



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE GEOGRAFIA, DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
CURSO DE GEOGRAFIA - BACHARELADO**

MOACIR PEDRO DA SILVA FILHO

**VARIAÇÃO TEMPORO-ESPACIAL DA QUALIDADE DA ÁGUA NA
LAGUNA DO ROTEIRO – ALAGOAS, NOS ANOS DE 2005 E 2017**

**MACEIÓ
2021**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE GEOGRAFIA, DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
CURSO DE GEOGRAFIA - BACHARELADO

MOACIR PEDRO DA SILVA FILHO

**VARIAÇÃO TEMPORO-ESPACIAL DA QUALIDADE DA ÁGUA NA LAGUNA DO
ROTEIRO – ALAGOAS, NOS ANOS DE 2005 E 2017**

MACEIÓ

2021

MOACIR PEDRO DA SILVA FILHO

VARIAÇÃO TEMPORO-ESPACIAL DA QUALIDADE DA ÁGUA NA LAGUNA
DO ROTEIRO – ALAGOAS, NOS ANOS DE 2005 E 2017

Monografia de Graduação apresentada ao
Instituto de Geografia, Desenvolvimento
e Meio Ambiente da Universidade
Federal de Alagoas, como requisito
pessoal para obtenção do grau de
Bacharel em Geografia

Orientador: Prof. Dr. Paulo Ricardo
Petter Medeiros

MACEIÓ
2021

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária: Livia Silva dos Santos – CRB-4 – 1670

S586p Silva Filho, Moacir Pedro da .

Varição temporo-espacial da qualidade da água na Laguna do Roteiro – Alagoas, nos anos de 2005 e 2017 / Moacir Pedro da Silva Filho. – 2021.
68 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Ricardo Petter Medeiros.

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Geografia) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente. Curso de Geografia, Maceió, 2021.

Bibliografia: f. :il. 62-65

Anexos: f. 66-68

1. Qualidade da água. 2. Eutrofização. 3. Parâmetros físico-químico – Água. 4. Laguna do Roteiro. 5. Poluição – Águas. I. Título.

CDU: 628.1

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Professor Doutor Paulo Ricardo Petter Medeiros, pela assistência dada e acreditar em conduzir meu Trabalho de Conclusão de Curso, aos demais professores do IGDema, pela excelência da capacidade e competência de todos, a Professora Doutora Nilva Brandini e a Química Silvia Torres, pelo aprendizado e contribuição dada por elas durante meu estágio no Labmar, a minha esposa Silvana Lucena por seu apoio, aos meus colegas de curso Eduardo Rufino, Monique Lira, Cássia Samara, Priscila Emanoella e Flávia Almeida, que fizeram parte da minha formação acadêmica, e que me incentivaram nos momentos de dificuldades, o meu muito obrigado.

Não adianta querer limpar o rio, pois seus afluentes, pré-poluídos,
continuarão nutrindo a insalubridade.

Aziz NacibAb'Saber (1924 – 2012)
Geógrafo e professor universitário brasileiro.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a variação temporo-espacial dos parâmetros indicadores da qualidade da água na Laguna do Roteiro, localizada entre os municípios de Barra de São Miguel e Roteiro, no estado de Alagoas, Brasil. Os parâmetros foram obtidos por meio de três campanhas de amostragem de água, na Laguna do Roteiro, em 05 de agosto de 2005, 11 de outubro de 2005 e 09 de maio de 2017. O objetivo geral deste trabalho é avaliar a variação temporal e espacial dos parâmetros indicadores da qualidade da água na Laguna do Roteiro nos anos de 2005 e 2017. Os objetivos específicos são: (a) em determinar a variação de nutrientes inorgânicos dissolvidos (nitrito, amônia, nitrato e fósforo total), (b) determinar a variação da clorofila 'a', (c) avaliar a variabilidade do índice de eutrofização e (d) comparar resultados com a Resolução Conama nº 357 de 17 de março de 2005. Quando comparamos a Laguna do Roteiro com as outras lagunas citadas neste trabalho, observa-se que, o grau de eutrofização varia entre supereutrófico e hipereutrófico, processo este causado pelo lançamento, "in natura", de esgotos residenciais e fertilizantes usados na plantação de cana de açúcar, além disso, a influência antropogênica tem causado mudanças nos seus parâmetros físico-químicos da Laguna do Roteiro.

Palavras-chave: Laguna., Eutrofização., Estuário., Qualidade, Água.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the temporal-spatial variation of the water quality indicator parameters in the lagoon of Roteiro, located between the municipalities of Barra de São Miguel and Roteiro, in the state of Alagoas, Brazil. The parameters were obtained through three water sampling campaigns, in Laguna do Roteiro, on August 5, 2005, October 11, 2005 and May 9, 2017. The general objective of this work is to evaluate the temporal and spatial variation of the water quality indicator parameters in Laguna do Roteiro in the years 2005 and 2017. The specific objectives are: (a) to determine the variation of dissolved inorganic nutrients (nitrite, ammonia, nitrate and total phosphorus), (b) to determine the variation of chlorophyll 'a', (c) evaluate the variability of the eutrophication index and (d) compare results with Conama Resolution No. 357 of March 17, 2005. When we compare Laguna do Roteiro with the other lagoons mentioned in this work, it is observed that the degree of eutrophication varies between supereutrophic and hypereutrophic, a process caused by the launch, "in natura", of residential sewers and fertilizers used in the plantation of sugar cane, in addition, the anthropogenic influence has caused changes in its physical-chemical parameters. Laguna do Roteiro.

Keywords: Lagoon., Eutrophication., Estuary., Quality, Water.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	20
Figura 2	21
Figura 3	33
Figura 4	34
Figura 5	37
Figura 6	40
Figura 7	45
Figura 8	46
Figura 9	47
Figura 10	49
Figura 11	50
Figura 12	52
Figura 13	54
Figura 14	55
Figura 15	57
Figura 16	58
Figura 17	59
Figura 18	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	26
Quadro 2	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	40
Tabela 2	58
Tabela 3	59
Tabela 4	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA:	Agência Nacional de Águas
APAC:	Agência Pernambucana de Água e Clima
APP:	Área de Preservação Permanente
Cetesb:	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Conama:	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRM:	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
Embrapa:	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
DOU:	Diário Oficial da União
ETA:	Estação de Tratamento de Água
Funbio:	Fundo Brasileiro para Biodiversidade
IBGE:	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IET:	Índice de Estado Trófico
IQA:	índice de Qualidade das Águas
Inmet:	Instituto Nacional de Meteorologia,
Labmar:	Laboratório Integrados de Ciências do Mar e Naturais
Proálcool:	Programa Nacional do Alcool
Semarh:	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos.
Ufal:	Universidade Federal de Alagoas
Unesco:	Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 Parâmetros físico-químicos indicativos da qualidade da água mais utilizados .	16
2.2 Recursos Hídricos	20
2.3 Ciclo hidrológico e distribuição de águas no planeta.....	21
2.4 Lagunas Costeiras	23
2.5.Eutrofização e Índice de Estado Trófico.....	27
3 ÁREA DE ESTUDO.....	32
3.1 Localização	32
3.2 Inserção territorial	33
4. MATERIAIS E MÉTODOS	39
4.1 Problemas e premissas	39
4.2 Coleta das amostras.....	39
4.3 Medições dos parâmetros.....	40
4.4. Problemas e premissas	40
4.5.Índice de Estado Trófico.....	41
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
5.1. Salinidade.....	44
5.2. Temperatura (T)	45
5.3. Oxigênio Dissolvido (OD)	46
5.4. Potencial hidrogeniônico (pH)	48
5.5. Clorofila 'a'	49
5.6. Nitrato (NO ₃).....	51

5.7. Nitrito (HNO_2).....	53
5.8. Amônia (NH_3	55
5.9. Fosforo Total	56
5.10. Índice de Estado Trófico (IET)	57
6. CONCLUSÃO	60
REFERÊNCIAS.....	62

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho teve como objetivo, avaliar a variação temporal-espacial de parâmetros indicadores da qualidade da água na Laguna do Roteiro, nos anos de 2005 e 2017., localizada entre nos municípios de Barra de São Miguel e Roteiro, no estado de Alagoas, Brasil.

