C. **Estudo da temperatura, salinidade e massas d'água na plataforma continental do Amazonas e área oceânica adjacente**. In: Semana Nacional de Oceanografia, 13., 2000. Itajaí, SC. Anais... Itajaí, SC: [s. n.], 2000. p. 432- 434.

Sawyer M.A. (1947). The structure of the intertropical front over N.W. India during the S.W. Monsoon. **Quarterly journal of the royal meteorological society**. V 73:317-318.

Schröder, H. (1991). **Linguistic and Text-theoretical Research on Languages for Special Purposes**. A thematic and bibliographical guide. En H. Schröder (Ed.), Subject-oriented Texts. Languages for Special Purposes and Text Theory (pp. 1- 48). Berlín-New York: Walter de Gruyter.

Souza Sobrinho, R. J.; Bresolin, A. & Klein, R. M. (1999). **Os manguezais na Ilha de Santa Catarina**. *Insula*, (2): 1-21.

- Souza, M. F. L. de.; EÇA. G. F.; Silva, M. A. M.; Amorim, F. A. C.; Lôbo, I. P. (2009). **Distribuição de nutrientes dissolvidos e clorofila-*a* no Estuário do Rio Cachoeira, Nordeste do Brasil.** *Atlântica*, Rio Grande, 31(1):107-121. doi: 10.5088/atl..31.1.107.
- Souza, C. B. G., (2010). A Gestão dos recursos naturais na Amazônia: a reserva extrativista Mãe Grande de Curuçá-PA. **Revista Geografar**, Curitiba, v.5, n.1, p.83-104.
- Sperling, M.V. (2007). **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias**, volume 7, 588p.
- Strickland, J. D. H; Parsons, T. R. (1972). **A Practical Handbook of Seawater Analysis.** Bull. Fish. Res. Bd. Canada 767. 311p.
- Tagliapietra, D., Sigovini, M. and Volpi Ghirardini, A. (2009). **A review of terms and definitions to categorize estuaries, lagoons and associated environments.** *Marine and Freshwater Research* 60: 497–509
- Teixeira, C. (1973). **Introdução aos métodos para medir a produção primária do fitoplâncton marinho.** Bol. Inst. Oceanog. São Paulo, v. 22, p. 59-92.
- Telesh IV, Khlebovich VV. (2010). **Principal processes within the estuarine salinity gradient: a review.** *Mar Pollut Bull.*; 61:149–155
- Toledo, Jr. A.P. (1990). **Informe preliminar sobre os estudos para obtenção de um índice para avaliação simplificada do estado trófico de reservatórios de regiões quentes tropicais.** Relatório técnico. CETESB, São Paulo. Outubro. 11p.
- Tucci, C.E.M. (2004). (Organizador). **Hidrologia: Ciência e Aplicação.** 3ª edição, Porto Alegre, Editora da UFRGS/ABRH.
- Withers, P. J A; Jarvie, H. P. (2008). **Delivery and cycling of phosphorus in rivers: A review.** *Science Of The Total Environment.* p.379–395.
- Vasconcelos, V. M. M.; Souza, C. F. Caracterização dos parâmetros de qualidade da água do manancial Utinga, Belém, PA, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v.6, p.305-324, 2011.
- Vollenweider, R. A. (1968). **Scientific fundamentals of eutrophication of lakes and flowing waters, with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication,** Tech. Rep. DAS/CSI/68.27, OECD, Paris.
- Vollenweider, R. A.; Giovanardi, F.; Montanari, G.; Rinaldi, A. (1998). **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*, 9: 329-357.
- Von Sperling, M. (2005). **Introdução à qualidade das águas e o tratamento de esgotos.** 3ª Ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Engenharia e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais, 15-49 p.

CAPÍTULO 2

EUTROFIZAÇÃO E QUALIDADE DA ÁGUA NO ESTUÁRIO DA REGIÃO NORTE DO BRASIL (CURUÇÁ – PA, BRASIL)

MOURÃO et al. 2017

Artigo submetido para a revista *Estuarine, Coastal and Shelf Science*

Editores: D. Baird, D. J. Burdige, M. Elliott, T. Jennerjahn, S. Mitchell

ISSN: 0272 – 7714

WEBQUALIS: A2 na área de Zootecnia e Recursos Pesqueiros;

Fator de Impacto: 2,335

Situação: em avaliação

2.1. INTRODUÇÃO

Os estuários são ambientes aquáticos de transição ecológica que desempenha importante função de ligação e trocas genéticas entre os ecossistemas terrestres e marinhos, fato que classifica como um ambiente complexo, diversificado e de extrema importância para a sustentação da vida no mar (Anjos, 2009; Correia, 2015).

Em condições naturais os estuários são biologicamente produtivos, pois apresentam altas concentrações de nutrientes que estimulam a produção primária (Richi, 2010; Dias et al., 2013). São ambientes sujeitos a intensa oscilação física da maré e descarga de água doce que ocasionam grandes variabilidades temporal e espacial definindo a composição de comunidades

biológicas, a natureza e a intensidade dos processos biogeoquímicos (Mateus et al., 2008; Souza et al., 2009).

Nas últimas décadas os estuários foram afetados pelo rápido crescimento da população, despejos de esgotos domésticos, instalações de sistemas de cultivos que promoveram alterações significativas na dinâmica dos fluxos superficiais e sub-superficiais em suas águas (Elliott & Quintino, 2007; Richi, 2010). Essas ações antrópicas mais o tempo elevado de residência da água nas zonas úmidas, como os manguezais e as planícies de inundação, contribuem com uma carga adicional de matéria orgânica, cuja decomposição tem algum efeito no processo de eutrofização. Contudo, os processos biogeoquímicos que ocorrem dentro dos mangues fazem com que essas áreas atuem absorvendo o excesso de nutrientes nos estuários, permitindo em alguns casos reduzir os impactos antropogênicos (Souza et al.; 2009; Xu, 2013).

Com isso a qualidade ambiental dos estuários é de difícil previsão, em decorrência das várias interações as quais são submetidos e em consequência da complexidade do ambiente se faz necessário o estudo de diversos fatores, como estéticos, sanitários e tróficos (Soares & Domingues, 2012; Nascimento-Filho et al., 2013; Monteiro et al., 2016).

A fim de reduzir impactos nos ambientes estuarinos, países como China, Índia, Brasil, Rússia, Estados Unidos e Austrália (Santiago et al., 2010; Aleksandrov, 2010; De et al., 2011 e Cheng et al., 2012) estão adotando progressivamente medidas para avaliar o estado trófico e obter conhecimentos que permitem descrever as relações bióticas e abióticas desse ecossistema (Greening e Janicki, 2006; Farage et al., 2010).

No Furo do Muriá, localizado no município de Curuçá, a presença da área de manguezal, de efluentes domésticos, das embarcações, da entrada das águas dos rios Mocajuba e Curuçá, podem alterar o estado de trofia e modificar a qualidade de suas águas tão importante para a sobrevivência da comunidade local. Este artigo tem como principal enfoque utilizar o Índice de Estado Trófico (IET) e o Índice Trófico (TRIX) nas águas do Furo do Muriá, para identificar alterações ocorridas e suas prováveis origens.

2.2. ÁREA DE ESTUDO

O Furo do Muriá (Fig. 1) está localizado no estuário do Rio Curuçá, município de Curuçá, Pará (Nordeste Paraense). O clima do Município insere-se na categoria equatorial Amazônico, do tipo Am da classificação de Köppen. Caracteriza-se pelas temperaturas elevadas, com média de 27° C, pequena amplitude térmica, e precipitações abundantes que ultrapassam os 2.000 mm

anuais, sendo os meses mais chuvosos de janeiro a junho, e menos chuvosos, de julho a dezembro (Pará, 2014).

O centro urbano tem orla voltada para o rio Curuçá, criando um espaço geográfico típico das localidades ribeirinhas da Amazônia, enriquecido por porções litorâneas ocupadas por manguezais (Souza, 2010).

O Furo do Muriá é formado pelo rio Mocajuba, com influência do igarapé pimenta e outros tributários menores, servindo de limite natural e a oeste entre os municípios de Curuçá e São Caetano de Odivelas. Apresenta-se largo, em grande parte de seu trecho são encontrados povoados conhecidos como Nazaré do Mocajuba e Murajá, recebe vários afluentes, sendo os da margem direita, os de maior importância para o município, como o rio Ticoja, Candeuca e o furo Maripanema ou Muriá (Pará, 2014), que banha a localidade de Beira Mar. A altura máxima de maré possui um alcance de cerca de 4 m, podendo atingir valores superiores nas marés equinociais de sizígia. As fortes correntes atingem velocidades que variam de 1,9 a 2,1 nós (Mácola & El-Robrini, 2004).

O Furo do Muriá é comumente chamado de rio Muriá, entretanto, segundo Coelho (1988), rios são correntes de água que circulam pelos continentes, podendo se originar de fontes ou nascentes, águas da chuva, etc. Apresenta ainda outras características físicas como: *i*) cabeceira: local onde o rio nasce; *ii*) curso superior: é a parte do rio próximo a nascente; *iii*) curso médio: é a parte intermediária do rio *vi*) curso inferior: é a parte do rio, próximo a foz.

Portanto, a partir dessas características relacionadas aos aspectos físicos, pode-se verificar que a área estudada não se enquadra na condição de rio por não apresentar tais características. Dessa forma, apesar de ser um termo regional, a área estudada é considerada como furo. O furo é um acidente hidrográfico que permite a ligação entre as águas da área estudada ao rio Mocajuba e o rio Curuçá.

O Furo do Muriá apresenta extensa área de mangue que permite uma das fontes de alimentos dos moradores das comunidades ao entorno, trechos com grande extensão entre as margens e assim permitindo a circulação de embarcações, suas águas tão importantes economicamente e socialmente para a sobrevivência da comunidade local (Pará, 2014).

2.3. MATERIAL E MÉTODOS

As coletas de águas foram realizadas em 21 pontos distribuídos ao longo do Furo do Muriá (Curuçá-PA) (Fig. 1), nos meses de janeiro, fevereiro, março, maio, junho, julho, setembro,

outubro e novembro de 2015, durante a maré vazante e maré cheia, apenas na camada superficial da água.

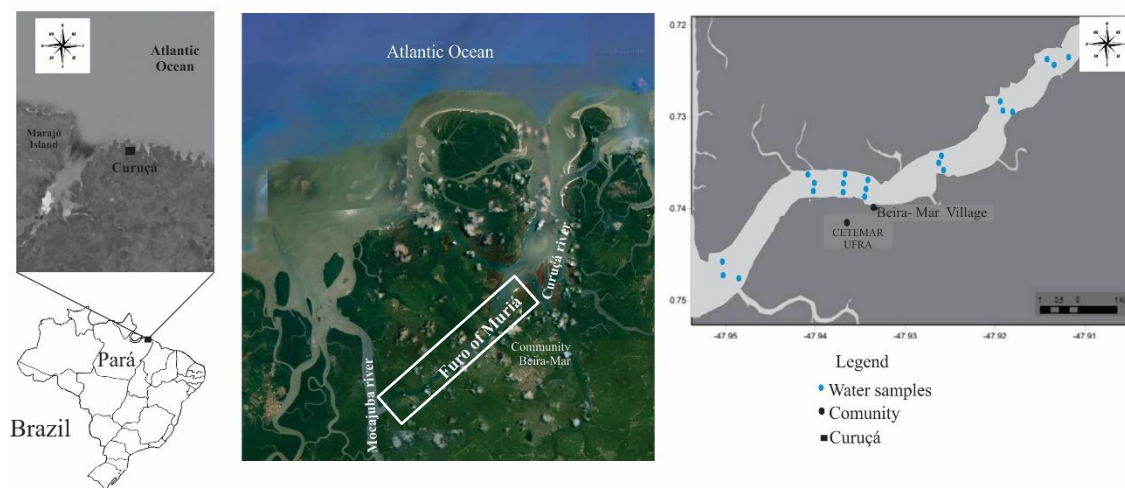


Figura 1: Mapa de localização dos pontos de coleta no Furo do Muriá, Município de Curuçá, PA, Brasil.
Fonte: Autora.

No momento da coleta foram obtidos os dados de temperatura, salinidade, com a utilização de uma sonda multiparamétrica da marca HANNA. Para as demais análises as amostras de água foram encaminhadas para o Laboratório de Química Ambiental (LQA). Os métodos empregados encontram-se descritos na tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros analisados e a metodologia utilizada

Parâmetros	Métodos
Temperatura e salinidade	Medidor de multiparâmetros da marca HANNA modelo HI9829.
Oxigênio Dissolvido - OD	Winkler descrito em Strickland e Parsons (1972).
Taxa de saturação do OD%	International Oceanographic Tables (UNESCO, 1973).

Nitrito	Formação do íon diazótico (Grasshof et al., 1983).
Nitrato	Redução pela coluna de cádmio (Grasshof et al., 1983).
N-amoniacal	Nessler, adaptado de APHA (1995).
Fósforo Total	Oxidação com persulfato de potássio (Grasshof et al., 1983).
Clorofila- <i>a</i>	Espectrofotométrico descrito em Teixeira (1973).

O Índice do Estado Trófico – IET adotado foi o de Carlson (1977) descrito em Cetesb (2008), o cálculo foi baseado em:

$$\text{IET (CL)} = 10 \times (6 - ((-0,7 - 0,6 \times (\ln \text{CL})) / \ln 2)) - 20$$

$$\text{IET (PT)} = 10 \times (6 - ((0,42 - 0,36 \times (\ln \text{PT})) / \ln 2)) - 20.$$

Onde: PT: concentração de fósforo total medida à superfície da água, em mg.m^{-3}

CL: concentração de clorofila *a* medida à superfície da água, em mg.m^{-3} ;

ln: logaritmo natural.

O resultado é a média aritmética simples dos índices relativos ao fósforo total e a clorofila *a*, segundo a equação:

$$\text{IET} = [\text{IET (PT)} + \text{IET (CL)}] / 2$$

Para interpretação dos resultados, os valores obtidos são classificados conforme os seguintes limites: (i) $\text{IET} \leq 47$: Ultraoligotrófico (baixo nível de eutrofização); (ii) $47 < \text{IET} \leq 52$: Oligotrófico (nível de eutrofização leve); (iii) $52 < \text{IET} \leq 59$: Mesotrófico (nível de eutrofização médio); (iv) $59 < \text{IET} \leq 63$: Eutrófico (nível de eutrofização moderado); (v) $63 < \text{IET} \leq 67$: Supereutrófico (nível de eutrofização elevado); (vi) $\text{IET} > 67$: Hipereutrófico (nível de eutrofização alto).

Com relação ao índice TRIX segundo Vollenweider et al. (1998) não foram encontradas diferenças significativas entre a aplicação do índice usando NT e PT, NID e P-PO₄, NID e PT. Com isso, a utilização das frações dissolvidas já basta para obter um resultado considerável, já que está relacionado às concentrações totais desses nutrientes. O índice TRIX foi calculado com a seguinte equação:

$$\text{TRIX} = (\log_{10} [\text{Chla} \times (\text{DO}_2\%) \times \text{DIN} \times \text{DIP}] + k) / m$$

A classificação utilizada é: (i) 0 - 4: baixo nível de eutrofização e de alta qualidade da água; (ii) > 4-5: médio nível de eutrofização e boa qualidade da água; (iii) > 5-6: alto nível de eutrofização e má qualidade da água; (iv) > 6-10: elevado nível de eutrofização e má qualidade da água.

Para a análise estatística dos dados foram utilizadas a estatística descritiva e análise de componentes principais.

2.4. COMPORTAMENTO DO FURO DO MURIÁ

2.4.1. Processos físicos

No ano de 2015 a precipitação acumulada atingiu 2428 mm, que é da mesma ordem de grandeza das condições normais para à Mesorregião do Nordeste paraense e para Microrregião do Salgado, com precipitações abundantes que ultrapassam os 2.000 mm anuais (ANA, 2015).