A laguna em evidência é a quarta em extensão no estado de Alagoas e apresenta uma abundância na produção de espécies biológicas de origem marinha e continental. Ela é responsável pelo sustento de várias famílias que sobrevivem próximas ao local, portanto o ambiente lagunar tem importância social, biológica e ecológica. Atividades antropogênicas no entorno da laguna podem desencadear modificações negativas, como poluição de suas águas.

O sistema estuarino-lagunar do Roteiro, objeto de estudo deste trabalho, conhecido popularmente como lagoa do Roteiro, abriga feições naturais preservadas, como a praia do Gunga, as falésias vivas de Jacarecica do Sul e entre outras. O turismo vem sendo a principal atividade, depois da pesca, para a população dos municípios de Barra de São Miguel e Roteiro (SILVA, 2001). O sistema estuarino-lagunar do Roteiro está associado à desembocadura do rio São Miguel, situando-se ao sul da cidade de Maceió, litoral centro do estado de Alagoas, envolvendo os municípios de Barra de São Miguel (ao Norte) e do Roteiro (ao Sul). Cobre cerca de 8 km², com largura máxima de 1,375 km e mínima de 300m, com comprimento em linha reta de 10,575 km de extensão. Localiza-se entre 35° 53' a 36°2' W e 9° 47' a 9° 53' S (SILVA,2001). O objetivo geral deste trabalho é avaliar a variação temporal-espacial de parâmetros indicadores da qualidade da água na Laguna do Roteiro, nos anos de 2005 e 2017. Os objetivos específicos são:

- a) determinar da concentração e da variação de nutrientes inorgânicos dissolvidos
- b) determinar da concentração e da variação de clorofila “a”
- c) avaliar a variabilidade temporal e espacial do índice de estado trófico.
- d) comparar os dados de 2005 e 2017 com os parâmetros da Resolução CONAMA N° 357 de 17 de março de 2005.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Parâmetros físico-químicos indicativos da qualidade da água mais utilizados

A água é extremamente importante para sobrevivência humana, inclusive o corpo humano é constituído de 70% de água, além disso, a água está em todo cotidiano da vida humana como: cozinhar, lavar utensílios, tomar banho, entre outros. Como também, a água é imprescindível na indústria e agropecuária. Trata-se de um recurso fornecido pela natureza, que é essencial a vida humana (CRHRISTOPHERSON, 2012).

Os seres humanos, no entanto, poluem e degradam esses recursos, jogando todo tipo de lixos e líquidos tóxicos em rios, lagos, lagoas, mares entre outros, procedimentos estes que causam enormes danificações na qualidade e quantidade da água (TUNDISI e TUNDISI, 2011). Nesse sentido, ocorre uma perda inestimável da diversidade de plantas e de animais no ambiente (TUNDISI e TUNDISI, 2002)

A poluição altera as condições físico-químicas e biológicas de um habitat, sendo que este fato influenciara diretamente na cadeia alimentar, este fato causa inúmeros problemas de ordem socioambiental, visto que a maioria das parasitoses, das viroses, entre outras enfermidades, está associada a falta do tratamento de esgoto (SOUZA, 2010). A eutrofização reduz a qualidade de vida dos moradores que fazem uso direto da laguna, além de prejudicar toda a vida aquática da Laguna do Roteiro.

A educação ambiental entra como um importante instrumento para a conscientização da população, principalmente daqueles que não compreendem a necessidade de adotar práticas sustentáveis. Agir em defesa da natureza é agir em defesa da vida, por isso se espera uma constante atuação de geógrafos na sociedade e nas escolas, contribuindo assim para formar cidadãos conscientes. De acordo com a Lei nº 5.965/97, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, em seu artigo primeiro diz que “A água é um bem de domínio público”, portanto o Estado deve promover campanhas que busquem conscientizar a população com relação às questões ambientais. Contudo, muitas vezes, o Estado não toma medidas realmente eficientes para a solução de muitos problemas evidentes. Sabe-se que a água é um recurso fundamental para que todos os seres vivos possam sobreviver, mas para que os indivíduos possam consumi-la, esta deve estar limpa, livre de contaminação e patógenos que causam danos

à saúde. De acordo com Muller (2014), estima-se que 80% de todas as doenças que têm origem hídrica são causadas devido a contaminação.

A poluição da água provoca também graves consequências à saúde do ser humano, em razão do consumo de água de má qualidade, há o risco de contrair várias doenças provocadas por parasitas, que podem levar à morte (VIEIRA, 2011). A poluição dos ambientes aquáticos tem se tornado um problema frequente, especialmente pelas suas consequências mais evidentes como a escassez de fontes limpas para abastecimento e a mortandade dos organismos (QUEIROZ 2008).

A principal consequência para o ser humano são as doenças adquiridas através da poluição dos recursos hídricos, pois a água é consumida por estes. A água de péssima qualidade transmite doenças, perfazendo-se em contaminações inesperadas para a coletividade, bem como pode comprometer a sobrevivência de outras espécies (JAKUBOSKI, SANTOS e RAUBER, 2014). A poluição da água traz consigo grande variedade de patógenos, tais como: bactérias, vírus, protozoários ou organismos multicelulares. Esses podem causar problemas gastrointestinais. Há outros organismos que também podem infectar os seres humanos por contato com a pele ou pela inalação por meio de aerossóis contaminados (SIRVINSKAS, 2011). O Poder Público tem o dever de realizar políticas públicas para tanto conscientizar como para educar a coletividade. Contudo, não basta somente o Poder Público realizar as suas medidas, a coletividade também deve participar, promover e desempenhar atividades que são necessárias para a preservação da água, pois a água é um bem público que pertence a todos os indivíduos. Além disso, preservar a água previne doenças, evita gastos advindos com hospitais e remédios. Segundo Luís Paulo Sirvinskas:

A água é muito importante para o ser humano, mas também pode ser um grande agente transmissor das mais variadas doenças (cólera, disenteria, enterite, febre, tifoide, hepatite infecciosa, poliomielite, criptosporidiose, disenteria amebiana, esquistossomose, ancilostomíase, malária, febre amarela e dengue). Essas doenças, geralmente, levam à morte. Tudo isso ocorre por causa de nosso desleixo para com o meio ambiente e, conseqüentemente, para com a água (2011, 298 p.).

A Constituição Federal de 1988, traz em seu Artigo 225, *in verbis*:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

O equilíbrio da qualidade da água está diretamente ligado à qualidade de vida e à saúde da população. Segundo Tundisi (2003), o uso da água e suas alterações estão relacionados à saúde do homem, manter um bom nível de qualidade da água beneficia a sociedade de modo geral. Segundo a ANA foi adotado pela Cetesb o Índice de Qualidade das Águas a partir de 1975, que atualmente se trata do responsável para estabelecer padrões da qualidade da água em todo país. Como forma de exame da água o IQA (Índice de Qualidade das Águas) é analisado parâmetros como: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, potencial hidrogeniônico – pH, demanda bioquímica de oxigênio, temperatura da água, nitrogênio, fósforo total, turbidez e resíduo total. Neste trabalho vamos nos ater ao estudo da clorofila “a”, fósforo total, amônia, nitrato e nitrito abaixo discriminados:

a) Fósforo (P)

Para Esteves (1998) o fósforo é de fundamental importância nos sistemas biológicos, atuando como o principal agente limitante de sua produtividade. Sendo indicado como principal responsável pela eutrofização artificial. Essa eutrofização artificial está associada ao aumento populacional, da área industrial, no uso de fertilizantes químicos utilizado na produção agrícola. Conforme Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que trabalham em ETAS, o fósforo é um importante nutriente para o crescimento das plantas aquáticas. O fenômeno chamado de eutrofização ocorre quando há excesso de crescimento destas plantas, prejudicando o uso da água. O fósforo, no ambiente aquático, pode ser encontrado de forma orgânico (matéria orgânica dissolvida ou biomassa de micro-organismo) e de forma inorgânico (sais de fósforo ou composto minerais).

Nos sistemas aquáticos, fosfatos dissolvidos são aportados na forma de fertilizantes, detergentes, anticorrosivos, efluentes domésticos, aditivos e entre outros. O fósforo cicla por meio de cadeias alimentares, voltando ao solo como restos mortais ou como excrementos (principalmente de aves marinhas). Ele tem função relevante na produtividade aquática e na qualidade de águas interiores, devido ao fenômeno de eutrofização (excesso de nutrientes nos mananciais). Fosfatos inorgânicos são adicionados aos detergentes em pó (não-biodegradáveis), para complexar íons metálicos (principalmente cálcio e magnésio), os quais dão dureza à água, tornando o meio alcalino e melhorando a limpeza. Contudo, quando aportados nos efluentes e acumulados nos mananciais e nas estações de tratamento, esses fosfatos geram densas camadas de espuma, diminuindo a tensão superficial da água, e conseqüentemente, causando graves problemas ambientais.

b) Nitrito

Nitrito se trata de pequenas quantidades de composto químico do nitrogênio que são encontrados em águas subterrâneas e superficiais. O nitrito se caracteriza de um íon de desenvolvimento biológico trazidos por poluição orgânica (BASTOS apud KINDLEIN, 2010).

c) Nitrato

Frequentemente encontra-se o nitrato em baixos teores nas águas superficiais, podendo encontrar também em águas profundas com concentrações mais altas (FREITAS apud KINDLEIR 2010). O nível alto de nitrato em águas causa riscos para saúde, podendo causar metemoglobinemia, doença enzimática que atinge recém-nascidos e adultos (BAIR apud KINDLEIR 2010).

d) Amônia

Conforme a Cetesb, é denominado de Amônia um gás incolor, alcalino e irritante em situação natural de temperatura e pressão, muito solúvel em água de baixos valores de pH (ácidos). A Amônia se caracteriza pelo cheiro forte que é causado quando sua concentração chega acima de 30mg/l, sucedendo desconforto nos olhos e narinas a 50 mg/l, problemas pulmonares quando atinge 1000mg/l, podendo causar risco de morte quando esta concentração chega a 1500mg de NH₃/L, no entanto as plantas absorvem a Amônia com muita facilidade, pois se trata de uma substância biodegradável, importante para gerar nitrogênio formação de compostos orgânicos.

e) Clorofila “a”

Registros encontrados na Cetesb, a Clorofila “a” é normalmente usada como indicador de crescimento de algas e cianobactérias, fator que ocorre devido ao desenvolvimento de nutrientes, basicamente o nitrogênio e fósforo, que se trata da eutrofização.

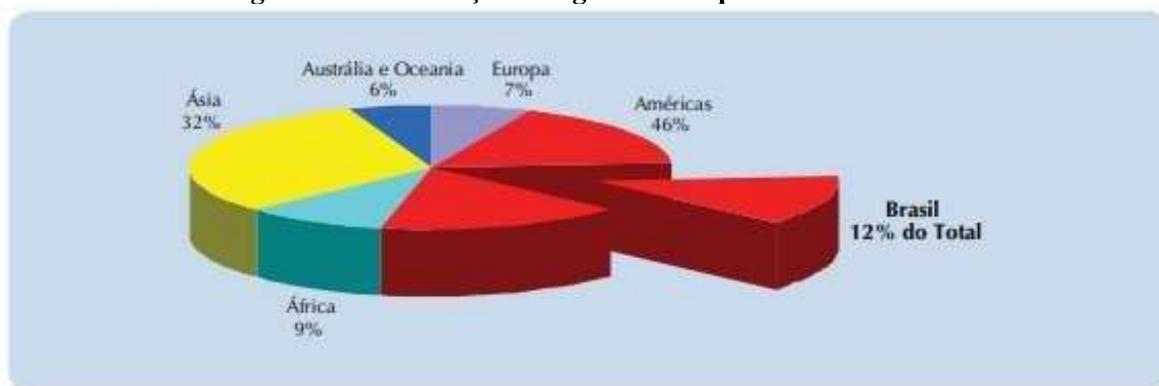
Como parâmetro da qualidade da água o Nitrogênio se trata do mais importante elemento que colabora para o metabolismo do ecossistema aquático, tem como importantes fontes naturais a chuva, material orgânico e inorgânico de origem alóctone. No ambiente aquático o nitrogênio se apresenta de diversas maneiras, como: nitrato (NO₃), nitrito (NO₂). Amônia (NH₃), entre outros (ESTEVES, 1998).

2.2 Recursos Hídricos

O Brasil tem posição privilegiada no mundo, em relação à disponibilidade de recursos hídricos. A vazão média anual dos rios em território brasileiro é de cerca de 180 mil m³/s, o que corresponde aproximadamente 12% da disponibilidade mundial de recursos hídricos, que é de 1,5 milhões de m³/s (SHIKLOMANOV, 1998).

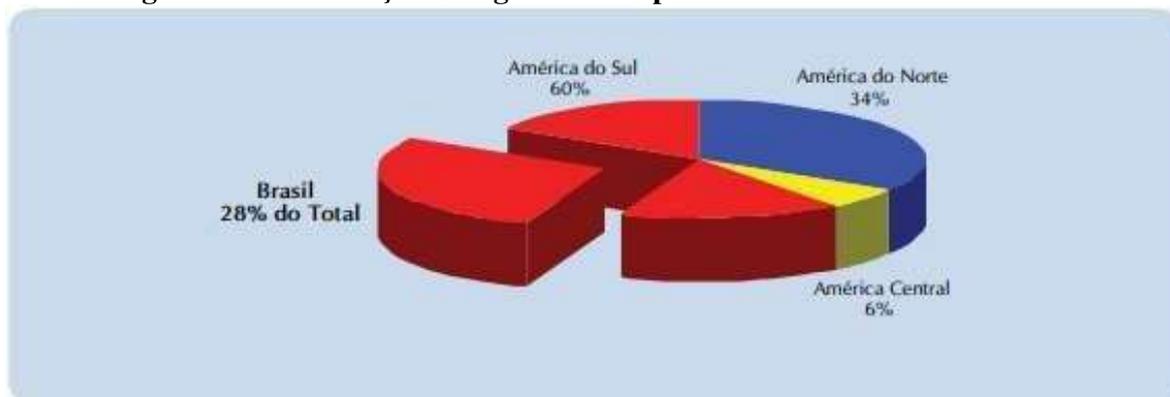
Se forem levadas em conta as vazões oriundas em território estrangeiro e que ingressam no país (Amazônica –86.321 mil m³/s, Uruguai – 878 m³/s e Paraguai 595 m³/s, a vazão média total atinge valores da ordem de 267 mil m³/s ,18% da disponibilidade mundial).

Figura 1 - Distribuição da água doce superficial no mundo



Fonte: Unesco, 1998.

Figura 2 - Distribuição da água doce superficial no continente americano



Fonte: Unesco, 1998.

O Brasil é considerado rico em termos de vazão média por habitante, com cerca de 33 mil m³/hab/ano, mas apresenta uma grande variação espacial e temporal das vazões. A Região Hidrográfica Amazônica, por exemplo, detém 74% dos recursos hídricos superficiais e é habitada por menos de 5% da população brasileira. A menor vazão média por habitante é observada na região hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental, com média inferior a 1.200 m³/hab/ano. Em algumas bacias dessa região são registrados valores menores que 500 m³/hab/ano. Na condição de regiões com pouca disponibilidade relativa, algumas bacias das regiões hidrográficas Atlântico Leste, Parnaíba e São Francisco. Na porção semiárido dessas regiões, onde o fenômeno da seca tem repercussões mais graves, a água é um fator crítico para as populações locais.