A média histórica da precipitação (de 1982 a 2015) refletiu a sazonalidade climática típica da região, com duas estações bem definidas: menos chuvosa e chuvosa (Fig. 2). Os meses do período menos chuvoso apresentaram volume de precipitação total de 316,3 mm, destaque para os meses com menor volume de agosto a dezembro. Enquanto, o período chuvoso apresentou 2111,6 mm de chuva, com os maiores volumes nos meses de março e abril.

As alterações nos volumes de precipitação no Município de Curuçá, nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril refletem a influência do fenômeno El Niño, no ano de 2015. De acordo com Alves et al. (1997) e Ramos et al. (2015) esse fenômeno tem forte influência no clima do Brasil, principalmente no volume da precipitação, que pode aumentar ou diminuir.

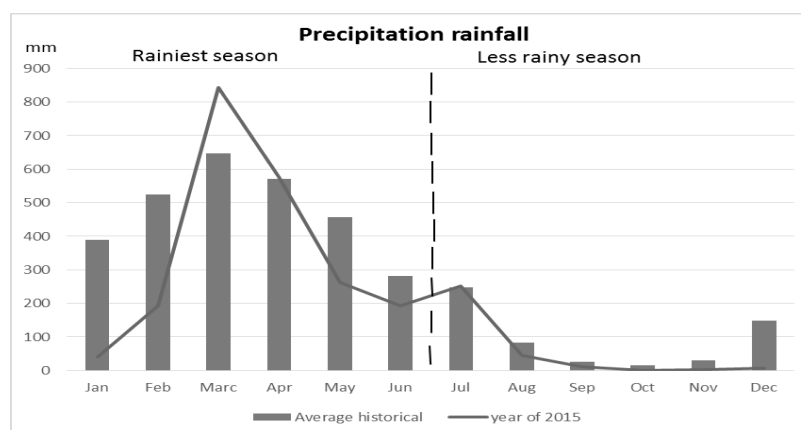


Figura 2: Precipitação pluviométrica no município de Curuçá média histórica de 1982 a 2015.
Fonte: Agencia Nacional de Água – ANA, 2015.

O Furo do Muriá tem influência do rio Curuçá, rio Mocajuba e Oceano Atlântico, possui marés do tipo semidiurna, dominada por um regime de meso a macromarés, com amplitude de 2,67, no período menos chuvoso, e de 2,69 no período chuvoso.

2.4.2. Processos hidrológicos

Os valores mínimos, máximos, médias e desvio padrão dos dados obtidos ao longo do Furo do Muriá, foram separados conforme a sazonalidade da região e em função da maré (tabela 2).

Os valores de salinidade seguiram a sazonalidade da região, ou seja, os menores valores foram verificados durante o período chuvoso, o que refletiu a diluição das águas. Também nesse período as águas oriundas dos rios Curuçá e Mocajuba têm importância e importância que a precipitação pluviométrica exerce sobre parâmetros físico-químicos e biológicos no ambiente aquático, são relatadas desde a década de 50. Em regiões estuarinas as variações sazonais dos parâmetros são bem evidenciadas (Pereira et al., 2010; Alves et al., 2012), no Furo do Muriá, trabalhos feitos por Almeida (2009), Silva (2011) e Lima et al. (2015), descrevem a diminuição da salinidade durante período chuvoso.

Enquanto no período menos chuvoso foram observados os maiores valores de salinidade, nitrito, N-amoniaco, fósforo total e taxa de saturação de oxigênio dissolvido. Para os nutrientes esse aumento pode ser relacionado à presença das embarcações de pequeno e médio porte que navegam com maior intensidade durante esse período, além de outras fontes de poluição difusas existentes ao longo do Furo do Muriá.

Em relação às marés foram observadas as maiores variações durante o período menos chuvoso, com os maiores valores detectados na maré vazante, com exceção para taxa de saturação de oxigênio dissolvido. Esses maiores valores são evidências que existem fontes de poluição difusas e durante essa maré ocorre uma menor diluição dos efluentes lançados no Furo do Muriá. Para taxa de saturação de OD a maré enchente favorece o seu aumento, com a intrusão da massa de água com maior teor salino.

Tabela 2: Valores mínimos, máximos, médias e desvio padrão dos dados obtidos ao longo do Furo do Muriá, separados conforme a sazonalidade da região e em função da maré.

Parâmetros	Período Chuvoso								Período Menos chuvoso							
	Maré Vazante				Maré Enchente				Maré Vazante				Maré Enchente			
Nº ¹	Min. ²	Max. ³	Med ± DsvPad. ⁴	Nº	Min	Max	Mean ± Std. Dev.	Nº	Min	Max	Mean ± Std. Dev.	Nº	Min	Max	Med ± DsvPad.	

Salinidade	105	7.0	28.0	17.5 ± 6.7	105	8.4	36.1	20.4 ± 6.3	84	24.6	35	30.4±2.8	84	28.3	36.8	25.8 ± 13.0
Nitrato (mg.m ³)	105	0.0	930.0	331.1 ± 281.1	105	0.0	8100	223.7 ± 234.2	84	10	310	151.4± 73.4	84	0.0	910	51.2 ± 133.0
Nitrito (mg.m ³)	105	0.0	30.0	7.4 ± 6.8	105	0.0	30.0	7.0 ± 7.0	84	0.0	20.0	11.0 ± 4.4	84	0.0	10.0	0.9 ± 3.0
N-ammoniacal (mg.m ³)	105	20.0	2730.0	549.7 ± 712.4	105	40.0	2730.0	511.8 ± 657.2	84	130	2800	1177.2 ± 926.5	84	100.	2800	948.2 ± 748.6
Fósforo Total (mg.m ³)	105	40.0	410.0	150.8 ± 83.0	105	26.0	460.0	184.5 ± 88.3	84	50	470	250.6 ± 99.7	84	70.0	680	206.5 ± 131.6
Clorofila a (mg.m ³)	105	0.05	101.5	13.1 ± 18.1	105	0.04	94.6	8.8 ± 12.7	84	0.14	49.5	9.5 ± 12.7	84	0.0	12.1	3.2 ± 2.7
OD %*	105	48.0	135.0	70.0 ± 20.0	105	46.0	186.0	80.7 ± 20.2	84	59	105	82.2 ± 7.0	84	61.0	107	89.2 ± 7.5

* OD% = Taxa de saturação de oxigênio dissolvido; N^o1= número de dados; Min.²= mínimo; Max.³= máximo; Dsv. Pad.⁴= desvio padrão.

Fonte: Autora.

2.4.3. Índice de Estado trófico (IET)

As figuras 3a e 3b mostram as distribuições dos valores do IET em função do período e da maré. Observa-se no período chuvoso, nas marés vazante e enchente, que as médias indicaram um ambiente eutrófico, e os valores máximos um ambiente hipereutrófico. Esse aumento de trofia é relacionado ao acréscimo populacional na região por conta de festas, como por exemplo, o carnaval que é uma festa cultural de grande impacto no turismo local, contudo ocasiona um aumento na descarga de efluentes lançados diretamente no mangue e nas águas do Furo.

No período menos chuvoso ocorreu diferença entre as marés, durante a maré vazante foi verificado que o IET teve o valor mínimo como oligotrófico, a média como eutrófico e o máximo como hipereutrófico, durante essa maré ocorre uma maior concentração dos nutrientes que favorecem o aumento da clorofila a. Enquanto, na maré enchente com a entrada da água marinha, o ambiente oscilou entre ultraoligotrófico, média de mesotrófico e máximo hipereutrófico.

Os valores de IET mantiveram-se com grande oscilação durante o período sazonal e entre as marés, assim, dentre as duas variáveis usadas para compor o IET, a clorofila *a* apresentou a maior contribuição para a variação dos valores observados que o fósforo. Santos, (2010) conclui que, quando as concentrações de clorofila *a* resultam em uma classificação superior ao fósforo, o grau de limitação é considerado “baixo”, existindo assim condições favoráveis para a produtividade primária.

Palheta et al., 2012 obtiveram resultados semelhantes em análise de índice de trofia no estuário de Curuçá, levando em consideração período sazonal e maré, em sua discussão relata

sobre a influência de descargas de efluentes de viveiros de cultivos de carcinicultura e aquicultura muito recorrentes na região.

Simões et al. (2008), afirma que as concentrações de nutrientes tendem a aumentar durante decorrer do cultivo devido ao incremento no aporte de ração e consequentemente de fósforo e clorofila a, associado à aplicação de manejo inadequado antes e depois da utilização do viveiro. Além do maior aporte de ração, da qual nitrogênio e fósforo dos alimentos são desperdiçados, sendo sedimentados e/ou descarregados, também, nas áreas adjacentes aos viveiros (Simões et al., 2008; Ferreira et al., 2011).

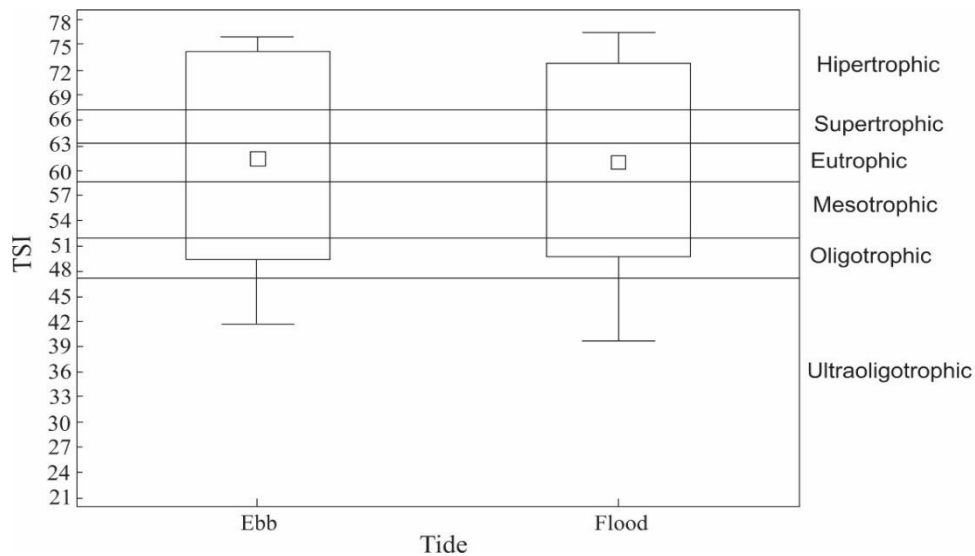


Figura 3a: Distribuição dos valores do IET, durante o período chuvoso, nas marés vazante e enchente.

Fonte: Autora.

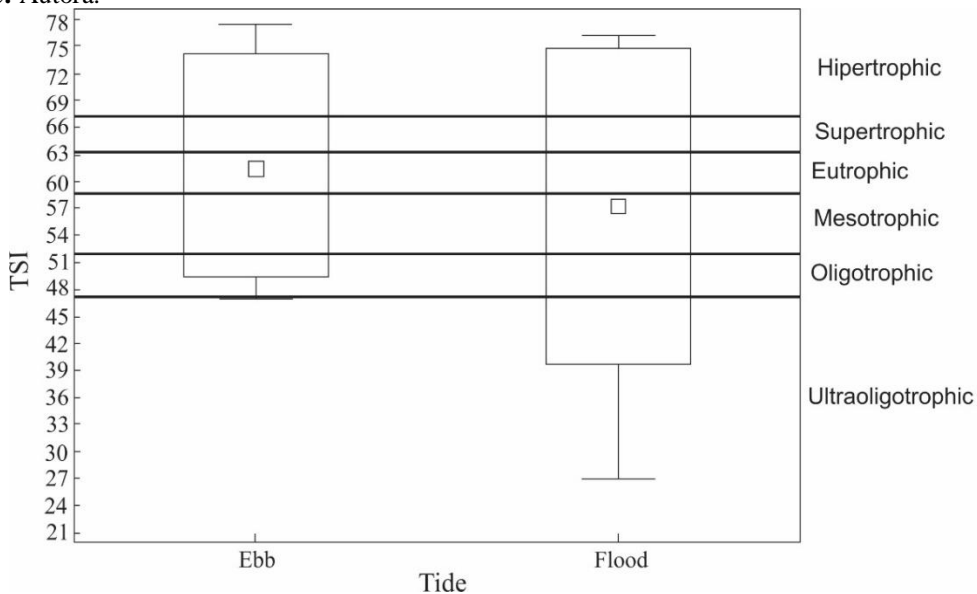


Figura 3b: Distribuição dos valores do IET, durante o período menos chuvoso, nas marés vazante e enchente.

Fonte: Autora.

2.4.4. Índice (TRIX)

As distribuições dos valores do TRIX seguiram o padrão do IET, ou seja, durante o período chuvoso (Fig.4a), não houve diferença entre as marés, fato somente verificado no período menos chuvoso (Fig.4b). Os valores médios indicaram um ambiente com alto nível de eutrofização e elevado nível de eutrofização, consequência das fontes de poluição difusas ocorrentes no ambiente.

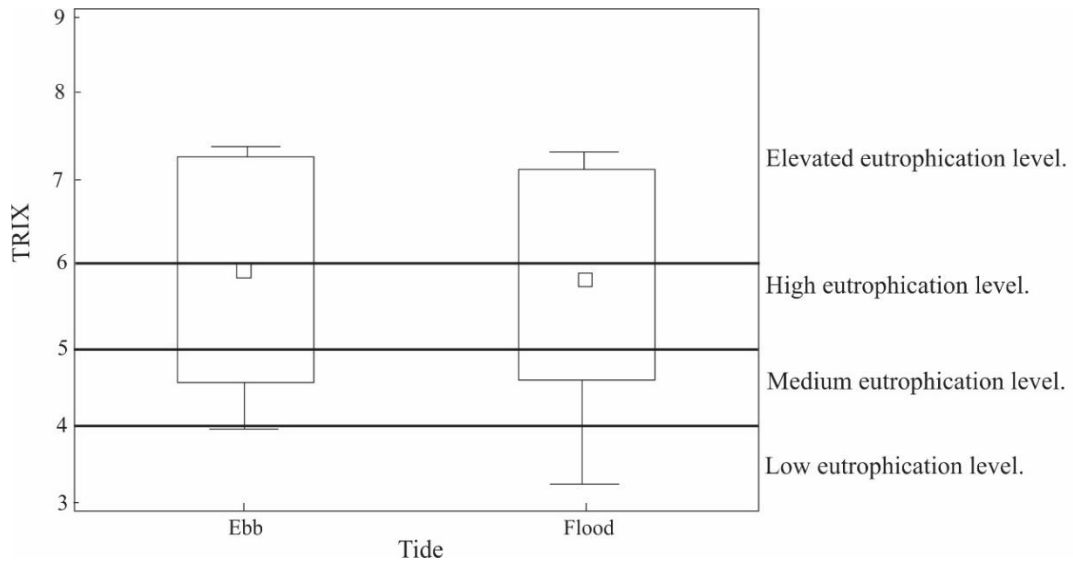


Figura 4a: Distribuição dos valores do TRIX, durante o período chuvoso, nas marés vazante e enchente.
Fonte: Autora.