2.3 Ciclo hidrológico e distribuição de águas no planeta

No ciclo hidrológico ocorre todos os fenômenos referente as disponibilidades e distribuição de toda à água da Terra. Todas as fases da água (sólida, líquida e gasosa) estão em contínuo movimentos cíclicos, no entanto a fase líquida se torna mais importante, pois é a mais utilizada pelos homens, animais e vegetais. Este ciclo usa como fatores que movimentam a água: a energia térmica solar; a força dos ventos (responsável em levar vapor d'água para os continentes); a força da gravidade (principal encarregado de fenômenos de precipitação); da infiltração e por último o deslocamento das massas de água. As partes que compõem esse ciclo são: evaporação (quando a fase líquida é transformada para gasosa); precipitação (chuva líquida ou sólida); transpiração das plantas (liberação de água em estado gasoso pelas plantas); percolação (movimento da água no solo chegando até o lençol freático); infiltração (absorção da água pelo solo) e a drenagem (movimento da água durante as chuvas nas superfícies do solo),

ao atingir a superfície da terra a água pode escoar pelo solo ou ir direto para lagunas, rios, mares e oceanos (TUNDISI, 2011).

Tundisi e Tundisi (2011), aprovam o estudo que o pensamento do final de 1980, que afirmava que o ciclo hidrológico era fechado não condiz, pois, estudos recentes indicam que “bolas de neves ou pequenos cometas” de 20 a 40 toneladas, vindas de outras regiões do sistema solar, atingindo a atmosfera da terra podem gerar trilhões de toneladas de água na Terra. O ciclo hidrológico muda com rapidez de uma era geológica para outra, bem como as proporções da soma total de águas doces e salgadas. Em períodos de glaciação, por exemplo, era menor a proporção de água doce líquida, no tempo que em períodos mais quentes a forma líquida era mais frequente (TUNDISI, 2011). De acordo com Pielou apud Tundisi (2011), o ciclo hidrológico pode ser considerado um “ciclo de vida”, e a história natural da água no planeta está relacionada aos ciclos de vida e a história da vida.

A distribuição das águas no planeta é feita de modo irregular, onde existe regiões na Terra com grande quantidade e outras com insuficiência. A disponibilidade de água em estado líquido é vinculada a uma reserva nas águas continentais, definida pelas águas em lagos, rios, lagunas, represas, pântanos e pelas águas subterrâneas. Vale salientar que o volume e a qualidade da água dos aquíferos subterrâneos dependem da cobertura vegetal que viabiliza a recarga e preserva a qualidade das águas (TUNDISI, 2011).

Segundo Shiklomanov (1999), a Terra é constituída de cerca de 1386 milhões km³ de água. Do total das águas da Terra, 97,5% são formadas por água salgada e apenas 2,5% de água doce, deste 2,5% a maior parte tem formato de gelo e neve permanente 1,72%, outros, 0,72% está em reservatórios subterrâneos e apenas 0,06% estão distribuídos em lagos, rios, biomassa e entre outros. De acordo com a Agência Nacional das Águas (ANA), As bacias hidrográficas representam quase a metade de rios que são divididos entre dois ou mais países. O Brasil divide aproximadamente 82 rios com países que fazem fronteira com ele, como por exemplo bacias importantes a Amazonas e a do Prata, como também os sistemas de aquíferos Guarani e Amazonas. Gerando com isso a necessidade de um relacionamento maior entre os países vizinhos. Os rios e lagos do planeta Terra representam principais reservatórios de água doce e são essenciais para os seres vivos. São localizados na superfície do continente e banham extensas áreas (TUNDISI, 2011).

2.4 Lagunas Costeiras

Os estudos de Oliveira (2004) mostram diferentes aspectos da origem das lagunas e sua evolução fisiográfica e hidrodinâmica, além das várias definições. De forma sintetizada o conceito de lagunas costeiras é que são reserva de água doce ou salgada que geralmente se localizam em linhas da costa, interagindo com águas resultado de drenagem continental e de águas de oceanos circunvizinhos.

Lagunas têm como características águas rasas localizadas em planícies costeiras e geralmente desligadas através de banco arenosas ou ilhas-barreiras com mar aberto, no entanto possui ligações com o mar através de canais. As águas lagunares têm índice de salinidade bastante variado, variação essa que vai desde águas doces, chamadas de hiposalina (pouca salinidade) e até hipersalina (muita salinidade). As lagunas têm como variação lagunas de atol, por exemplo, arrecifes de atol e forma circular, e laguna-barreira que são alongadas localizadas geralmente paralelas à linhas costeiras, tendo como separação ilha-barreira do oceano (SUGUIO, 2003).

Segundo Suguio (2003), atualmente encontram as lagunas costeiras distribuídas em todo o planeta. Esta distribuição se dar, conforme Suguio apud Zenkovitch (1960), aproximadamente 13% das linhas costeiras contêm ilhas-barreira com lagunas costeiras. Suguio (2003) cita como formação das lagunas costeiras as principais características: inicialmente ocorreram grandes suprimentos de areia situadas na zona costeira, por volta de 4 mil a 7 mil anos atrás (Holoceno); são localizadas em planícies próximas a grandes plataformas continentais de baixa declividade, onde ocorreu lenta a transgressão marinha na época glacial e a última característica. Suguio apud Cromwell (1971), cita que as lagunas costeiras sempre se localizam por toda as margens continentais, onde o mar atingiu atualmente o atual nível relativo.

Não só as águas dos mares e dos rios, que constituem o sistema lagunar são fatores importantes para sua salinidade das lagunas costeiras, o clima também faz parte da determinação dessa salinidade. Juntamente com as águas doce que vem dos continentes e o clima local é seco, as lagunas podem chegar a um nível de salinidade hipersalinas, como é o caso do Golfo Pérsico, onde existe composições de evaporitos. Os fatores importantes para o controle e distribuição da fauna das lagunas costeiras são a salinidade e a temperatura, no entanto quando existe grandes variações nestes critérios prejudica à vida no ambiente lagunar (SUGUIO, 2003).

Conforme relata Suguio apud Curaray (1969), o clima influencia nos sedimentos localizados no fundo lagunar. Regiões onde o clima é tropical e úmido se encontra vegetações típicas de manguezais. Em regiões áridas o que existe é o desenvolvimento de crostas salinas no lago continental das lagunas costeiras.

Quanto a formação das lagunas costeiras, segundo Esteves (1998), cinco processos que formaram as lagunas costeiras podem ser discriminados:

a) Lagunas formadas pelo isolamento de enseada marinha ou braço de mar, por meio de cordões de areia, os cordões de areia que se expande geralmente com início em pontões rochosos. O aumento desses cordões de areia se deve ao processo de acumulação de sedimento marinho transportado pela ação de corrente e ondas em condições de submersão marinha interglacial e pela ação de ventos sobre os sedimentos marinhos que estão emersos. Na maior parte dos casos, lagunas e lagoas costeiras têm sua origem ligada aos mesmos processos transgressivos do mar, acontecido no período do Pleistoceno, as lagunas dos Patos e Mirim, localizadas no estado do Rio Grande do Sul se originou no Pleistoceno;

b) Lagunas formadas pelo fechamento da desembocadura de rios por sedimentos marinhos. Em geral este tipo de laguna ocorre em regiões de tabuleiros, muito comum no litoral do Nordeste e Sudeste do Brasil. Sua origem se dá por deposição de sedimento marinho foz de rios pequenos ou por isolamento de estuário de diversos pequenos rios. Temos como exemplos a lagunas Mundaú e Manguaba em Alagoas, Carapebus, Comprida e Cabiúnas no estado do Rio de Janeiro;