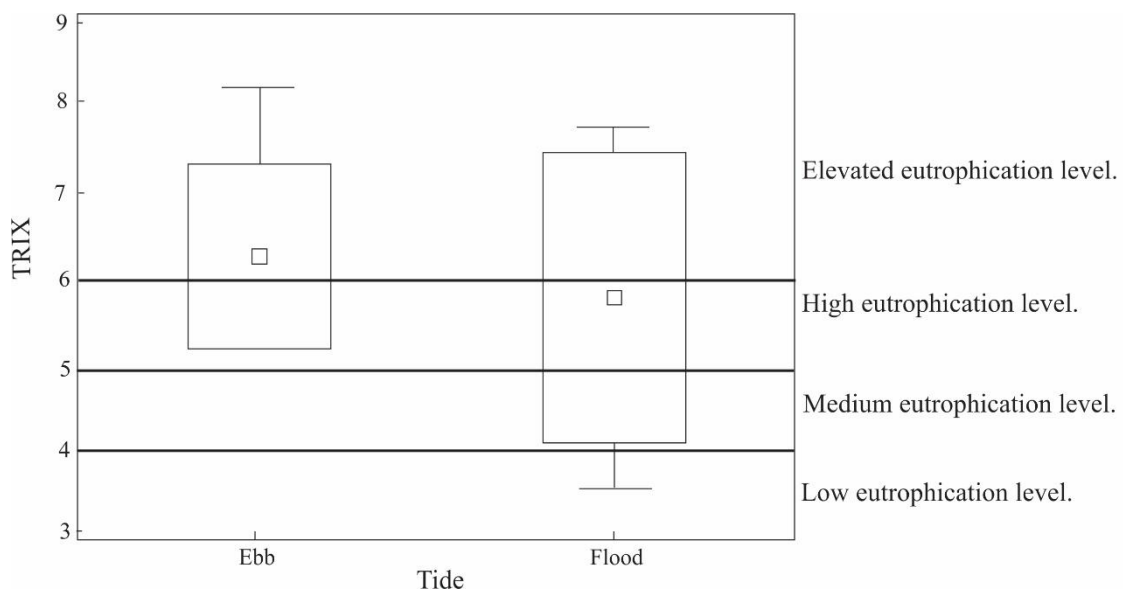


Figura 4b: Distribuição dos valores do TRIX, durante o período menos chuvoso, nas marés vazante e enchente.
Fonte: Autora.

Segundo Farange et al., 2010; Palheta et al., 2012; Buzelli & Santino, 2013, as concentrações médias dos parâmetros bióticos e abióticos, sobretudo o fósforo total e clorofila

a, são mais elevadas em ambientes lóticos que em ambientes lênticos. Nesse sentido, o corpo d'água apresenta alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, que em geral são afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos.

Neste estudo é possível observar que os índices IET e TRIX apresentaram resultados semelhantes nos períodos estudados, as condições tróficas verificadas no Furo do Muriá são reflexo do aporte fluvial, dos centros populacionais situados às suas margens e das descargas de efluentes das comunidades situadas ao longo do trecho monitorado. Além da influência da extensa área de manguezal que contribui com o aumento de parâmetros bióticos e abióticos.

Em virtude da variabilidade sazonal dos processos ambientais que têm influência sobre o grau de eutrofização de um corpo hídrico, esse processo pode apresentar variações no decorrer do ano, contudo, a falta de saneamento básico tem afetado diretamente os estuários do Brasil, locais como estuário do rio Cachoeira, Nordeste do Brasil (Souza et al., 2009), estuários dos rios Ipojuca e Merepe – PE (Batista & Montes, 2014), estuário do Rio Paraíba – Cabedelo, PB (Correia et al., 2015), estuário Caeté – PA, Brasil (Monteiro et al., 2016), mostram como a influência de esgotos modificam cada vez mais a qualidade da água.

O Furo do Muriá é favorecido por sua hidrodinâmica, pois apesar do grau de trofia ter indicado valores não favoráveis à qualidade da água, não foi observada a presença de macrófitas aquáticas ou bloom de algas, o que pode ser associado à velocidade da corrente, a amplitude de maré e ao tempo de inundação na área de mangue.

2.4.5. Análises de Componentes Principais

Inicialmente foram realizadas análises de componentes principais com todos os dados abióticos, clorofila *a* e os valores do IET e TRIX. As duas primeiras componentes (PC1 e PC2) explicaram 48% da variância original, com 28% para a primeira componente e 20% para a segunda componente (figura 5).

Na primeira componente, foi observado um contraste entre a taxa de saturação de oxigênio dissolvido (0,60) e o IET (-0,76), TRIX (-0,83), nitrato (-0,47), nitrito (-0,55), N-amoniaco (-0,40), clorofila *a* (-0,56). A relação inversa das formas nitrogenadas com a taxa de saturação de oxigênio dissolvido pode ser relacionada com as transformações ocorrentes dentro do ciclo do nitrogênio.

Enquanto a correlação positiva entre o IET, o TRIX e a clorofila *a* mostra a influência dessa última variável na qualidade da água local, ou seja, o aumento do teor de clorofila *a* diminuiu sua qualidade em termos de índices de estado trófico. Destaca-se também que a clorofila *a* foi diretamente relacionada com as formas nitrogenadas, o que indica que a entrada de uma carga maior das formas nitrogenadas favoreceu o alto teor de clorofila *a*.

A correlação entre o IET e o TRIX mostra que esses dois índices respondem para áreas de estuário. Para o TRIX os valores da forma nitrogenadas favoreceram para a diminuição da qualidade da água, com destaque para o nitrato que teve as maiores concentrações, essa forma nitrogenada é relacionada com a presença de poluição antiga.

A segunda componente apresenta como principais elementos o TRIX (0,42), salinidade (0,70), fósforo total (0,56), taxa de saturação de oxigênio dissolvido (0,55), em contraste com o nitrato (-0,67). Esse resultado mostra que a entrada de uma água com maior valor salino favoreceu o teor de oxigênio dissolvido e consequentemente o TRIX. Ressalta-se que, a entrada dessa água diminuiu a concentração de nitrato. Porém, aumentou o teor de fósforo total.

Os escores para os dados da superfície da água em PC1 e PC2, estratificados de acordo com: os períodos chuvoso e menos chuvoso, e maré vazante e enchente, estão plotados na figura (Fig. 5).

Pode-se observar uma separação parcial dos dados nos períodos chuvoso e menos chuvoso, o que reforça a influência da sazonalidade na qualidade da água do estuário. Porém, em função da maré não foi observada uma separação dos dados.

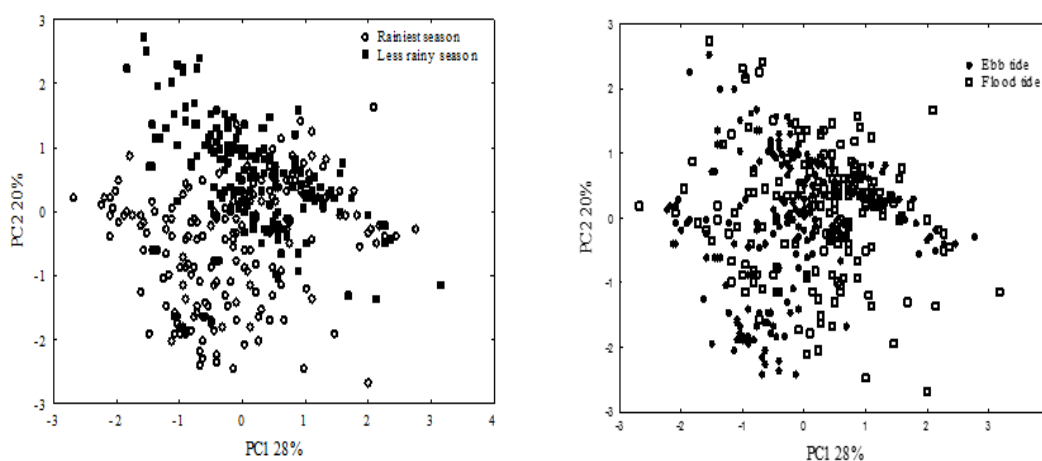


Figura 5: Escores nas duas primeiras componentes principais, na análise feita com os parâmetros abióticos e clorofila *a* durante os (i) períodos chuvoso e menos chuvoso, e (ii) maré vazante e enchente.

Fonte: Autora.

Em uma segunda etapa, foi realizada a análise de componentes principais dos períodos sazonais, chuvoso e menos chuvoso, já que foi observada uma diferenciação entre esses períodos.

No período chuvoso, as duas primeiras componentes (PC1 e PC2) explicaram 52% da variância original. Na primeira componente, que explica cerca de 32% da variância total, foi observado um contraste entre a salinidade (0,63), a taxa de saturação de oxigênio dissolvido (0,75), com o IET (-0,63), o TRIX (-0,80), o nitrato (-0,64), o nitrito (-0,51), o N-amoniacal (-0,58), a clorofila a (-0,45). Essa correlação negativa demonstra que nesse período a salinidade favoreceu a qualidade da água do Furo do Muriá, com baixos valores de IET e TRIX.

A segunda componente explica cerca de 20% da variância total e apresenta como principais elementos o IET (0,64), o TRIX (0,43), a salinidade (0,70), a clorofila a (0,52), a taxa de saturação de oxigênio dissolvido (0,40), em contraste com o nitrato (-0,63), o que indica que a influência marinha diminuiu o teor de nitrato no ambiente e favoreceu o teor do oxigênio dissolvido, e conseqüentemente aumento o valor do IET e do TRIX.

A figura 6 apresenta os escores, nas duas primeiras componentes principais, estratificados de acordo com a maré. Não se observa estratificação nítida nas duas componentes, PC1 e PC2. Isso indica que a hidrodinâmica no Furo do Muriá é diretamente influenciada pela precipitação, o que não ocasiona a diferença na qualidade da água durante as marés, visto que, a presença das águas oriundas do rio Mocajuba e Curuçá vão ser transportadas com maior intensidade nesse período.

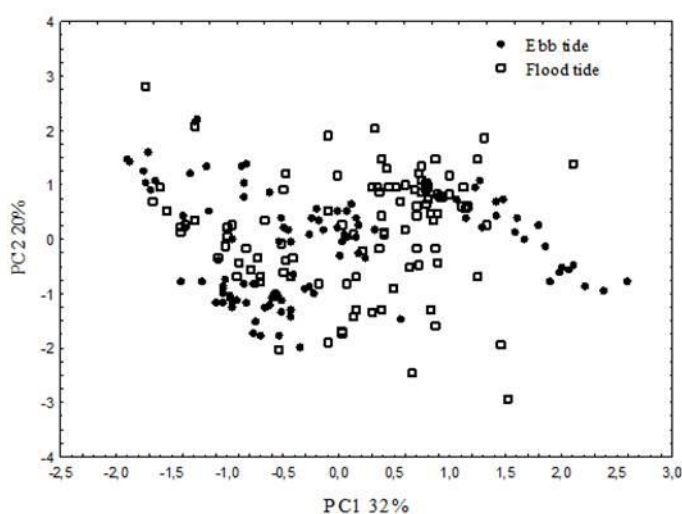


Figura 6: Escores nas duas primeiras componentes principais, na análise feita com os dados do período chuvoso, com estratificação entre as marés.

Fonte: Autora.

No período menos chuvoso, as duas primeiras componentes explicaram cerca de 45% da variância original. A primeira componente explicou 28% da variância total e apresentou como principais elementos o IET (-0,80), o TRIX (-0,90), o nitrito (-0,59), fósforo total (-0,53), clorofila a (-0,56). A correlação positiva entre o fósforo total e o IET, mostra a influência direta desse nutriente no aumento dos valores do IET, durante esse período. Para o TRIX a principal influência foi a clorofila a e o nitrito.

A segunda componente (PC2) explicou cerca de 17% da variância total, com um contraste entre a salinidade (0,48), o nitrato (0,52), a clorofila a (0,44) e o fósforo total (-0,61) e o N-amoniacoal (-0,70). A correlação inversa entre estes parâmetros indica a presença de águas com maiores valores de salinidade diminuíram os valores de fósforo total e N-amoniacoal, porém favoreceram a biomassa fitoplanctônica, ou seja, a clorofila a.

Na figura 7, estão plotados os escores dos dados abióticos em PC1 e PC2 para as marés vazante e enchente. Observa-se uma separação entre as marés, visto que, nesse período a influência fluvial é mais atuante no Furo do Muriá.

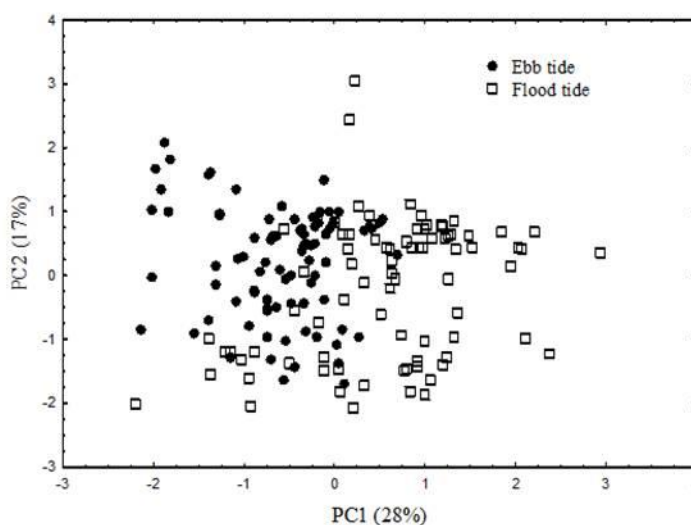


Figura 7: Escores nas duas primeiras componentes principais, na análise feita com os dados do período menos chuvoso, com estratificação entre as marés.

Fonte: Autora.

Com base nos dados, este trabalho mostrou que o estado da qualidade da água no Furo do Muriá é resultado de uma combinação de fatores sazonais, variações de maré, processos hidrodinâmicos. O uso excessivo dos recursos naturais se tornam um risco ambiental, uma vez que esses recursos são finitos se explorados de forma inadequada.

Alterações nos estuários são descritas em diversos trabalhos (Palheta et al., 2012; Alves, 2013; Batista e Montes, 2014; Correia, 2015; Monteiro, 2016) os fatores destacados negativamente com a utilização dos índices demonstram que as características ambientais do

Furo do Muriá são parte de condições socioeconômicas encontradas em diversos locais do mundo. Contudo, ressalta-se que a comunidade da região necessita desse corpo hídrico para sua sobrevivência, como via de transporte, local de pesca e recreação.

Os índices IET e TRIX responderam de forma semelhante, com destaque para a variação sazonal e os valores elevados de clorofila a, este último foi diretamente relacionada com as formas nitrogenadas, o que reforça a presença por ação antrópica e a falta de saneamento básico.

A correlação entre o IET e o TRIX mostrou que esses dois índices respondem com grande eficiência para áreas de estuários. Logo podem ser usados como ferramentas eficientes no monitoramento da qualidade da água em diferentes locais, entre eles Complexo estuarino-laguna Mundaú-Manguaba, AL (Junior et al., 2012), rios Ipojuca e Meree - PE (Nascimento-Filho et al., 2013), Estuário Amazônico (Caeté-PA, Brasil), (Monteiro, 2016), bem como no presente estudo.

2.5. CONCLUSÕES

No município de Curuçá a média histórica da precipitação (de 1982 a 2014) refletiu a sazonalidade climática típica da região, com duas estações bem definidas: menos chuvosa e chuvosa. Porém ocorreu alterações nos volumes de precipitação, nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril, que refletiu a influência do fenômeno El Niño, no ano de 2015. Esse fenômeno tem forte influência no clima do Brasil, principalmente no volume da precipitação, que pode aumentar ou diminuir.

Os valores mínimos, máximos, médias e desvio padrão dos parâmetros abióticos e clorofila a ao longo do Furo do Muriá, foram separados conforme a sazonalidade da região e em função da maré. A influência e importância que a precipitação pluviométrica exerce sobre parâmetros físico-químicos e biológicos no ambiente aquático, são relatadas desde a década de 50. Logo mais uma vez foi verificado a influência do fenômeno El Niño na questão de diluição ou concentração de parâmetros ao longo do Furo.

Inicialmente foram realizadas análises de componentes principais com todos os dados abióticos, clorofila a e os valores do IET e TRIX. As duas primeiras componentes (PC1 e PC2) explicaram 48% da variância original, com 28% para a primeira componente e 20% para a segunda componente. Com base nos dados, este artigo mostrou que o estado da qualidade da água no Furo do Muriá é resultado de uma combinação de fatores hidrodinâmicos e ação antrópica.

O ciclo diário entre o homem e o uso excessivo dos recursos naturais se torna um risco ambiental, uma vez que esses recursos são finitos se explorados continuamente de forma inadequada.

Os índices IET e TRIX mostraram que o Furo do Muriá é naturalmente susceptível a eutrofização em função das características hidrológicas e da dinâmica das marés que inundam o manguezal carreando concentrações de nutrientes e clorofila a para a água do furo.

A abordagem conjunta dos índices foi considerada eficaz, pois cada índice traz informação nova e complementar. Ambos têm a vantagem de ser uma metodologia mais fácil e de simples aplicação, tornando o monitoramento mais eficiente com respostas mais rápidas.

As condições ambientais encontradas no Furo do Muriá com a utilização desses índices mostram a relevância do monitoramento e da aplicabilidade dos mesmos para o entendimento do ambiente, e também podem servir como ferramentas para a implantação de políticas públicas locais visando o melhoramento do saneamento básico para população.

2.6. AGRADECIMENTOS

Estamos gratos ao programa de pós graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais – AqRAT, como insentivado e disponibilizador de base academica para o desenvolvimento da pesquisa que resultou em uma resposta para a sociedade. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) o apoio financeiro atravez de bolsa. O projeto Camurim financiado pela SUDAM que permitiu o uso da base tecnica CETEMAR, instalada na região de pesquisa. A Universidade Federal Rural da Amazônia e o Laboratorio de Quimica Ambiental, pela disponibilização academica e desenvolvimento científico.

REFERÊNCIAS

- Agência Nacional das Águas. ANA., 2015. **Rede Nacional para Monitorar Qualidade das Águas.** Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticia.aspx?id_noticia=124_29>. Acesso em: 13 Dezembro. 2015
- Aleksandrov, S. V., 2010. Biological production and eutrophication of Baltic sea estuarine ecosystems: the Curonian and Vistula Lagoons. **Mar Pollut. Bull.** 61. 205-210.
- Almeida, J. B. A., 2009. **Efeito de características ambientais no uso dos canais - de - maré por três espécies de peixes bentófagos durante o período transição-seca no estuário de Curuçá (Pará-Brasil).** Programa de pós-graduação em ecologia aquática e pesca. Belém, Pa.
- Alves, M. B.; Souza, E. B.; Repelli, C. A.; Vitorino, M. I.; Ferreira, N. S., 1997. Episódios de La Niña na bacia do oceano pacífico e equatorial e a distribuição sazonal e intrasazonal das chuvas no setor norte do nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 12(1):63-76.
- Alves, I. C. C., El-Robrini, M., Santos, M. de L. S., Monteiro, S. de M., Barbosa, L. P. F., Guimarães, J. T. F., 2012. Qualidade das águas superficiais e avaliação do estado trófico do Rio Arari (Ilha de Marajó, norte do Brasil). **Acta Amaz.** vol. 42 no.1 Manaus Mar.
- Alves, G.Flores-Montes, M. J., Gaspar, F., Gomes, J., Feitosa, F., 2013. Eutrophication and water quality in a tropical Brazilian estuary. **J. Coast. Res.** 65, 7-12.SI.
- Anjos, A. E. S., 2009 **Avaliação quimiométrica da influência da carcinicultura sobre a qualidade da água do Rio da Ribeira/Santa Rita/PB.** 63 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- American Public Health Association - APHA. 1995. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** Washington: Library of Congress.

- Batista, T. N. F.; Flores Montes; M. de J., 2014. Estado trófico dos estuários dos rios Ipojuca e Merepe – PE. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 42, n. especial, p. 22-30.
- Buzelli, G. M.; Cunha-Santino, M. B., 2013. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP). **Ambiente & Água, Taubaté**, v. 8(1): 186-205.
- Carlson, R.E., 1977. A trophic state index for lakes. **Limnology and Oceanography**, v.22, p.361-369.
- Cheng, F., Song, X., Yu, Z., Liu, D., 2012. Historical records of eutrophication in Changjiang (Yangtze) river estuary and its adjacent East China sea. **Biogeosciences Discuss.** 9. 6261-6291.
- Coelho, H. N. M. A., 1988. Geografia Geral, 2º ed. Revisão Ampliada. Org. Monteiro, E. F.; Medda, J. R.; Sanches, O. D.; Sopran, O.; Moura, S.; **Castello, W. Editora Moderna** Latda. São Paulo, Brasil. p.269.
- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), 2008. **Índices de qualidade das águas, critérios de avaliação da qualidade dos sedimentos e indicador de controle de fontes**. In: Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo, Série Relatórios. São Paulo: Secretaria de Estado de Meio Ambiente. 28 p. Apêndice B.
- Correia, L. J. H.; Fernandes, A. J. D.; Lúcio, M. M. L. M.; Tomaz, J. K. de Ol.; Honorato, M. B.; Carneiro, E. do N., 2015. Monitoramento da qualidade físico-química da água do estuário do Rio Paraíba – Cabedelo, PB. **Revista: Principia. João Pessoa**.
- De, T. K., De, M. Das. S., Chowdhury, C., Ray, R., Jana, T. K., 2011. Phytoplankton abundance in relation to cultural eutrophication at the land-ocean boundary of Sunderbans. NE Coast of Bay of Bengal. Índia. **J. Environ. Stud. Sci.** 1. 169-180.
- Dias, J. A., Cearreta, A., Isla, F. I., Mahiques M. M., 2013. Anthropogenic impacts on Iberoamerican coastal áreas: historical processes presente challenges and consequences for coastal zone management. **Ocean Coast. Manag.** 77, 80-88.
- Elliott, M., Quintino, V., 2007. The estuarine quality paradox environmental homeostasis and the difficulty of detecting anthripogenic stress in naturally stressed areas. **Mar. Pollut. Bull.**54, 640-645.
- Farage, J. DE A. P., Matos, A. T. DE, Silva, D. D. DA, Borges, Alisson Carraro., 2010. Determinação do Índice de Estado Trófico para Fósforo em pontos do Rio Pomba. Engenharia na agricultura, viçosa - MG, **REVENG**, V.18 N.4.
- Ferreira, N. C.; Bonetti, B.; Seiffert, W. Q., 2011. A Hydrological and water quality Indices as management tools in marine shrimp culture. **Aquaculture**, n.318, p.425-433.
- Grasshoff, F.K., Enrhardt, M.; Kremling, K., 1983. **Methods of seawater analysis**. 2 ed. Nova Iorque: Verlag Chemie. 419 p
- Greening, H., Janicki, A., 2006. Toward reversal of eutrophic conditions in a sub – tropical: water quality and seagrass response to nitrogen loading reductions in Tampa Bay, Florida, USA. **Environ. Manag.** 38 (2). 163-178.
- Junior, L. C. C., Brandini, N., Knoppers, B. A., Souza, Weber, F. L. de., Medeiros, P. R. P., 2012. Comparação de Modelos e Índices para Avaliação do Estado Trófico do Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú- Manguaba, (AL). **Geochimica Brasiliensis**, 26(1) 7-18.
- Lima, M. W.; Alves, M. A. M. S.; Santos, M. L. S.; Ribeiro, A. M.; Santos, E. T. & Nunes, D. M., 2015 **Bol. Téc. Cient. Cepnor**, v. 14, n. 1, p: 09 - 15.

- Mateus, M.; Mateus, S.; Baretta, J., 2008. **Basic concepts of estuarine ecology**. In: Neves, R. Perspectives on integrated coastal zone management in South America. Press.
- Mácola, G. & M. EL-Robrini, 2004. **Ilha dos guarás (Mariteua) – Município de curuçá (NE do Pará): aspectos físicos, meteorológicos e oceanográficos**. Companhia Docas do Pará – CDP (Relatório Final - Cartografia, Hidrografia e Digitalização – CHD & Grupo de Estudos Marinhos e Costeiros – GEMC), Belém.
- Monteiro, M. C., Jiménez, J. A., Pereira, L. C. C., 2016. Natural and human controls of water quality of na Amazon estuary (Caeté-PA, Brazil). **Ocean & Coastal Management** 124 42e52.
- Nascimento – Filho, G.A.; Montes, M. de J.F.; Gaspar, F. L.; Paulo, J. G.; Feitosa, F. A., 2013. Eutrophication and water quality in a tropical estuary. Proceedings International Coastal Symposium (Plymouth, England), **Jornal of Coastal Research**, Special Issue N°. 65, p. 7-12.
- Palheta, G. D. A.; Takata, R.; Palheta, H. G. A.; Melo, N. F. A. C. de.; Rocha, R. M. & Santos, M. de L. S., 2012. Índices de Qualidade da Água como Ferramenta no Monitoramento da Carcinicultura Paraense. **Bol. Téc. Cient. Cepnor**, v. 12, n. 1, p: 9 – 15.
- Pará, Governo do. Conheça o Pará - **Curuçá. 2014**. Disponível em: <www.governodopara.pa.gov.br/conhecaopara/vigia.asp> Acesso em: 20/ 04/ 2015.
- Pereira, L. C. C., Monteiro, M. C., Guimarães, D. O., Costa, R. M., 2010. Seasonal effectes of wastewater on Caete Estuary water quality in the Brazilian Amazon litoral zone. **Na. Acad. Bras. Ciências** 82 (2), 1-12.
- Ramos, H. DA C., Dallacort, R., Santi, A., Junior, S. S., Queiroz, T. DE M., 2015. Precipitação pluvial de Diamantino-MT em anos de ocorrência de EL Niño, LA Niña e neutros. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 30(1): 71 – 80.
- Richi, E. **Estuário – definição e caracterização**. Aquarismo, 2010. Disponível em: <<http://www.aquarismo.info/estuário-definicaocaracterizacao/>>. Acesso em: 17 jun. 2016. Aquarismo.
- Santos, D. A. de O. & Cardoso, R. C., 2010. Avaliação da qualidade da água através do índice de comunidade fitoplanctônica (icf) e variáveis físico-químicas do lago da tirolesa, Teresópolis, Goiás. **Revista: Anhanguera**. Vol. V, N°. N.p. 1-38.
- Santiago, M. F., Cunha, M. G.G.S., Neumann-Leitão, S., Costa, K. M. P., Palmeira, G. C. B. P., Porto Neto, F. F., Nunes, E. S., 2010. Phytoplankton dynamics in a highly eutrofc estuary in tropical Brazil, Braz. **J. Oceanogr.** 58 (3), 189-205.
- Silva, R. S. da, Araújo, R. F. de, Souza, A. da S., Rocha, C. P., e Melo, N. F. A. C. de. 2011. **Avaliação dos parâmetros abióticos e caracterização do mesozoplâncton em um viveiro de cultivo de Litopenaeus vannamei** (Boone 1931) em Curuçá, Pará, Brasil. **Bol. Téc. Cient. Cepnor**.
- Simões, F. S.; Moreira, A. B.; Bisnoti, M. C.; Gimenez, S. M. N.; Yabe, M. J. S., 2008. Water quality index as a simple indicator of aquaculture effects on aquatic bodies. **Ecological Indicators**, n. 8, p.476-484.
- Soares, G. S.; Domingues, J. M. L., 2012 Zonas úmidas na planície costeira do rio Itapicuru, litoral norte do estado da Bahia, Brasil: classificação e controles ambientais. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v.12(2): 223-237. **Journal of Integrated Coastal Zone Management**.
- Souza, M. F. L. DE. ; Eça, G. F.; Silva, M. A. M.; Amorim, F. A. C.; Lôbo, I. P., 2009 Distribuição de nutrientes dissolvidos e clorofila-*a* no Estuário do Rio Cachoeira, Nordeste do Brasil. **Atlântica, Rio Grande**, 31(1) 107-121.

Souza, C. B. G., 2010. A Gestão dos recursos naturais na Amazônia: a reserva extrativista Mãe Grande de Curuçá-PA. **Revista Geografar**, Curitiba, v.5, n.1, p.83-104.

Strickland, J. D. H. & T. R. Parsons, 1972. A practical handbook of seawater analysis. **Bulletin fisheries Research Board of Canada** 167(2): 1-311.

Teixeira, C. 1973. Introdução aos métodos para medir a produção primária do fitoplâncton marinho. **Bol. Inst. Oceanog. São Paulo**, v. 22, p. 59-92.

UNESCO. 1973. **International Oceanographic Tables**. Wormly, v. 2,p. 141.

Vollenweider, R. A., Giovanardi, F., Montanari, G.; Rinaldi, A. 1998. **Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: Proposal of a trophic scale, turbidity and generalized water quality index**. *Environmetrics*, 9:329 – 357.

Xu, J., 2013 **Transport and retention of nitrogen, phosphorus and carbon in North America's Largest river Swamp Basin, the Atchafalaya River Basin**. *Water*, v.5, p.379-393.

CAPÍTULO 3

DINÂMICA SAZONAL DE NUTRIENTES EM ESTUÁRIO AMAZÔNICO

MOURÃO et al., 2017

Artigo submetido para o Boletim do Instituto de Pesca (BIP)

Comitê Editorial do Instituto de Pesca

ISSN: 1678-2305

WEBQUALIS: B1 na área de Zootecnia e Recursos Pesqueiros;

Índice de impacto no JCR: 0,525

Situação: em avaliação

3.1. INTRODUÇÃO

As variações nos ecossistemas naturais hoje exigem uma atenção da sociedade para a água, pois o risco de desabastecimento não é um problema localizado, é uma questão nacional.

Nesse cenário preocupado com a qualidade da água, o Brasil se faz presente já que possui uma grande extensão geográfica, e o estado do Pará é o segundo maior em extensão. O sistema hidrográfico composto pelos rios da Amazônia é de vital importância para garantir a biodiversidade aquática, a vida econômica e social da região Norte (ANA, 2015).

O litoral do estado do Pará possui o seu sistema hidrográfico e suas áreas de produção pesqueira distribuída nos 98.292 km² de águas interiores; 70.000 km² de plataforma continental; 67.972 km² de área oceânica e 562 km² de linha de costa (IBGE, 2012). Desta forma, a preocupação com a degradação destes ambientes aquáticos tem crescido no meio científico, sendo necessário realizar estudos e ampliar os conhecimentos sobre o assunto.

Dentre os vários recursos hídricos altamente energéticos destacam-se os estuários, ambientes de transição entre os ambientes fluviais e marinhos, onde um ou mais rios encontram o mar, e as forças de ambos atuam controlando a dinâmica e a distribuição das propriedades químicas, físicas, biológicas e sedimentares (VERONEZ et al., 2009; FEITOSA et al., 2014). Naturalmente os estuários são altamente complexos e produtivos, especialmente devido às características hidrodinâmicas de circulação, que estimulam a produtividade primária local, aprisionando nutrientes e organismos fitoplanctônicos (RICHI, 2010; FEITOSA et al., 2014).

Em geral, os estuários amazônicos são dominados por macromarés (< 5,6 m) e bem misturados (SOUZAFILHO et al., 2009, DHN, 2013). Os canais-de-maré inundam e drenam o manguezal na enchente e na vazante das marés de sizígia. Além das marés, a sazonalidade regional também influencia a qualidade das águas estuarinas. No período de chuvas, a drenagem

continental também influi na qualidade das águas estuarinas e no transporte de nutrientes e material particulado (GOMES et al., 2013).

Dessa forma, a fim de monitorar os impactos nos ambientes estuarinos, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar o efeito da sazonalidade na qualidade física, química e biológica da água, e a distribuição espacial no furo do Muriá, que apresenta área de manguezal, de efluentes domésticos, de embarcações, de entrada de águas dos rios Mocajuba e Curuçá, fatores que podem modificar a qualidade de suas águas tão importante para a sobrevivência da comunidade local, no município de Curuçá.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

O Furo do Muriá (Fig. 1) está localizado no estuário do Rio Curuçá, município de Curuçá, Pará (Nordeste Paraense). Limita - se ao Norte com o Oceano Atlântico; ao Leste com o município de Marapanim; ao Sul com o município de Terra Alta; ao Oeste com o município de São Caetano de Odivelas e São João da Ponta (PARÁ, 2014). O clima do Município insere-se na categoria equatorial Amazônico, do tipo Am da classificação de Köppen. Temperaturas elevadas, com média de 27° C, e precipitações abundantes que ultrapassam os 2.000 mm anuais, sendo os meses mais chuvosos de janeiro a junho, e menos chuvosos, de julho a dezembro (FIGUEIREDO; FURTADO; CASTRO, 2009).