c) Laguna formada pelo fechamento da desembocadura de rios por recifes de corais, este tipo de laguna com formação de recifes pode represar a foz de rios que procuram a direção do mar. No litoral nordestino, esse gênero de laguna é achado em virtude das qualidades necessárias como temperatura acima de 20°C ideal para a formação de recifes. A Laguna de Roteiro com (8km²) em Alagoas na desembocadura do rio São Miguel é um exemplo desse processo formador de lagunas costeiras;

d) Lagunas formadas pelo fechamento da desembocadura de rios por sedimento fluviomarinho, esta classe de laguna se formou na antiga foz do rio Paraíba do Sul, por conta da deposição de sedimento, tanto do mar e também pelo próprio rio, acarretou o desvio da foz do rio Paraíba do Sul, bem como represado a antiga foz, tendo como resultado deste fenômeno a formação de diversas lagunas que são encontradas no litoral do estado do Rio de Janeiro particularmente na região de Campos, onde se localiza a laguna Feia em Campos (RJ). Podendo

ser ainda mencionadas as lagoas Juparanã, Nova, das Palmas, entre outras, situadas no município de Linhares (ES);

e) Lagoas formadas nas depressões entre faixas de areia que constituem as restingas, isto é, são lagoas muito rasas que recebem águas de pequenos córregos e pela água da chuva. Frequentemente as lagoas próximas a faixa da praia são inundadas pela água do mar no período das marés altas, temos como exemplos as lagoas Água Preta, Bananeiras, Robalo, localizada no litoral do (RJ).

Quando se trata da caracterização de lagoas costeiras, cabe diferenciá-la de estuário. É denominado de estuário a área do ambiente costeiro onde ocorre a transição entre o rio e o mar. Trata-se de um acúmulo de água costeira semifechada com ligação para o mar, que durante esse processo gera uma mistura de água salgada do oceano com a água doce do ambiente costeiro (MIRANDA; CASTRO; KJERFVE, 2002).

Vale salientar que o estuário ocorre tanto em áreas fluviais como em lagoas costeiras. De acordo com Sistema de Base Hidrodinâmica Ambiental, a Lagoa dos Patos localizada no estado do Rio Grande do Sul, a Região que está ligada ao oceano através de um canal definida como estuário possui cerca 22 km, exemplo de estuário em lagoa. Como, exemplo de estuário em rios, segundo Souza 2015 apud Oliveira et al (2008), o estuário do Rio São Francisco se estende até quase 75 km da foz, 40 km de inversão do sentido das correntes das marés, penetração de corpo de água do oceano até 8km.

Conforme os autores Tundisi e Tundisi (2008), um estuário pode ser definido como um ecossistema aquático em que as águas de um rio se misturam com águas marinhas, produzindo gradientes mensuráveis de salinidade (Ketchum, 1951). As lagoas costeiras são definidas como um lago raso ou como corpos de água conectados a um rio ou ao mar (latim: lacuna; lacus - lago).

Essas definições, entretanto, não são excludentes; uma lagoa costeira conectada ao mar também pode ser influenciada pela maré, como os estuários. Fisiograficamente, os estuários são corpos de água semi-isolados, de salinidade variável e com influência da maré, que produz gradientes de salinidade. São ecossistemas de transição com condições altamente variáveis e estadas transientes de circulação vertical e horizontal.

A definição clássica de estuário é a de Pritchard apud Tundisi:

Estuário é um corpo de água semifechado, com uma livre ligação com o oceano aberto, no interior do qual a água do mar é mensuralmente diluída pela água doce originada da drenagem continental (1970, p. 1).

A descarga da água fluvial, seja pela contribuição dos rios (descarga fluvial) ou pela precipitação, deve ser maior do que o volume de água transferido para a atmosfera pelo processo de precipitação (Miranda et. al, 1998). Os estuários são formados por movimentos de submergência ou emergência das áreas costeiras, resultantes da movimentação de placas e de efeitos locais, como, por exemplo, direção e força das correntes, ação das ondas, deposição de sedimentos transportados por rios, glaciação e efeitos das marés. Alterações provocadas pela tectônica, por glaciação e pelo clima produzem a forma inicial dos estuários. A contínua mistura de água doce com as de salinidade mais elevada apresenta problemas fisiológicos para plantas e animais estuarinos. Material em suspensão trazido pelos rios e acumulado em bancos produz áreas ricas em alimento para muitos organismos, mas por outro lado, provoca baixa oxigenação ou mesmo anoxia. Estuários são ecótonos com alta produtividade, diversidade de fauna e flora e muitos nichos alimentares para animais herbívoros, carnívoros e detritívoros. Contudo, do ponto de vista fisiológico, essa fauna e flora são bastante especializadas. Nesse sentido, Emery et. al apud Tundisi (2008), cita as diferenças. Segundo Miranda (2002), em “Princípios de Oceanografia Física de Estuários vol. 42”, a água salobra (inferior 30% de salinidade) está presente em todos os estuários.

Quadro 1 - Diferenças entre estuário e laguna costeira

Estuário	Laguna Costeira
Estágio Inicial: profundamente fechado.	Estágio Inicial: linhas da costa reta; sem lagunas costeiras.
Estuário "jovem": cabeceiras com margem muito acentuadas.	Laguna costeira "jovem": Barreiras separando lagunas rasas do oceano aberto.
Estuário em estágio mais avançado: formação de praias, barreiras de sedimento, início de vegetação costeira (<i>Spartinaspp</i> ou início da formação do mangue).	Laguna costeira em estágio mais avançado; predominância de vegetação costeira (<i>Spartinaspp</i>)
Estuário em estágio de maturidade: grande número de barreiras, próximo à costa próximo sedimentos nas margens.	Laguna costeira em estágio de maturidade depósito de areias predominância de vegetação aquática.
Estuário "maduro" grande movimentação de sedimentos, barreiras em grande número abundância de vegetação nas áreas mais rasas.	Laguna costeira madura aumento da área, contínua migração e alteração das barreiras com o oceano, diminuição da vegetação.

Fonte: Modificada por Emery et. al apud Tundisi (2008)

2.5 Eutrofização e Índice de Estado Trófico

A Eutrofização se trata de grandes acumulações de nutrientes no ambiente aquático, principalmente fosforo e nitrogênio, devido a isso ocorre o excesso dos referidos nutrientes. Diante deste desenvolvimento, o ambiente aquático muda da categoria de oligotrófico e mesotrófico para eutrófico ou hipereutrófico (ESTEVES, 1998). A causa da eutrofização artificial nas comunidades aquáticas beneficia o aumento a quantidade de produção de macrófitas no ambiente hídrico. Com o passar dos tempos ocorre o crescimento de algas filamentosas que diminui a inserção da luz na água, impedindo o aumento populacional de macrófitas submersas e folhas flutuantes (ESTEVES, 1998).

Conforme estudo feito por Esteves (1998), entende-se por eutrofização como um desequilíbrio ambiental que causa poluição em ambientes hídricos. Um dos processos que causam a eutrofização artificial são os esgotos das grandes cidades, que jogam diversos nutrientes, como fosfato, potássio e nitrogênio, e com isso aumenta em demasia a quantidade de seres microscópicos (seres aeróbicos) e paralelamente sua mortalidade, surgindo seres anaeróbicos (algas e plantas marinhas) diminuindo a quantidade de oxigênio na água e matando os peixes, crustáceos e zooplâncton.

Os impactos da eutrofização em estuários ocasionados pela contribuição de diversos rios e riachos que colaboram com as bacias hidrográficas continentais que neles desembocam. Quando isso acontece os cursos de água recebem os despojos de esgoto doméstico ou detritos industriais chegando aos estuários. A instalação de indústrias, usinas de produção de energia termoelétrica, agilizam o processo de eutrofização. Sendo que os efeitos do processo de eutrofização podem ser reduzidos pela dissolução com as águas costeiras em virtude do efeito das marés, as águas que estão mais profundas têm tendência a eutrofização fazendo com que todo o estuário venha se tornar eutrófico, e não apenas as águas que ficam na superfície (TUNDISI; e TUNDISI, 2008).