O Furo do Muriá é formado pelo rio Mocajuba e rio Curuçá, com influência de igarapé e tributários menores (LIMA, 2014), banha a localidade Beira Mar. A altura máxima de maré possui um alcance de cerca de 4 m, podendo atingir valores superiores nas marés equinociais de sizígia. As fortes correntes atingem velocidades que variam de 1,9 a 2,1 nós (MÁCOLA & EL-ROBRINI, 2004).

O Furo do Muriá é comumente chamado de rio Muriá, entretanto, segundo Coelho (1988), rios são correntes de água que circulam pelos continentes, podendo se originar de fontes ou nascentes, águas da chuva e outras características físicas como: *i)* cabeceira; *ii)* curso superior; *iii)* curso médio; *vi)* curso inferior. Portanto, a partir dessas características relacionadas, pode-se verificar que a área estudada não se enquadra na condição de rio por não apresentar tais características. Dessa forma a área estudada é considerada como furo, acidente hidrográfico que permite a ligação entre as águas da área estudada ao rio Mocajuba e o rio Curuçá.

O Furo do Muriá apresenta extensa área de mangue que permite uma das fontes de alimentos dos moradores das comunidades ao entorno, trechos com grande extensão entre as margens e assim permitindo a circulação de embarcações, suas águas tão importantes economicamente e

socialmente para a sobrevivência da comunidade local (Pará, 2014).

As coletas de água foram realizadas em 21 pontos distribuídos ao longo do Furo do Muriá (Curuçá-PA) (Fig. 1), nos meses de fevereiro, março, outubro e novembro de 2015 (considerando a sazonalidade), durante a maré vazante e maré enchente, na camada superficial da água.

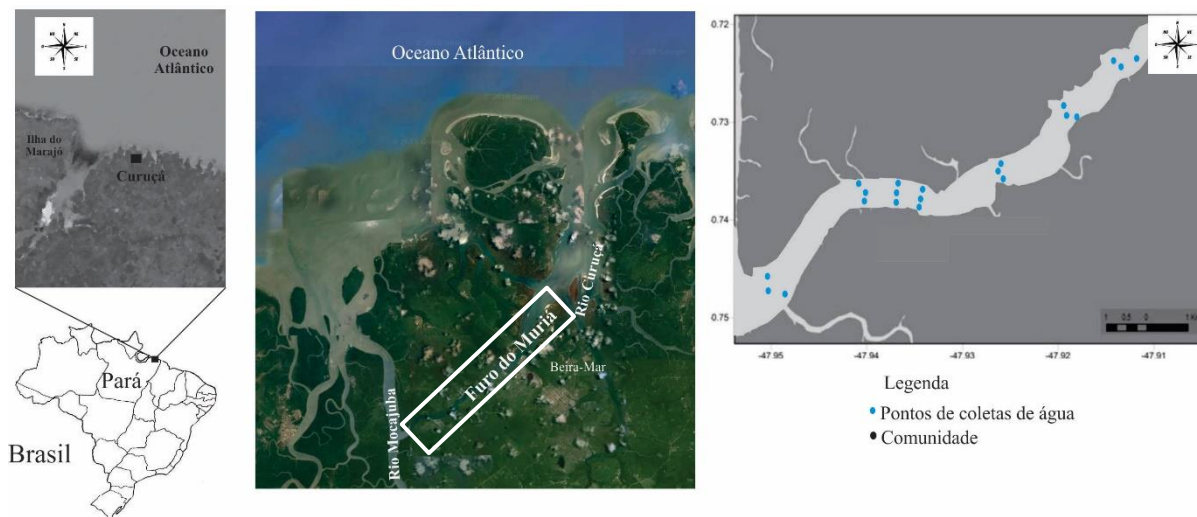


Figura 1. Mapa de localização dos pontos de coleta no Furo do Muriá, Município de Curuçá, PA, Brasil.
Fonte: Autora.

No momento da coleta foram obtidos os dados de temperatura, salinidade, pH, condutividade elétrica e turbidez com a utilização de uma sonda multiparamétrica da marca HANNA modelo HI9829. Para as demais análises as amostras de água foram encaminhadas para o Laboratório de Química Ambiental (LQA), da Universidade Federal Rural da Amazônia. A análise de Oxigênio Dissolvido – OD foi determinada pelo método de Winkler descrito em STRICKLAND E PARSONS, (1972), a Taxa de saturação do OD% pela International Oceanographic Tables (UNESCO, 1973), os nutrientes (Fosfato, Nitrito, Nitrato,) por (GRASSHOF et al., 1983), o N-amoniaco por Nessler, adaptado de APHA, (1995) e Clorofila-*a* – Cl *a* espectrofotometria descrito em TEIXEIRA, (1973).

A estatística descritiva (valor mínimo, máximo, média e desvio padrão) foi aplicada a todas as variáveis abióticas e bióticas da água. A normalidade dos dados foi testada através do teste de Shapiro-Wilk. Para identificar diferenças espaciais nas variáveis analisadas foi aplicado Anova um fator, enquanto para uma análise temporal aplicou-se o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, sendo feito o teste de Dunn a posteriori.

Enquanto, o teste não-paramétrico de Mann-Whitney foi utilizado para identificar a diferença significativa das variáveis analisadas entre os períodos chuvoso e menos chuvoso e entre marés. Para elucidar como as variáveis analisadas se comportam, se aplicou uma análise

de componente principal (PCA). Os dados foram padronizados por ranging, e após a padronização os valores de cada coluna variaram entre 0 e 1 (MILLIGAN; COOPER, 1985). A PCA foi efetuada em uma matriz de correlação, e os eixos fatoriais analisados foram aqueles que apresentaram valores significativamente mais elevados do que os produzidos por matrizes da mesma dimensão bootstrapped 1000 vezes (PERES-NETO et al., 2005). Para complementar o resultado obtido pela PCA, utilizou-se a correlação de Spearman para demonstrar o quanto essas variáveis se relacionam. Ambas as análises estatísticas tiveram poder de 5% e foram realizadas no software PAST versão 3.02 (HAMMER et al., 2001).

3.3. RESULTADOS

Durante o período de estudo a salinidade variou de 13,17 a 36,80 ($26,02 \pm 8,56$), condutividade elétrica de $21730 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ a $55500 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, pH de 7,14 a 9,95 ($8 \pm 0,43$), temperatura de 27°C a 29°C ($28 \pm 0,56$), turbidez de 1 UNT a 218 UNT (36 ± 30), oxigênio dissolvido de $2 \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ a $4 \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ($3,1 \pm 0,6$), taxa de saturação de oxigênio dissolvido de 46% a 105% (74 ± 15), fosfato de $0 \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ a $0,6 \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ($0,055 \pm 0,049$), nitrito de $0,0007 \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ a $0,1334 \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ($0,0093 \pm 0,0113$), nitrato de $0 \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ a $0,81 \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ($1,02 \pm 0,2$), N-amoniacal de $0,02 \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ a $2,75 \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ($1,02 \pm 0,83$), clorofila *a* de $0,0033 \text{mg}\cdot\text{m}^3$ a $197 \text{mg}\cdot\text{m}^3$ ($17,08 \pm 27$). A média mensal das variáveis analisadas pode ser visualizada na tabela 1, observa-se que as variáveis tiveram diferença significativa entre os meses de estudo ($p < 0,05$), tendendo a um padrão sazonal, exceto N-amoniacal que teve diferença entre todos os meses.

Tabela 1: Variação média \pm desvio dos parâmetros Salinidade (Sal), Condutividade elétrica (CE), Temperatura $^\circ\text{C}$ (Temp), Oxigênio dissolvido (OD), Taxa de oxigênio dissolvido (%OD), Fosfato (Fosf), Nitrito (NO_2), Nitrato (NO_3), N-amoniacal (N-Amo), Clorofila-a (Cl-a) no período de fevereiro a março de 2015 e outubro a novembro de 2015.

Variável	Fevereiro	Março	Outubro	Novembro
Sal	$20,78 \pm 0,99^a$	$14,99 \pm 1,55^b$	$33,23 \pm 1,86^c$	$35,09 \pm 1,42^c$
CE ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	$32903,33 \pm 2481^a$	$24733,81 \pm 2361^b$	$50836,90 \pm 2527^c$	$53161,90 \pm 1904^d$
pH	$7,50 \pm 0,2112^a$	$7,98 \pm 11,89^b$	$8,30 \pm 0,33^c$	$8,26 \pm 0,19^c$
Temp ($^\circ\text{C}$)	$27,85 \pm 0,19^a$	$27,86 \pm 0,13^a$	$28,89 \pm 0,35^b$	$28,85 \pm 0,18^b$
Turb (UNT)	$33,55 \pm 15,26^a$	$71,33 \pm 37,25^b$	$25,21 \pm 11,23^a$	$14,45 \pm 10,76^c$
OD ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$2,75 \pm 0,33^a$	$2,64 \pm 0,35^a$	$3,39 \pm 0,33^b$	$3,87 \pm 0,36^c$
OD%	$0,64 \pm 0,07^a$	$0,59 \pm 0,08^a$	$0,85 \pm 0,08^b$	$0,89 \pm 0,04^b$
Fosf ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$0,06 \pm 0,02^a$	$0,04 \pm 0,09^b$	$0,06 \pm 0,01^a$	$0,06 \pm 0,02^a$
NO_2 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$0,01 \pm 0,007^a$	$0,01 \pm 0,019^a$	$0,0059 \pm 0,004^b$	$0,0081 \pm 0,006^b$
NO_3 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$0,14 \pm 0,08^a$	$0,51 \pm 0,14^b$	$0,11 \pm 0,14^a$	$0,10 \pm 0,08^a$
N-Amo ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$0,75 \pm 1,03^a$	$1,16 \pm 0,61^b$	$0,43 \pm 0,01^{ac}$	$1,76 \pm 0,59^d$
Cl-a $\text{mg}\cdot\text{m}^3$	$31,54 \pm 39,56^a$	$13,13 \pm 20,15^{ab}$	$11,50 \pm 16,71^{bc}$	$12,19 \pm 23,11^c$

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha significam diferença estatística entre as mesmas segundo o teste Kruskal-Wallis seguido de teste de Dunn (5%).

Fonte: Autora.

Os maiores valores de salinidade, CE, pH, oxigênio dissolvido e taxa de saturação de OD% foram significativas no período menos chuvoso ($p < 0,05$) (Tabela 1). Contudo a turbidez, o fosfato, o nitrato e a clorofila *a* foram significativamente superiores no período mais chuvoso ($p < 0,05$) (Tabela 2). A variável N- amoniacal não apresentou diferença estatística significativa entre períodos ($p > 0,05$) afirmando que não teve uma influência sazonal (Tabela 2).

Levando em consideração as marés, as concentrações de salinidade, CE e clorofila-a foram mais elevadas significativamente durante a maré enchente ($p < 0,05$). Ocorrendo o oposto com a turbidez, que foi mais elevada durante as marés de vazante ($p < 0,05$). Os parâmetros fosfato e N-amoniacal não apresentaram diferença significativa entre marés ($p > 0,05$) (Tabela 2).

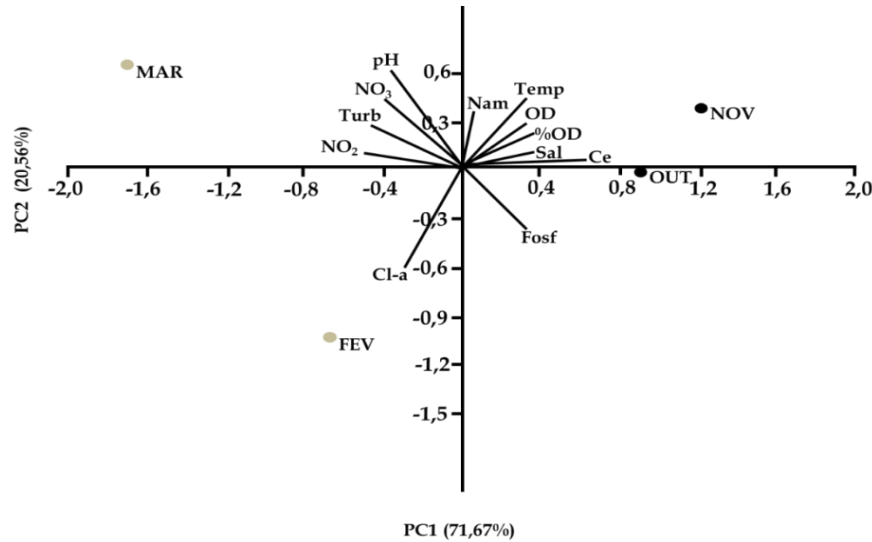
Tabela 2: Resultados dos testes de análise estatística das variáveis físicas, químicas e biológica no furo do Muriá separados conforme a sazonalidade da região e em função da maré.

Variáveis Dependentes	Fonte das variáveis	n	p	Significância	n	p	Fonte das variáveis	Significância
Salinidade	Sazonalidade	168	$p < 0,05$		168	$p < 0,05$	Maré	
CE ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)		168	$p < 0,05$		168	$p < 0,05$		
Ph		168	$p < 0,05$		168	$p < 0,05$		
T ($^{\circ}\text{C}$)		168	$p < 0,05$		168	$p < 0,05$		
Turb (UNT)		168	$p < 0,05$		168	$p < 0,05$		
OD ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)		168	$p < 0,05$		168	$p < 0,05$		
OD%		168	$p < 0,05$		168	$p < 0,05$		
Fosfato ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)		168	$p < 0,05$		168	$p > 0,05$		Enchente > Vazante
Nitrito ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)		168	$p < 0,05$		168	$p < 0,05$		
Nitrato ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)		168	$p < 0,05$		168	$p < 0,05$		
N-Amonia ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)		168	$p > 0,05$	Chuvoso < M. Chuvoso	168	$p > 0,05$		Enchente < Vazante
Cl <i>a</i> ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$)		168	$p < 0,05$		168	$p < 0,05$		

Fonte: Autora.

A PCA confirma que a sazonalidade possui forte influência sobre as variáveis ambientais no furo do Muriá, onde se observa dois grupos distintos, que se referem aos períodos chuvoso e menos chuvoso. O primeiro eixo foi significativo e concentrou 71,67% da variância total, sendo que as variáveis pH, nitrito, nitrato, turbidez e clorofila-a aumentam no período chuvoso (Figura 2), sendo o padrão sazonal mais forte sobre a temperatura (0,3837), taxa de saturação de oxigênio dissolvido (0,3572), condutividade elétrica (0,3514) e salinidade (0,3494).

Figura 2: Representação gráfica do plano fatorial do primeiro e segundo eixo da análise de componente principal (PCA) dos dados no período de fevereiro e março/15 (estação chuvosa) e outubro e novembro/15 (estação menos chuvosa). Salinidade (Sal), Condutividade elétrica (CE), Temperatura °C (Temp), Oxigênio dissolvido (OD), Taxa de oxigênio dissolvido (%OD), Fosfato (Fosf), Nitrito (NO₂), Nitrato (NO₃), N-amoniacal (N-Amo), Clorofila-a (Cl-a).



A maioria das variáveis analisadas teve correlação significativa ($p < 0,05$), contudo, o N-amoniacal não obteve correlação com a maioria das variáveis (salinidade, Condutividade elétrica, turbidez, taxa de oxigênio dissolvido e o fosfato) ($p > 0,05$), conforme visualizado na tabela 3.

Tabela 3: Correlação de Spearman (rs) entre as variáveis analisadas no furo do Muriá. Salinidade (Sal), Condutividade elétrica (CE), Temperatura °C (Temp), Oxigênio dissolvido (OD), Taxa de saturação de oxigênio dissolvido (%OD), Fosfato (Fosf), Nitrito (NO₂), Nitrato (NO₃), N-amoniacal (N-Amo), Clorofila-a (Cl-a).

Variáveis	Sal	CE	Ph	Temp	Turb	OD	%OD	Fosf	NO ₂	NO ₃	N-Amo
Sal											
CE	0,99*										
Ph	0,53*	0,53*									
Temp	0,68*	0,68*	0,46*								
Turb	-0,74*	-0,74*	-0,33*	-0,54*							
OD	0,87*	0,87*	0,56*	0,66*	-0,71*						
%OD	0,87*	0,87*	0,56*	0,70*	-0,67*	0,97*					
Fosf	0,27*	0,27*	-0,03	0,40*	-0,17*	0,23*	0,29*				
NO ₂	-0,52*	-0,53*	-0,36*	0,02	0,25*	-0,44*	-0,40*	0,03			
NO ₃	-0,78*	-0,78*	-0,29*	-0,31*	0,57*	-0,61*	-0,60*	-0,21*	0,70*		
N-Amo	0,05	0,04	0,21*	0,24*	-0,10	0,22*	0,15	-0,14	0,30*	0,27*	
Cl- a	-0,41*	-0,40*	-0,26*	-0,08	0,41*	-0,38*	-0,37*	-0,11	0,40*	0,33*	0,06

*significativo a $p = 0,05$.

Fonte: Autora.

3.4. DISCUSSÃO

No ano de 2015 a precipitação acumulada no município de Curuçá atingiu 2.428 mm, que é da mesma ordem de grandeza das condições normais para à Mesorregião do Nordeste paraense e para Microrregião do Salgado, com precipitações abundantes que ultrapassam os 2.000 mm anuais (ANA, 2015). Os meses do período menos chuvoso apresentaram volume de precipitação total de 316,3 mm, destaque para os meses com menor volume de agosto a dezembro. Enquanto, o período chuvoso apresentou 2111,6 mm de chuva, com os maiores volumes nos meses de março e abril.

As alterações nos volumes de precipitação no Município de Curuçá, nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril refletem a influência do fenômeno El Nino, no ano de 2015. De acordo com ALVES et al., (1997) e RAMOS et al., (2015) esse fenômeno tem forte influência no clima do Brasil, principalmente no volume da precipitação, que pode aumentar ou diminuir.

O Furo do Muriá tem influência do rio Curuçá, rio Mocajuba e Oceano Atlântico, possui marés do tipo semidiurna, dominada por um regime de meso a macromarés (Mácola & El-Robrini, 2004), o nível médio de maré variou entre 3,22m e 0,3m no período menos chuvoso e 4,05 e -0,09 no período chuvoso.

Diante das características sazonais, observa-se que as chuvas têm uma forte influência sobre a disponibilidade de nutrientes na coluna d'água, aumento da concentração de clorofila *a*, redução do teor dos sais dissolvidos e menor salinidade (PEREIRA et al., 2010; GOMES et al., 2013). Por outro lado, a inundação dos manguezais adjacentes contribuiu para o aumento da carga de sedimentos, de nutrientes e de matéria orgânica particulada e dissolvida, que é transportada pelos canais-de-maré ao estuário, aumentando, assim, a biomassa fitoplanctônica, expressa em clorofila *a* (PARDAL et al., 2011; PAMPLONA et al., 2013).

Devido a esses fatores, o aumento da concentração de clorofila *a* pode ser percebido no Furo do Muriá, durante o período chuvoso, assim como os menores valores de salinidade, o que refletiu a diluição das águas. Também nesse período as águas oriundas dos rios Curuçá e Mocajuba favoreceram as maiores concentrações de turbidez, nitrato e fosfato. A influência e importância que a precipitação pluviométrica exerce sobre parâmetros físico-químicos e biológicos no ambiente aquático, são relatadas desde a década de 50. Em regiões estuarinas as variações sazonais dos parâmetros são bem evidenciadas (PEREIRA et al., 2010; ALVES et al., 2012), semelhantes ao Furo do Muriá, trabalhos feitos por ALMEIDA (2009), SILVA (2011) e LIMA et al. (2014), descrevem a diminuição da salinidade durante período chuvoso.

As maiores concentrações de Salinidade, Condutividade elétrica, pH, Oxigênio dissolvido, taxa de saturação de OD no período menos chuvoso pode ser favorecido pelas águas costeiras

que influenciam a qualidade das águas estuarinas (MOURA & NUNES, 2016). As reduções sazonais entre o período chuvoso e menos chuvoso e as variações longitudinais nas concentrações de nutrientes já era um comportamento esperado, pois esse estuário está sujeito a intensa influencia: da vegetação, rica em biodiversidade, notadamente em bactérias oxidantes (produzem nitrato) e redutoras (produzem predominantemente amônia); das águas costeiras, menos enriquecidas de nutrientes; e do consumo pelo fitoplâncton.

O n-amoniaco foi a espécie predominante entre os compostos nitrogenados, que apresentou concentrações estáveis e distribuiu-se linearmente em todo o estuário. Sua variação longitudinal pode estar relacionada ao processo de nitrificação, com o n-amoniaco resultante da conversão do nitrato ou nitrito, tornando as concentrações desta forma relativamente mais baixas. Este processo pode ter sido controlado pelo aporte dos sedimentos do fundo, uma vez que ao longo das margens do furo que ficam do lado da comunidade Beira Mar tem-se as menores profundidades (MONTEIRO, 2015).

No presente trabalho verificou-se efeito significativo dos movimentos das marés de sizígia na qualidade da água do furo do Muriá, provavelmente devido ao processo de mistura da drenagem da área de mangue para as águas do furo, em que a água se encontra não homogênea, com alterações diurnas da salinidade, CE e clorofila *a* na maré enchente. Já para a maior concentração de turbidez a maré de maior destaque foi na vazante, segundo BARLETTA et al., 2010, os canais-de-maré transportam constantemente nutrientes e matéria orgânica entre o manguezal e o estuário, devido às características hidrológicas e geomorfológicas predominantes. Esses canais inundam e drenam o manguezal na enchente e na vazante das marés de sizígia e promovem o aumento de material particulado em suspensão que causa o aumento da concentração de turbidez principalmente na maré vazante (GOMES et al., 2013).

A concentração elevada de turbidez no período chuvoso e na maré vazante no furo do Muriá, foi semelhante ao encontrado por autores em regiões de estuário da região do nordeste paraense como o descrito no trabalho de PALHETA et al., 2012 (estuário de Curuçá – PA) o descrito por MOURA & NUNES, 2016 (sistema estuarino do Caeté, Bragança – PA), SOUZA et al., 2009 (Estuário do rio Cachoeira, Nordeste do Brasil).

Além da turbidez movimento das marés foi a forte responsável por variações observadas na salinidade, condutividade elétrica, fósforo e clorofila *a*. Na maré enchente, as águas do furo do Muriá apresentaram-se oxigenadas, com pH levemente alcalino devido ao aporte de águas costeiras. Essas águas são mais límpidas, com menores concentrações de matéria orgânica e mais oxigenadas, em razão da circulação e da mistura (GRECO et al., (2004); MOURA & NUNES, (2016)).

3.5. CONCLUSÕES

No município de Curuçá a precipitação pluviométrica refletiu a sazonalidade climática típica da região, com duas estações bem definidas: chuvosa e menos chuvosa.

Os valores mínimos, máximos, médias e desvio padrão dos parâmetros abióticos e clorofila a ao longo do Furo do Muriá, foram separados conforme a sazonalidade da região e em função da maré. A influência e importância que a precipitação pluviométrica exerce sobre parâmetros físico-químicos e biológicos no ambiente aquático, são relatadas desde a década de 50. Logo mais uma vez pode se verificar a influência do volume de precipitação na questão de diluição ou concentração de parâmetros ao longo do Furo.

No furo do Muriá, as variáveis ambientais apresentaram diferenças significativas entre os períodos analisados. Com exceção da variável N- amoniacal que não apresentou diferença estatística significativa entre períodos ($p>0,05$) afirmando que não teve uma influência sazonal.

As características ambientais estudadas no Furo do Muriá confirmam a influência do movimento das marés. O efeito da sazonalidade que pode restringir à variação dos parâmetros de qualidade do ambiente, logo indica a relevância do monitoramento do ambiente, para servir como ferramentas de planos de implantação de políticas públicas locais visando o melhoramento do saneamento básico para população.

3.6. AGRADECIMENTOS

Ao programa de Pós-graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais–AqRAT, com o incentivo acadêmico para o desenvolvimento da pesquisa que resultou em uma resposta para a sociedade. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) o apoio financeiro através de bolsa. O Laboratório de Química Ambiental da UFRA, pela disponibilização acadêmica e desenvolvimento científico.

REFERÊNCIAS

Almeida, J. B. A., 2009. **Efeito de características ambientais no uso dos canais - de - maré por três espécies de peixes bentófagos durante o período transição-seca no estuário de Curuçá (Pará-Brasil)**. Programa de pós-graduação em ecologia aquática e pesca. 22: 20-26.

Alves, M. B.; Souza, E. B.; Repelli, C. A.; Vitorino, M. I.; Ferreira, N. S., 1997. Episódios de La Niña na bacia do oceano pacífico e equatorial e a distribuição sazonal e intrasazonal das chuvas no setor norte do nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**. 12(1): 63-76.

Alves, I. C. C.; EL-Robrini, M.; Santos, M. L. S.; Monteiro, S. M.; Barbosa, L. P. F.; Guimarães., J. T. F. 2012 Qualidade das águas superficiais e avaliação do estado trófico do Rio Arari (Ilha de Marajó, norte do Brasil). **Acta amazônica**.42: 115-124.

Agência Nacional das Águas. ANA., 2015. **Rede Nacional para Monitorar Qualidade das Águas**. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticia.aspx?id_noticia=124 29>. Acesso em: 13 de dezembro.

APHA 1995– American Public Health Association. **Standart Methods for the examination of water and wastewater**. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Enviromental Federation, 21th ed., Washington: 1120.

Barletta, M.; Jaureguizar, A. J.; Baigun, C.; Fontoura, N.F.; Agostinho, A.A.; Almeida-Val, V.M.F.; VAL, A.L.; Torres, R. A.; Jimenes-Segura, L. F.; Giarrizzo T.; Fabré, N. N.; Batista, V. S., Lasso, C. ; Taphorn, D. C.; Costa, M. F.; Chaves, P. T.; Vieira, J. P.; Corrêa, M. F. M. 2010 Fish and aquatic habitat conservation in South America: a continental overview with emphasis on neotropical systems. **Journal of Fish Biology**, 76: 2118-2176.

Cheng, F., Song, X., YU, Z., Liu, D., 2012. Historical records of eutrophication in Changjiang (Yangtze) river estuary and its adjacent East China sea. **Biogeosciences Discuss**. 9. 6261-6291.

Coelho, H. N. M. A. 1988 **Geografia Geral**. Revisão Ampliada. Org. 2: 9-12

Costa, A.K.R.; Pereira, L.C.C.; Costa, R.M.; Monteiro, M.C.; Flores-Montes, M.J. 2013 Oceanographic processes in an Amazon estuary during an atypical rainy season. **Journal of Coastal Research**, Special Issue, 11041109.

DE, T. K., DE, M. DAS. S., Chowdhury, C., Ray, R., Jana, T. K., 2011. Phytoplankton abundance in relation to cultural eutrophication at the land-ocean boundary of Sunderbans. NE Coast of Bay of Bengal. Índia. **J. Environ. Stud. Sci**. 1. 169-180.

DHN – **Diretoria de Hidrografia e Navegação, Marinha do Brasil**. 2013. Disponível em: <<http://www.mar.mil.br/dhn/chm/boxprevisao-mare/tabuas/index.htm>>. Acesso em: 21 de janeiro de 2013.

Feitosa, F. A. N.; Montes, M. de J. F.; Melo, D. C. da M.; Santana, J. R. de.; Silva, L. M. da.; Filho, S. J. 2014 Condições ambientais do estuário do rio Timbó (Pernambuco-Brasil): biomassa fitoplanctônica e algumas variáveis ambientais. **Tropical Oceanography**, 42(2): 156-169.

Figueiredo, E. M; Furtado, L. G; Castro, E. R. 2009 Trabalhadores da Pesca e a Reserva Extrativista Marinha Mãe Grande de Curuçá: Impactos socioambientais da rodovia PA- 136. **Amazônia: Ci. & Desenv**. 12-16.

Gomes, V.J.C.; Freitas, P.T.A.; ASP, N.E. 2013 Dynamics and seasonality of the midle sector of a macrotidal estuaries. **Journal of Coastal Research**, Special Issue: 1140-1145.

Grasshoff, K.; Ehrardt, M. & Kremling, K. 1983. Methods of seawater analysis. Weinhein. **Verlag Chemie**, 419.

Greco, C.K.S.; Feitosa, F.A.N.; Silva, M.H.; Montes, M.J.F. 2004 Distribuição espacial e sazonal da clorofila fitoplanctônica do estuário rio Timbó (Paulista-PE). **Tropical Oceanography**, 32, 181-199.

Hammer, Ø.; Harper, D. A. T. & Ryan, P. D. PAST 2001 Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontol. Electron.** 4, 1: 1-9.

IBGE. **Banco de dados online.** Cidades@ Curuçá - PA. 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesar/painel/painel.php?codmun=150290>>. Acessado em: 05/06/2015.

Lima, M. W.; Alves, M. A. M. S.; Santos, M. L. S.; Ribeiro, A. M.; Santos, E. T. & Nunes, D. M. 2014 Influência do Ciclo de Maré na Variação dos Parâmetros FísicoQuímicos no Estuário do Rio Curuçá, Nordeste Paraense. **Bol. Téc. Cient. Cepnor.** 14 (1): 09 – 15.

Mácola, G. & M. EL-Robrini, 2004. “**Ilha dos Guarás (Mariteua) - Município de Curuçá (NE do Pará): aspectos físicos, meteorológicos e oceanográficos**”. Companhia Docas do Pará - CDP (Relatório Final - Cartografia, Hidrografia e Digitalização - CHD & Grupo de Estudos Marinhos e Costeiros - GEMC).

Milligan; Cooper, 1985 Mehlig, U. 2011. Aspects of tree primary production in na equatorial mangrove florest in Brazil. **ZMT-Contribution**, 14-155.

Monteiro, M.C.; Pereira, L.C.C.; Oliveira, S.M.O. 2009 Morphodynamic changes of a macrotidal sand beach in the Brazilian Amazon coast (Ajuruteua, Pará). **Journal of Coastal Research**, Special Issue, 56: 103-107.

Monteiro, S. M.; EL-Robrini, M.; Alves, I. C. C. 2015 **Dinâmica sazonal de nutrientes em estuário Amazônico.** Mercator, Fortaleza, 14(1): 151-162.

Moura H. T. G. de S.; Nunes, Z. M. P. 2016 Caracterização sazonal das águas do sistema estuarino do Caeté (Bragança-PA). **Bol. Inst. Pesca, São Paulo**, 42(4): 844-854

Palheta, G. D. A.; Takata, R.; Palheta, H. G. A.; Melo, N. F. A. C.; Rocha, R. M. & Santos, M. L. S. 2012 Índices de Qualidade da Água como Ferramenta no Monitoramento da Carcinicultura Paraense. **Bol. Téc. Cient. Cepnor**, 12(1): 9 – 15.

Pamplona, F.C.; Paes, E.T.; Nepomuceno, A. 2013 Nutrients fluctuations in the Quatipuru river: A macrotidal estuarine mangrove system in the Brazilian Amazonian basin. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 133: 273-284.

Pará (2014). **Estatística Municipal Curuçá. Secretaria Executiva de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças. Informações gerais.** Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social do Pará (Idesp). Município de Curuçá. Informações gerais. Disponível em <http://www.idesp.pa.gov.br/pdf/estatisticaMunicipal/pdf/Curuca.pdf>. Acesso em 22/02/2015.

Pardal, E.C.; Pereira, L.C.C.; Guimarães, D.O.; Oliveira, S.M.O.; Trindade, W.N.; Costa, R.M. 2011 Influence of oceanography conditions on the spacial and temporal distribution of chlorophyll-a in the coastal Waters of the Brazilian Amazon region (São Luís-MA). **Journal of Coastal Research**, Special Issue, 64: 421-424.