Ainda segundo os autores, um dos mais importantes impactos qualitativos e quantitativos em rios, lagos e represas é o da eutrofização, que afeta, com maior ou menor intensidade, praticamente todos os ecossistemas aquáticos continentais. O aumento do grau de trofia dos lagos em condições naturais pode levar algumas centenas de anos, pois depende, como já foi visto, da carga inorgânica para o lago e da contribuição dos processos naturais nas bacias hidrográficas. O aumento de nitrogênio e fósforo produzido pela atividade humana

acelera acentuadamente esse processo de eutrofização natural, reduzindo as características naturais de lagos e represas e deteriorando a qualidade da água, tornando-a não disponível para vários usos e encarecendo consideravelmente o processo de tratamento. Esse processo de eutrofização associada às atividades humanas tem sido denominado eutrofização artificial (ESTEVEVES e WELCH, 1980; MARGALEF, 1983; TUNDISI 1986).

Processos naturais que ocorrem em uma bacia hidrográfica e que causam um aumento progressivo e lento da sedimentação, da concentração de nitrogênio e fósforo e da matéria orgânica estão relacionados com efeitos do vento, erosão por chuvas, adição de material biológico, tais como: matéria orgânica morta ou em decomposição, provenientes da adição de folhas e restos vegetais nas matas ciliares de lagoas (TUNDISI e TUNDISI, 2008). A taxa de eutrofização em um lago depende, fundamentalmente, desses vários fatores, considerando-se uma carga constante de nutrientes. De acordo com Margalef (1983), os termos oligotrofia e eutrofia foram introduzidos por Weber (1907) para distinguir áreas alagadas com maior ou menor concentração de nutrientes, e Naumann (1919) estendeu esses termos aos lagos. As considerações iniciais de elevado grau de turbidez e concertação de plâncton para lagos eutróficos somaram-se às poucas outras características, de modo que a matriz de eutrofização, atualmente, é bastante complexa.

Os termos mesotrofia e hipereutrofia foram acrescentados à sequência de trofia e designam, respectivamente, sistemas intermediários entre eutrófico e oligotrófico e sistemas com grau de eutrofização. As principais causas da eutrofização cultural (ou seja, aquela produzida pelas atividades humanas) estão relacionadas com as entradas de águas residuais domésticas e industriais, a drenagem superficial, contribuição de águas subterrâneas e de fertilizantes utilizados na agricultura. Erosão do solo e uso excessivo de detergentes não-biodegradáveis são outras causas da eutrofização. As maiores fontes de poluição a partir dos agroecossistemas são a drenagem de nitrogênio e fósforo aplicados no solo e a entrada de resíduos orgânicos da pecuária. Os fertilizantes aplicados podem ser removidos pela água de precipitação e pelos ventos, aumentando a concentração de nitrogênio e fósforo na água. Os fertilizantes inorgânicos são rapidamente removidos pela água de precipitação e pela drenagem do solo.

Recentemente, a utilização de fertilizantes de baixa solubilidade em água, à base de ureia-aldeído, tem sido feita com a finalidade de reduzir a drenagem, combinação básica na fertilização por nutrientes no solo é a de nitrogênio, fósforo e potássio, cuja aplicação em larga

escala produz um estoque de nutrientes em que a fração solúvel é distinguível de algumas características qualitativas e quantitativas em lagos eutróficos e oligotróficos. A eutrofização é um processo de entrada forçada de nutrientes nos lagos, e conseqüentemente, provoca uma aceleração do ciclo. Esta causa um aumento de fósforo e nitrogênio, com conseqüente aumento de carbono particulado, resultante da produção acelerada de matéria orgânica.

A quantificação do estado trófico por meio de vários índices permite agrupar os lagos em categorias: oligotróficos, mesotróficos, eutróficos e hipereutróficos. Esses índices funcionam como referências e permitem acompanhar as alterações quantitativas sofridas pelos lagos, em virtude das cargas de nutrientes. É evidente que as características dinâmicas dos lagos e sua individualidade produzem alguns desvios nessa generalização, a qual é importante principalmente do ponto de vista de aplicação, como, por exemplo, na recuperação dos lagos e na prevenção da eutrofização. O estado trófico não é uma quantificação apenas da concentração de nutrientes nos lagos, mas envolve a determinação de outros parâmetros que levam à elaboração de um índice de estado trófico, a partir de uma matriz de vários indicadores, tais como biomassa do fitoplâncton, zooplâncton e bacterioplâncton; concentração de oxigênio no hipolimnion; transparência e concentração de fósforo total na água.

A cada uma das características do lago em relação a esses indicadores é conferido um valor numérico que permite, por meio de uma fórmula empírica, calcular esse índice de estado trófico. Contudo, a correlação entre esses fatores é imperfeita, e o mesmo lago pode ser classificado como oligotrófico, mesotrófico ou eutrófico, dependendo do índice. Um reservatório do Texas (Canyon reservoir), por exemplo, foi classificado como oligotrófico por onze índices, mesotrófico por quatro e eutrófico por sete (HENDERSON, SELLERS e MARKLAND, 1987). Portanto o uso de um único critério não é indicado para determinar o índice de estado trófico.

Segundo Francisco de Assis Esteves, em Fundamentos da Limnologia, 2011, o termo trófico tem sua origem no grego antigo e é relativo à alimentação ou nutrição. Este termo, assim como o conceito que o acompanha (nutrição, alimento, comida), é de importância central na ciência ecológica, no seio da qual podemos citar as "cadeias tróficas", ou "redes tróficas", que são tidas como cadeias, ou "redes alimentares". O termo adjetivo "eutrófico" é uma variação do original "trófico" crescido do prefixo "eu", que significa "muito", em contraposição ao prefixo "oligo", que significa pouco. De forma geral, podemos definir "eutrofização" como o aumento da concentração de nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio, em um dado ecossistema

aquático, que tem como consequência o aumento da produtividade de diversos de seus compartimentos e alterações diversas sobre seu funcionamento. Como decorrência deste processo, o ecossistema aquático passa da condição de oligotrófico ou mesotrófico para eutrófico ou mesmo hipereutrófico. O termo trofia, tal como utilizado modernamente na Ecologia, ou seja, atribuindo conotação de aumento na fertilidade de ecossistemas aquáticos continentais, foi em parte introduzido por piscicultores alemães, que adicionavam carbonato de cálcio a tanques de piscicultura construídos em solos ácidos.

A adição de carbonato de cálcio promovia, não só a elevação do pH do meio, mas também, acentuada no nível na maioria dos casos, melhoria de produção global do sistema. Quando os tanques de piscicultura tinham sua produtividade aumentada, eram considerados como eutrófico (*Eutrophic*), e o processo denominado eutrofia (*Eutrophie*). Em português, têm-se utilizado indistintamente "eutrofização" e "eutroficação", sendo "eutrofia" utilizado muito raramente (ESTEVES, 1998). Rocha e Branco (1986) discutem sobre a conceituação do termo e propõem a utilização dos termos "eutrofizar" e "eutrofização" ao invés de eutroficar e eutroficação, que são traduções simples da expressão inglês eutrophication. A eutrofização pode ser natural ou artificial.

Quando natural, é um processo lento contínuo que resulta do aporte de nutrientes trazidos pelas chuvas e pelas águas superficiais que erodem e lavam a superfície terrestre. A eutrofização natural corresponde ao que poderia ser chamado de "envelhecimento natural" do lago. Quando ocorre artificialmente, ou seja, quando é induzida pelo homem, a eutrofização é denominada de artificial, cultural ou antrópica. Neste caso, os nutrientes podem ter diferentes origens como: esgotos domésticos, efluentes industriais e/ou atividades agrícolas, entre outras. Este tipo de eutrofização é responsável pelo "envelhecimento precoce" de ecossistemas lacustres.