Pereira, M. D.; Siegle, E.; Miranda, L. B.; Schettini, C. A. F. 2010 Hidrodinâmica e transporte de material particulado em suspensão sazonal em um estuário dominado por maré: Estuário de Caravelas (BA). **Revista Brasileira de Geofísica**, v.28, p.427444.

Peres-Neto, P., Legendre, P., Dray, S. & Bocard, D. 2005 Variation partitioning of species data matrices: estimation and comparison of fractions. **Ecology**, 87: 2614-2625.

Ramos, H. DA C., Dallacort, R., Santi, A., Junior, S. S., Queiroz, T. DE M., 2015. Precipitação pluvial de Diamantino-MT em anos de ocorrência de EL Niño, LA Niña e neutros. **Revista Brasileira de Meteorologia.** 30(1): 71 – 80.

- Richi, E. 2010 **Estuário – definição e caracterização**. Aquarismo. Disponível em: <<http://www.aquarismo.info/estuário-definicaocaracterizacao/>>. Acesso em: 17 jun. 2016. Aquarismo.
- Santiago, M. F., Cunha, M. G.G.S., Neumann-Leitão, S., Costa, K. M. P., Palmeira, G. C. B. P., Porto Neto, F. F., Nunes, E. S., 2010. Phytoplankton dynamics in a highly eutrofc estuary in tropical Brazil, *Braz. J. Oceanogr.* 58 (3), 189-205.
- Silva, L. A.; Coelho, L. M.; Rosolen, V.; Coelho, N. M. M.; 2011 Especiação do metal em sedimentos superficiais do rio Uberabinha, em Uberlândia, Estado de MG, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Química.** 22(11): 2094-2100.
- Souza, M. F. L.; Eça, G. F.; Silva, M. A. M.; Amorim, F. A. C.; Lôbo, I. P. 2009 Distribuição de nutrientes dissolvidos e clorofila-a no estuário do rio Cachoeira, Nordeste do Brasil. **Atlântica.** 31(1) 107-121.
- Souza-Filho, P.W.M.; Lessa, G.C.; Cohen, M.C.L.; Costa, F.R.; Lara, R.J. 2009 The subsiding macrotidal barrier estuarine system of the eastern Amazon coast, Northern Brazil. **Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil**, 107: 347375.
- Strickland, J. D. H; Parsons, T. R. 1972 A Practical Handbook of Seawater Analysis. **Bull. Fish. Res. Bd. Canada** 767. 311p.
- Teixeira, C. 1973. Introdução aos métodos para medir a produção primária do fitoplâncton marinho. **Bol. Inst. Oceanog.** 22: 59-92.
- UNESCO. 1973. **International Oceanographic Tables**. Wormly. 2: 141.
- Veronez Júnior, P.; Bastos, A. C.; Quaresma, V. S.; Silva, C. G. 2009 Morfologia e distribuição sedimentary em um sistema estuarino tropical: Baía de Vitória, ES. **Revista brasileira de Geofísica (RGBf).** 27(4): 609-624.

ANEXOS

ANEXO 1

Estuarine, Coastal and Shelf Science In association with the Estuarine Coastal Sciences Association (ECSA)

GUIDE FOR AUTHORS.

Types of paper

Estuarine, Coastal and Shelf Science is an international multidisciplinary journal devoted to the analysis of saline water phenomena ranging from the outer edge of the continental shelf to the upper limits of the tidal zone. The journal provides a unique forum, unifying the multidisciplinary approaches to the study of the oceanography of estuaries, coastal zones, and continental shelf seas. It features original research papers, review papers and short communications treating such disciplines as zoology, botany, geology, sedimentology, physical oceanography. Data reports of mainly local interest are discouraged. An original research paper should not contain more than 8000 words, and no more than 8 figures and 3 tables. A research note/short communication should not contain more than 4,000 words and no more than 3 figures and 1 table. The Journal also welcomes suggestions from leading and internationally renowned scientists for in-depth Reviews and Invited Feature Articles on wideranging and contemporary topics. These Reviews can be approx. 12,000 words but the suggestions should be discussed with one of the Editors-in-Chief in the first instance.

Research areas include: Numerical modelling of estuarine and coastal marine ecosystems; Species distribution in relation to varying environments; Effects of waste disposal; Groundwater runoff and Chemical processes; Estuarine and fjord circulation patterns; Meteorological and oceanic forcing of semi-enclosed and continental shelf water masses; Sea-surface and sea-bed processes; Estuarine and coastal sedimentary processes and geochemistry; Brackish water and lagoon phenomena; Transitional waters.

Up-front rejections of papers submitted to Estuarine, Coastal and Shelf Science

ECSS handles about 1000 papers per year and over 3000 reviewers are involved in assisting the journal each year. As editors we follow the declared guidelines for the journal and we also receive advice and comments from the publishers, and members of the editorial board as well as reviewers. The consistent advice that we have received from everyone is that the editors should reject papers which are likely to be rejected at the beginning of the process rather than sending them out for review, knowing what the answer is likely to be. Over 25% of papers are now rejected at the editorial submission phase.

The papers are subject to an initial technical pre-screening process by the publisher. This process checks on submission format and examines matters such as the provision of suitable keywords and legible figures. It also tries to check up on the standard of English, as it is totally inappropriate to expect a reviewer to undertake linguistic revision.

The pre-screening process however makes no judgement on the suitability of the paper for ECSS. This judgement is made by one of the editors who will up-front reject a paper judged unsuitable without going to review. These up-front rejections are due to three principal reasons: Firstly, we receive several papers each year that have been submitted to the "wrong journal". We have received, for example, papers on inland freshwater lakes or palaeontology, and other topics which are clearly beyond the scope of the journal. As a simple guide, if there is no mention of any previous ECSS paper in the reference list, it strongly suggests that the paper has been submitted to the wrong journal.

Secondly, papers that are "data reports" or "reports of local interest" will be rejected up-front. Papers in this category may describe a particular estuary in great detail, but fail to advance estuarine, coastal and shelf science. The overwhelming feeling when reading such a paper is "so-what!"

Thirdly, other reasons for up-front rejection can be a lack of a valid Discussion which integrates the study with the peer-reviewed literature or else relies on excessive self-citation, or a lack of appropriate statistical analysis, or purely statistical analyses without considering processes.

By up-front rejection we hope to give the authors a chance to quickly submit to a more appropriate journal. We do accept that we will sometimes make mistakes in this process, but we do this to protect the reviewers by offering them only relevant papers that are potentially publishable in ECSS. Upfront rejected papers will not be reconsidered for publication and we have a similar policy for papers rejected after review.

Submission checklist: You can use this list to carry out a final check of your submission before you send it to the journal for review. Please check the relevant section in this Guide for Authors for more details.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded: Manuscript:

- Include keywords
- All figures (include relevant captions)
- All tables (including titles, description, footnotes)
- Ensure all figure and table citations in the text match the files provided
- Indicate clearly if color should be used for any figures in print Graphical Abstracts / Highlights files (where applicable) Supplemental files (where applicable) Further considerations
- Manuscript has been 'spell checked' and 'grammar checked'
- All references mentioned in the Reference List are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)
- Relevant declarations of interest have been made
- Journal policies detailed in this guide have been reviewed
- Referee suggestions and contact details provided, based on journal requirements

BEFORE YOU BEGIN

Ethics in publishing: Please see our information pages on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication.

Declaration of interest: All authors are requested to disclose any actual or potential conflict of interest including any financial, personal or other relationships with other people or organizations within three years of beginning the submitted work that could inappropriately influence, or be perceived to influence, their work. More information.

Submission Declaration and Verification: Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service CrossCheck <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>. The cover letter must include a declaration that all authors agree to the submission

Contributors Each author is required to declare his or her individual contribution to the article: all authors must have materially participated in the research and/or article preparation, so roles for all authors should be described. The statement that all authors have approved the final article should be true and included in the disclosure.

Changes to authorship Authors are expected to consider carefully the list and order of authors before submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only before the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such a change, the Editor must receive the following from the corresponding author: (a) the reason for the change in author list and (b) written confirmation (e-mail, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed.

Only in exceptional circumstances will the Editor consider the addition, deletion or rearrangement of authors after the manuscript has been accepted. While the Editor considers the request, publication of the manuscript will be suspended. If the manuscript has already been published in an online issue, any requests approved by the Editor will result in a corrigendum.

Copyright: upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (see more information on this). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and

translations. If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases.

For open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete an 'Exclusive License Agreement' (more information). Permitted third party reuse of open access articles is determined by the author's choice of user license.

Author rights: as an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. More information. Elsevier supports responsible sharing Find out how you can share your research published in Elsevier journals.

Role of the funding source: you are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated. Funding body agreements and policies Elsevier has established a number of agreements with funding bodies which allow authors to comply with their funder's open access policies. Some funding bodies will reimburse the author for the Open Access Publication Fee.

Open access: this journal offers authors a choice in publishing their research: Open access

- Articles are freely available to both subscribers and the wider public with permitted reuse.
- An open access publication fee is payable by authors or on their behalf, e.g. by their research funder or institution.

Subscription

- Articles are made available to subscribers as well as developing countries and patient groups through our universal access programs.

• No open access publication fee payable by authors. Regardless of how you choose to publish your article, the journal will apply the same peer review criteria and acceptance standards. For open access articles, permitted third party (re)use is defined by the following Creative Commons user licenses:

Creative Commons Attribution (CC BY) Lets others distribute and copy the article, create extracts, abstracts, and other revised versions, adaptations or derivative works of or from an article (such as a translation), include in a collective work (such as an anthology), text or data mine the article, even for commercial purposes, as long as they credit the author(s), do not represent the author as endorsing their adaptation of the article, and do not modify the article in such a way as to damage the author's honor or reputation.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs (CC BY-NC-ND) For non-commercial purposes, lets others distribute and copy the article, and to include in a collective work (such as an anthology), as long as they credit the author(s) and provided they do not alter or modify the article.

The open access publication fee for this journal is USD 3000, excluding taxes. Learn more about Elsevier's pricing policy: <https://www.elsevier.com/openaccesspricing>.

Green open access: authors can share their research in a variety of different ways and Elsevier has a number of green open access options available. We recommend authors see our green open access page for further information. Authors can also self-archive their manuscripts immediately and enable public access from their institution's repository after an embargo period. This is the version that has been accepted for publication and which typically includes author-incorporated changes suggested during submission, peer review and in editor-author communications. Embargo period: For subscription articles, an appropriate amount of time is needed for journals to deliver value to subscribing customers before an article becomes freely available to the public. This is the embargo period and it begins from the date the article is formally published online in its final and fully citable form. Find out more. This journal has an embargo period of 24 months.

Elsevier Publishing Campus The Elsevier Publishing Campus (www.publishingcampus.com) is an online platform offering free lectures, interactive training and professional advice to support you in publishing your research. The College of Skills training offers modules on how to prepare, write and structure your article and explains how editors will look at your paper when it is submitted for publication. Use these resources, and more, to ensure that your submission will be the best that you can make it.

Submission Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. The system automatically converts source files to a single PDF file of the article, which is used in the peer-review process. Please note that even though manuscript source files are converted to PDF files at submission for the review process, these source files are needed for further processing after acceptance. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, takes place by e-mail removing the need for a paper trail.

In the case of Special Issues, authors should ensure that they submit manuscripts and meet any additional requirements in line with deadlines set by the Guest Editor(s) to ensure that the entire Special Issue can be published in a timely fashion. The above represents a very brief outline of this type submission. It can be advantageous to print this "Guide for Authors" section from the site for reference in the subsequent stages of article preparation.

Note: electronic articles submitted for the review process may need to be edited after acceptance to follow journal standards. For this an "editable" file format is necessary. See the section on "Electronic format requirements for accepted articles" and the further general instructions on how to prepare your article below. Please submit, with the manuscript, the names and addresses of 4 potential Referees. You may also mention persons who you would prefer not to review your paper. After peer review, authors will have a 60 days period for submitting their revised manuscript.

Submit your article Please submit your article via <http://ees.elsevier.com/ecss/>.

When submitting a manuscript, the author must carefully select the type of paper because several options are possible including normal research papers, short contributions, invited feature papers, review papers, invited editorials, and Special Issues. In the case of Special Issues, several Special issues may be in preparation at the same time and therefore authors must careful to select the correct Special Issue.

Referees Please submit, with the manuscript, the names, addresses and current email addresses of four experts on the topic of the manuscript. To fit the broad scope of the journal, possible reviewers should include experts from a range of regional and international locations. You may also mention, with a brief reason, persons whom you would prefer not to review your paper.

PREPARATION NEW SUBMISSIONS

Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. The system automatically converts your files to a single PDF file, which is used in the peer-review process. As part of the Your Paper Your Way service, you may choose to submit your manuscript as a single file to be used in the refereeing process. This can be a PDF file or a Word document, in any format or layout that can be used by referees to evaluate your manuscript. It should contain high enough quality figures for refereeing. If you prefer to do so, you may still provide all or some of the source files at the initial submission. Please note that individual figure files larger than 10 MB must be uploaded separately.

REFERENCES_YPYW

There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s) name(s), journal title/book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof stage for the author to correct.

[dataset] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., Nakashizuka, T., 2015. Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions. Mendeley Data, v1. <http://dx.doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

Formatting requirements There are no strict formatting requirements but all manuscripts must contain the essential elements needed to convey your manuscript, for example Abstract, Keywords, Introduction, Materials and Methods, Results, Conclusions, Artwork and Tables with Captions. If your article includes any Videos and/or other Supplementary material, this should be included in your initial submission for peer review purposes. Divide the article into clearly defined sections. Please ensure the text of your paper is double-spaced and includes page numbers this is an essential peer review requirement.

Figures and tables embedded in text Please ensure the figures and the tables included in the single file are placed next to the relevant text in the manuscript, rather than at the bottom or the top of the file. The corresponding caption should be placed directly below the figure or table.

REVISED SUBMISSIONS

Use of word processing software Regardless of the file format of the original submission, at revision you must provide us with an editable file of the entire article. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the Guide to Publishing with Elsevier). See also the section on Electronic artwork. To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

Article structure **Subdivision - numbered sections** Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2 ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to "the text". Any subsection may be given a brief heading.

Introduction State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference: only relevant modifications should be described.

Theory/calculation: A Theory section should extend, not repeat, the background to the article already dealt with in the Introduction and lay the foundation for further work. In contrast, a Calculation section represents a practical development from a theoretical basis.

Results: Results should be clear and concise.

Discussion This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature. However, if the paper reads better with a combined section and this prevents an undue amount of repetition then we allow a joint section.

Conclusions A short Conclusions section can be presented at the end of the Discussion.

Place Acknowledgements, including information on grants received, before the references in a separate section, and not as a footnote on the title page. Figure captions, tables, figures and schemes should be presented in this order at the end of the article. They are described in more detail below.

Glossary Please supply, as a separate list, the definitions of field-specific terms used in your article if applicable.

Appendices If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

Paper length The paper should not contain more than 8000 words, and not more than 8 figures and 3 tables.

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.

- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lowercase superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.

- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.

- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Abstract A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

Graphical abstract A Graphical abstract is mandatory for this journal. It should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership online. Authors must provide images that clearly represent the work described in the article. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: please provide an image with a minimum of 531×1328 pixels (h \times w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5×13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. You can view Example Graphical Abstracts on our information site. Authors can make use of Elsevier's Illustration and Enhancement service to ensure the best presentation of their images also in accordance with all technical requirements: Illustration Service.

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). You can view example Highlights on information site.

Keywords Authors must provide 4 to 6 keywords plus regional index terms. At least four of the subject keywords should be selected from the Aquatic Science & Fisheries Thesaurus. An electronic version of the Thesaurus can be found at <http://www.csa.com/csa/support/demo.shtml>. You may also find a paper version in your library. The Regional Terms should be provided as a hierarchical string (e.g.: USA, California, Monterey Bay). Authors are also encouraged to submit geographic bounding coordinates at the end of the keyword string. These keywords will be used for indexing purposes.

Abbreviations: define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article if applicable.

Acknowledgements: collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Reporting of Salinity Measurements In articles in ECSS, salinity should be reported using the Practical Salinity Scale. In the Practical Salinity Scale salinity is defined as a pure ratio, and has no dimensions or units. By decision of the Joint Panel of Oceanographic Tables and Standards it does not have any numerical symbol to indicate parts per thousand. Salinity should be reported as a number with no symbol or indicator of proportion after it. In particular, it is not correct to add the letters PSU, implying Practical Salinity Units, after the number.

Formatting of funding sources List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements: Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Nomenclature and units Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other quantities are mentioned, give their equivalent in SI. You are urged to consult IUPAC: Nomenclature of Organic Chemistry for further information.

Math formulae Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in line with normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

Footnotes: should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many word processors build footnotes into the text, and this feature may be used. Should this not be the case, indicate the position of footnotes in the text and present the footnotes themselves separately at the end of the article.

Artwork Electronic artwork General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork. • Preferred fonts: Arial (or Helvetica), Times New Roman (or Times), Symbol, Courier.
 - Number the illustrations according to their sequence in the text.
 - Use a logical naming convention for your artwork files.
 - Indicate per figure if it is a single, 1.5 or 2-column fitting image.
 - For Word submissions only, you may still provide figures and their captions, and tables within a single file at the revision stage.
 - Please note that individual figure files larger than 10 MB must be provided in separate source files. A detailed guide on electronic artwork is available.
- You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalized, please 'save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings. Embed the font or save the text as 'graphics'.

TIFF (or JPG): Color or grayscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPG): Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale): a minimum of 500 dpi is required.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low.
- Supply files that are too low in resolution.
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork: please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF, EPS or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge that these figures will appear in color on the Web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.

Figure captions Ensure that each illustration has a caption. A caption should comprise a brief title (not on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Tables Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

References: citation in text Responsibility for the accuracy of bibliographic citations lies entirely with the Author(s). Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text as "unpublished results" or "personal communication". Citation of a reference as 'in press' implies that the item has accepted for publication. Papers which have been not valid as references until accepted.

Web references As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list. **Data references** This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List.

Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

References in a special issue Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference management software Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support Citation Style Language styles, such as Mendeley and Zotero, as well as EndNote. Using the word processor plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide.

ANEXO 2

Instrução aos Autores do BOLETIM DO INSTITUTO DE PESCA (BIP).

FORMATAÇÃO E ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO Instruções gerais O trabalho deve ser digitado no editor de texto Microsoft Word, de acordo com a seguinte formatação: fonte Book Antiqua, tamanho 11; espaçamento entre linhas: 1,5; tamanho da página: A4; margens esquerda e direita: 2,5 cm; margens superior e inferior: 3,0 cm; número máximo de páginas, incluindo Figura(s) e/ou Tabela(s) e Referências: Artigo Científico: até 25 páginas; Nota Científica: até 15 páginas. As linhas devem ser numeradas sequencialmente, da primeira à última página. As páginas também devem ser numeradas. As notas de rodapé devem estar no texto. Estrutura de Artigo Científico A estrutura para o Artigo Científico é a seguinte: Título, Autor(es), Endereços institucionais (completos) e eletrônicos, Resumo, Palavras-chave, Título em inglês, Abstract, Key words, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Conclusões, Agradecimentos (opcional), Referências. O Título, o Resumo e as Palavras-chave devem ser traduzidos para o inglês, no caso de artigos redigidos em português ou espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês ou espanhol. Os termos: Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Conclusões, Agradecimentos e Referências devem ser alinhados à esquerda e grafados em letras maiúsculas e em negrito. TÍTULO - deve ser claro e conciso

(não deve se estender por mais do que duas linhas ou dez palavras), redigido em português e inglês ou, se for o caso, em espanhol, inglês e português. Deve ser grafado em letras maiúsculas e centralizado na página. No caso de trabalho desenvolvido com auxílio financeiro, informar na primeira página qual o agente financiador, indicado com asterisco, também apostado ao final do título. Recomenda-se que não seja inserido o nome científico da espécie e a referência ao seu descritor, a não ser que seja imprescindível (no caso de espécies pouco conhecidas). **NOME DO(S) AUTOR(ES)** Deve(m) ser apresentado(s) completo(s) e na ordem direta (prenome e sobrenome), com apenas o sobrenome pelo qual o(s) autor(es) deve(m) ser identificado(s) em caixa alta. A filiação do(s) autor(es), bem como um endereço completo para correspondência e um e-mail deverão ser colocados na primeira página, logo após o nome dos autores, sendo identificado(s) por números arábicos, separados por vírgula quando necessário. Obs: Não serão aceitos trabalhos com mais de seis autores **RESUMO e Palavras-chave** O Resumo deve conter concisamente os objetivos, a metodologia, os resultados obtidos e as conclusões, utilizando no máximo 200 (duzentas) palavras. Deve ser redigido de forma que o leitor se interesse pela leitura do trabalho na íntegra. **Palavras-chave:** no mínimo três (3) e no máximo seis (6), redigidas em letras minúsculas e separadas por ponto e vírgula. Não devem repetir palavras que constem do Título e devem identificar o assunto tratado, permitindo que o artigo seja encontrado no sistema eletrônico de busca. **ABSTRACT e Key words** - devem ser estritamente fiéis ao Resumo e Palavras-chave. **INTRODUÇÃO** - deve ocupar, preferencialmente, no máximo duas páginas, apresentando o problema científico a ser solucionado e sua importância (justificativa para a realização do trabalho), bem como a evolução/situação atual do assunto pesquisado. O último parágrafo deve expressar o objetivo, sendo coerente com o que consta no Resumo. **MATERIAL E MÉTODOS** - deve descrever sucintamente toda a metodologia utilizada, organizada de preferência na ordem de aplicação e de modo que o experimento possa ser reproduzido. Este item pode variar de acordo com a natureza temática do documento, mas em geral deve conter a descrição do procedimento amostral local, frequência, período, instrumento e métodos, outras variáveis relevantes ou o delineamento do experimento, a descrição dos tratamentos e das variáveis, o número de repetições e as características da unidade experimental. Deve informar sobre procedimentos estatísticos e transformações de dados. Deve-se evitar detalhes supérfluos, extensas descrições de técnicas de uso corrente e a utilização de abreviaturas não usuais. **RESULTADOS** Os Resultados devem ser apresentados em separado da Discussão. E isto pode ser feito textualmente ou sob a forma de Tabelas e/ou Figuras. Dados apresentados em Tabelas ou Figuras não devem ser repetidos sistematicamente no texto. **Tabelas:** Devem ser numeradas com algarismos arábicos e encabeçadas pelo Título (autoexplicativo). Recomenda-se que os dados apresentados em tabelas não sejam repetidos em gráficos, a não ser quando absolutamente necessário. As tabelas devem ter, no máximo, 16 cm de largura. As tabelas devem ser em formato “retrato” e não ultrapassar uma página. Abreviaturas também devem ser evitadas, a não ser para unidades de medida. Se necessárias, porém, devem ter seu significado indicado em legenda sob a tabela. **Figuras (gráficos, desenhos, mapas ou fotos):** Devem ter, no máximo, 16 cm de largura e 21 cm de altura, ser numeradas com algarismos arábicos, com título autoexplicativo logo abaixo. Palavras em gráficos e mapas devem estar em fonte legível. Não inserir gráficos, mapas ou fotos em tabelas ou quadros. Os gráficos não devem ter linhas de grade nem margens. Tabelas e figuras devem ser inseridas no item mais apropriado no transcorrer do texto. Os originais de desenhos, mapas e fotos devem ser enviados em arquivos distintos, preferencialmente em formato digital “tif” ou “jpeg, e permitir redução para 16 cm ou 7,5 cm de largura sem perda de definição. **DISCUSSÃO** A Discussão deve ser elaborada e não apenas uma comparação dos dados obtidos com os disponíveis em literatura. Deve focar e demonstrar as principais ideias e contribuições trazidas pelo trabalho, bem como comentar se há necessidade de novas pesquisas ou sobre eventuais limitações encontradas. Evitar repetir números já constantes dos resultados. A Discussão deve conter hipóteses e/ou comentários objetivos sobre os resultados, discutidos à luz de observações constantes da literatura especializada. **CONCLUSÃO** - deve ser clara, concisa e responder ao objetivo do estudo. Deve, idealmente, ser capaz de propor uma solução (ou caminho de solução) para a demanda/problema, com base nos resultados obtidos. **AGRADECIMENTOS** (opcional) - devem ser sucintos, dirigidos a Instituição ou pessoa que tenha efetivamente colaborado para a realização do trabalho. De preferência, não deve ultrapassar cinco linhas. **Estrutura de Nota Científica** A Nota Científica deve seguir ordenação similar à de um Artigo Científico, contendo Título, Autor, Endereços institucional e eletrônico, Resumo, Palavras-chave, Título em inglês, Abstract, Key words, Introdução, Material e Métodos, Resultado(s) e, eventualmente, Discussão, Agradecimento(s) (opcional) e Referências. Resultados e Discussão, neste caso, podem ser apresentados

como item único. A formatação segue o mesmo padrão, mas com no máximo 15 páginas (incluindo tabelas e figuras). Obs: Não serão aceitos trabalhos com mais de seis autores REFERÊNCIAS (normas para TODOS os tipos de publicação) - devem ser apresentadas em ordem alfabética do sobrenome dos autores, sem numeração. Devem conter os nomes de todos os autores, ano de publicação, o título do artigo (por extenso) e do periódico (também por extenso), número do volume e/ou edição e número e/ou intervalo de páginas. A exatidão e adequação das referências a trabalhos que tenham sido citados no texto são de responsabilidade do autor. Dissertações e teses devem ser evitadas como referências. Porém, aceita-se quando absolutamente necessárias, mas devem estar disponíveis on-line. Trabalhos de conclusão de graduação e resumos apresentados em congressos não são referências válidas. Observação: inadequações nas referências também acarretarão a recusa do trabalho e a não devolução da taxa de submissão. Como fazer citações no texto Usar o sistema autor/data, ou seja, o sobrenome do autor em letras maiúsculas e o ano em que a obra foi publicada. Exemplos: * para um autor: “MIGHELL (1975) observou...”; “Segundo AZEVEDO (1965), a piracema...”; “Estas afirmações foram confirmadas em trabalhos posteriores (WAKAMATSU, 1973)”. * para dois autores: “RICHTER e EFANOV (1976) pesquisando...” Se o artigo que está sendo submetido estiver redigido em português, utilizar “e” ligando os sobrenomes dos autores. Se estiver redigido em inglês utilizar “and” (RICHTER and EFANOV, 1976), se em espanhol, utilizar “y” (RICHTER y EFANOV, 1976). * para três ou mais autores: o sobrenome do primeiro autor deve ser seguido da expressão “et al.” (grafada em itálico). Exemplo: “SOARES et al. (1978) constataram...” ou “Tal fato foi constatado na África (SOARES et al., 1978).” * para o mesmo autor, em documentos de anos diferentes, respeitar a ordem cronológica, separando os anos por vírgula. Exemplo: “De acordo com SILVA (1980, 1985)...” * para citação de vários autores sequencialmente, respeitar a ordem cronológica do ano de publicação e separá-los por ponto e vírgula. Exemplo: “...nos viveiros comerciais (SILVA, 1980; FERREIRA, 1999; GIMAS e BARBIERI, 2002)...” * quando for ABSOLUTAMENTE necessário se referir a um autor, ainda que não em razão de uma consulta direta ao trabalho por ele publicado, o nome desse autor deve ser citado em letras minúsculas apenas no texto, indicando-se logo a seguir, entre vírgulas e precedido da palavra latina apud, o nome do autor e ano do trabalho efetivamente consultado no qual aparece a referência ao autor não diretamente lido. Ex.: “Segundo Gulland, apud SANTOS (1978), os coeficientes...”. Como fazer citações na listagem de REFERÊNCIAS 1. DE DOCUMENTOS IMPRESSOS # Artigos científicos são listados como segue: BARBIERI, E.; BONDIOLI, A.C.V.; DE MELO, C.B.; HENRIQUES, M.B. 2014 Nitrite toxicity to *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936, Crustacea) at different salinity levels. *Aquaculture Research*, 47(4): 1260-1268. As referências devem ser ordenadas alfabeticamente pelo sobrenome do autor principal. Havendo mais de uma obra com o mesmo sobrenome, considera-se a ordem cronológica e, persistindo a coincidência, a ordem alfabética do terceiro elemento da referência. Recordando, após o nome dos autores, inserir o ano da publicação, o título do artigo, o título do periódico (em itálico; e que, repetindo, NÃO DEVE SER ABREVIADO), o volume (também em itálico), o fascículo (entre parênteses) e o número/intervalo de páginas. # A citação de dissertação e tese, tipos de documentos que se pode utilizar apenas quando ABSOLUTAMENTE necessário e se estiver disponível on line, deve ser feita como segue: BERNADOCHI, L.C. 2012 Captação de sementes em coletores artificiais e cultivo da ostra perliífera *Pinctada imbricata* (Mollusca: Pteriidae), São Paulo, Brasil. São Paulo. 75f. (Dissertação de Mestrado. Instituto de Pesca, APTA). Disponível em: Acesso em: 22 ago. 2014. # Para livro, também utilizado apenas quando ABSOLUTAMENTE necessário, a citação deve ser: GOMES, F.P. 1978 Curso de estatística experimental. 8ª ed. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 430p. ENGLE, R.F.; GRANGER, C.W.J. 1991 Long-run economic relationship: readings in cointegration. New York: Oxford University Press. 301p. NEW, M.B.; VALENTI, W.C.; TIDWELL, J.H.; D’ABRAMO, L.R.; KUTTY, M.N. Freshwater prawns: biology and farming. Wiley-Blackwell, Oxford. 544 p. # Capítulo de livro ou publicação em obra coletiva, cite-se: MORAES-VALENTI, P.; VALENTI, W.C. 2010 Culture of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum*. In: NEW, M.B.; VALENTI, W.C.; TIDWELL, J.H.; D’ABRAMO, L.R.; KUTTY, M.N. Freshwater prawns: biology and farming. Wiley-Blackwell, Oxford. p. 485-501. # Leis, Decretos, Instruções Normativas e Portarias são incluídas na listagem como segue: BRASIL, 1988 CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL. Diário Oficial da União, Brasília, 05 de outubro de 1988, nº. 191-A, Seção 1, p. 1. BRASIL, 2000 LEI nº. 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o Art. 225, § 1º., incisos I, II, III, e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília,

19 de julho de 2000, nº. 138, Seção 1: p. 45. BRASIL, 1990 DECRETO nº. 98.897, de 30 de janeiro de 1990. Dispõe sobre as reservas extrativistas e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 31 de janeiro de 1990, nº. 22, Seção 1, p. 2. BRASIL, 2007 INSTRUÇÃO NORMATIVA nº. 02, de 18 de setembro de 2007. Disciplina as diretrizes, normas e procedimentos para formação e funcionamento do Conselho Deliberativo de Reserva Extrativista e de Reserva de Desenvolvimento Sustentável. Diário Oficial da União, 20 de setembro de 2007, nº. 182, Seção 1, p. 102. ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2010b PORTARIA nº. 77, de 27 de agosto de 2010. Cria o Conselho Deliberativo da Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo/RJ. Diário Oficial da União, Brasília, 01 de setembro de 2010, nº. 168, Seção 1: p. 69. 2. DE MEIOS ELETRÔNICOS (periódicos publicados exclusivamente on line; documentos consultados online e em CD-ROM) Exemplos: LAM, M.E.; PAULY, D. 2010 Who is right to fish? Evolving a social contract for ethical fisheries. *Ecology and Society*, 15(3): 16. [online] URL: CASTRO, P.M.G. (sem data, on line) A pesca de recursos demersais e suas transformações temporais. Disponível em: Acesso em: 3 set. 2014. TOLEDO PIZA, A.R.; LOBÃO, V.L.; FAHL, W.O. 2003 Crescimento de *Achatina fulica* (gigante africano) (Mollusca: Gastropoda) em função da densidade de estocagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 55, Recife, 14-18 jul./2003. Anais... Recife: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. 1 CD-ROM.