Segundo Tundisi e Tundisi (2008), muitos estuários são utilizados como portos, a circulação de navios pode resultar eutrofização e contaminação nestes ambientes aquáticos. Por outro lado, projetos de aquicultura que ocorre em diversos estuários podem resultar no aumento de nitrogênio e fósforo, proveniente de rações usadas e excremento de organismos na criação de peixes. Ainda segundo esses autores, devido ao permanente deslocamento das massas de água dos estuários, influenciado pela ação das marés, as águas que estão mais profundas têm disposição a eutrofização, e não apenas as águas superficiais (op. cit.).

Os impactos causados nos estuários gerado através das atividades antrópica nos continentes e no próprio estuário são:

- a) Eutrofização gerado por esgotos domésticos não tratados e efluentes de ação indústrias e agrícolas;
- b) Poluição e degradação por efluentes industriais, gerados por indústrias situadas na costa e nos estuários;
- c) Eutrofização em consequência da criação de peixes, moluscos e camarões;
- d) Poluição por embarcações e movimentação de navegação em grande escala;
- e) Poluição térmica (em alguns estuários) decorrente da instauração de usinas termoelétricas e nucleares;
- f) Introdução e ocupação por espécies invasoras;
- g) Poluição radioativa (em alguns estuários);
- h) Modificações da costa e aterramento de regiões dos estuários para construção de marinas, postos ou indústrias;
- i) Devastação do mangue em estuários com vegetação de mangue, ocasionando o aumento da sedimentação;
- j) Acréscimo do material em suspensão levado devido a ações na costa, no estuário ou nas bacias hidrográficas continentais que despejam no estuário; devido a desmatamento ou construção de marinas, edifícios ou condomínios.

A qualidade da água relacionada à quantidade por nutrientes e as causas do grande aumento de proliferação das algas e cianobactéria, é analisada através do Índice do Estado Trófico, que se baseia em uma metodologia utilizada na avaliação do grau de trofia de ambientes hídricos (CETESB, 2017).

Estudiosos de limnologia tem pesquisado uma maneira e identificação de organismo e mudanças ambientais que possam definir o ambiente aquático com relação ao seu estado trófico. Apesar de muitos esforços não foram encontrados indicadores de estado trófico específico para determinada região, não tendo nenhum indicador universal. Os indicadores mais usados nas denominações tróficas de lagos de regiões temperadas são: análise qualitativa de organismos, biomassa e produção primária do fitoplâncton, assim como concentração de fosfato e nitrogênio, não podendo ser usadas diretamente em regiões tropicais (ESTEVES, 1998).

Nesse contexto, vale destacar também, as fontes de eutrofização artificial. Quando se refere a eutrofização artificial do planeta Terra diz respeito ao aumento da população humana, a industrialização, ao uso de fertilizante químicos na agricultura e com a produção e de produtos de limpeza que contém compostos polifosfatados. Diante disso, os referidos fatores têm como consequência a liberação de nutrientes, como fosfato e nitrogênio, que são substâncias que provocam a eutrofização (ESTEVEES, 2011).

Devido a introdução de produtos de limpeza sintéticos, como detergentes, líquidos e sabão em pó, houve mais ocorrências de eutrofização nos ambientes lacustres. O objetivo principal dos produtos sintéticos é de dissolver gorduras e impurezas, pois são constituídos por substâncias denominadas de agentes de superfície ou agentes tensoativos, que resulta como redutor da tensão superficial natural da água, esse processo faz com que a água natural seja afetada (op. cit.).

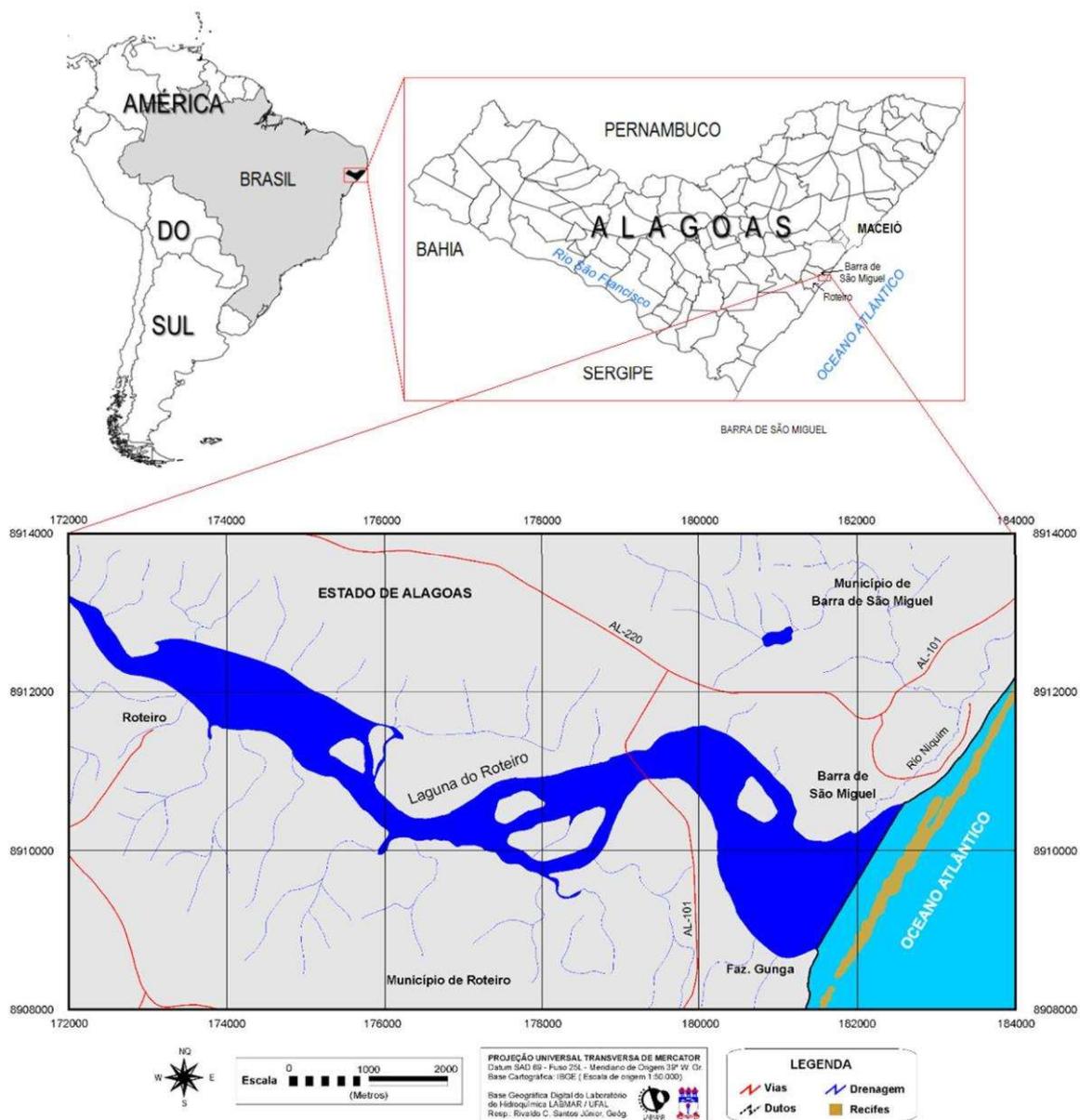
As indústrias, principalmente as que produzem alimentos, são as principais causadoras de efluentes orgânicos que alteram os níveis de fósforo e nitrogênio em lagos, causando interferência estimulando o processo de oxigênio de ambientes aquáticos, na proporção em que diminuem as concentrações de oxigênio, os íons fosfato é liberado com facilidade do sedimento (ESTEVEES,1998).

3 ÁREA DE ESTUDO

3.1 Localização

Segundo Silva (2008), a localização da laguna de Roteiro se encontra em uma área ocupada com cerca de 8 km², com o máximo de largura de 1,4 km e mínima de 300m, com as seguintes coordenadas geográficas: no intervalo dos meridianos 35° 53' e 36° 02'; Oeste e paralelos 9° 47' e 9° 53' Sul (Figura 3).

Figura 3 - Mapa de localização da Laguna do Roteiro e área do entorno



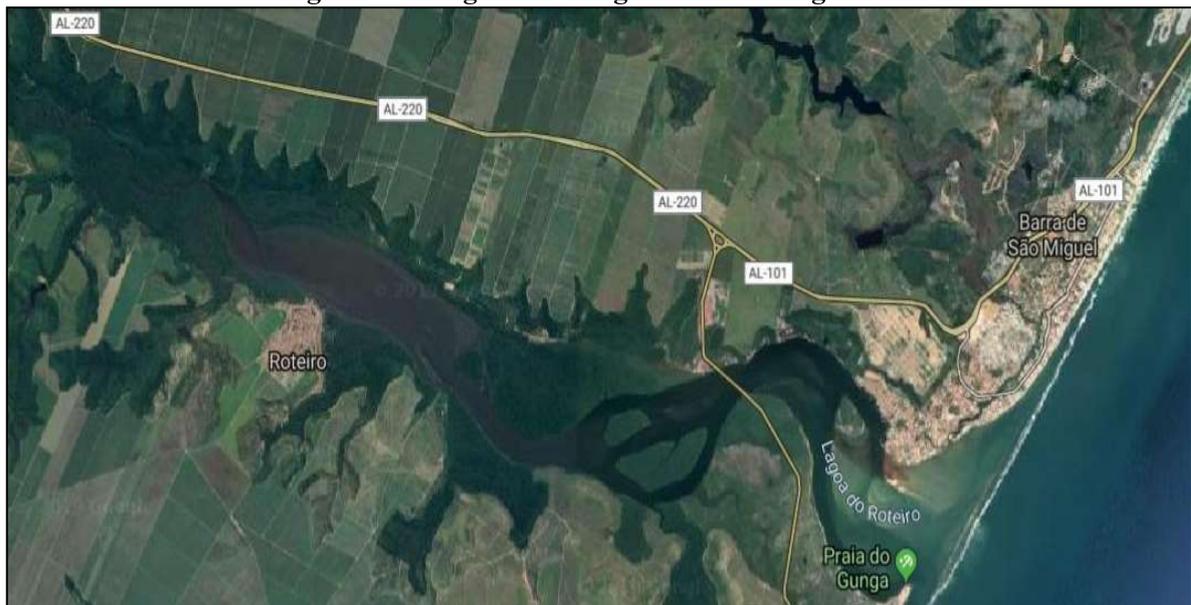
Fonte: Extraído Silva apud Silva, 2008

3.2 Inserção territorial

Conforme dados fornecidos pela CPRM (2019) e IBGE (2017a e 2017b), a Laguna do Roteiro está inserida nos municípios de Barra de São Miguel e Roteiro, na região sudeste de Alagoas, na Mesorregião Geográfica do Leste Alagoano e respectivamente nas Microrregiões Geográficas de Maceió e São Miguel dos Campos. O primeiro ocupa uma área municipal de

74,247 km² e o segundo 128,926, ou seja, 0,27% e 0,43% do território de Alagoas. O principal acesso aos municípios de Barra de São Miguel e Roteiro e suas respectivas sedes urbanas homônimas, e consequentemente, a Laguna do Roteiro, é feito pela da rodovia estaduais AL - 101 Sul e AL-220, como pode ser observado na Figura 4, abaixo.

Figura 4 - Imagem do Google Earth da Laguna do Roteiro



Fonte: Google LLC, 2020. Disponível

em: <<https://www.google.com/maps/search/Laguna+do+Roteiro/@-9.8530904,-35.9154402,6178m/data=!3m1!1e3>> Acesso: 2 janeiro de 2020 às 10:35

Os primeiros relatos da região onde estão localizados os municípios de Barra de São Miguel e Roteiro, datam de 1643 realizados pelo navegador e cartógrafo holandês Johannes van Walbeek (1602 – 1649), na qual descreve os habitantes da época, índios caetés, e a forma como eles viviam explorando a laguna apenas para sua sobrevivência (LIMA, 1970). Os índios Caetés, em torno de 1853, pela localização dos municípios de Barra de São Miguel e Roteiro, às margens dos rios e do oceano, os dois municípios transformaram-se em um núcleo de pescadores, cada dia se desenvolvendo mais as atividades da pescaria, foram criados pelos seus habitantes estaleiros para a fabricação de barcos, botes, e toda espécie de pequenas embarcações (SILVA, 2001). Ressalta-se que devido sua localização, essa área tinha como principal ocupação econômica a pesca e surgiu um movimento de pescadores. Foi criado um estaleiro para fabricação de embarcações, por Manoel Gonçalves Ferreira. Desse estaleiro foi construído o maior navio nordestino da época o “Sane-Duarte”, e o maior iate “Claudio Dubeux”. Com o progresso rodoviário, a partir de aproximadamente 1930, a Barra teve uma decadência

econômica, pois carpinteiros e calafates saíram em busca de novas oportunidades nas indústrias que surgiram nessa época. Em 1963 a Barra obteve sua emancipação política do município de São Miguel dos Campos, sendo elevada à condição de município Barra de São Miguel.

No que se refere, ao atual município de Roteiro, em torno de 1853, segundo narrativas, depois de alguns anos, se transformou no sítio Livramento de propriedade de Francisca de Albuquerque. Devido os funcionários do sítio serem oriundos da raça branca e indígena, surgiu os chamados raceados (cruzamento de brancos com índios), onde construíram a primeira capela Nossa Senhora do Livramento, por volta de 1900, que recebeu uma imagem e doações de Dona Francisca de Albuquerque. Nesse período o nome denominado ao local era Roteiro, nome designado devido ao roteiro encontrado pelo jesuíta D. Fernandes Sardinha durante sua visita ao referido local, devorado pelos índios de Coruripe. Apesar da área apresentar uma relativa prosperidade, o padre Júlio de Albuquerque, de São Miguel dos Campos, vendeu a propriedade de Nossa Senhora do Livramento para Antônio Martins Moreira. O novo proprietário assim que tomou posse mandou apreender todos os animais soltos na área, diante disso as pessoas que ali habitavam ficaram revoltados, pois já estavam acostumados com esse modo de criação de animais. João Soriano comprou a propriedade em 1921, onde não foi feito nenhum empreendimento para Roteiro. A propriedade foi transferida para Abelardo Lopes em 1940, em 1966 transferida novamente para João Marcelino, que na ocasião, por força da Lei nº 2.648, de 18 de dezembro de 1963 ocorreu a emancipação política, onde oficialmente ocorreu em 31.01.1966, passando com isso a condição de Município do Roteiro, separando de São Miguel dos Campos (ÁVILA, 2015).

3.3 Ambiente físico-natural

Segundo estudo na CPRM (2019), a Laguna do Roteiro encontra-se geologicamente inserido na Província Costeira Sedimentar, tipificada pelos litotipos do Grupo Barreiras, Depósito Flúvio-lagunares e Depósito Litorâneos. O Grupo Barreiras (ENb) está formado por arenitos e arenitos conglomeráticos em alternância do siltito e argilito. Os Depósito Flúvio-lagunares (Qfl) contém filitos arenosos e carbonosos. Os Depósitos Litorâneos (Q2l), são formados por areias finas e grossas, e dunas móveis.

O processo de complementação sedimentar começou na época Paleozoica, mediante ao desenvolvimento de rochas sedimentares provenientes de rochas preexistentes, ou seja, deposição dos clásticos, resultado da deposição clástica da Formação Barreiras no período

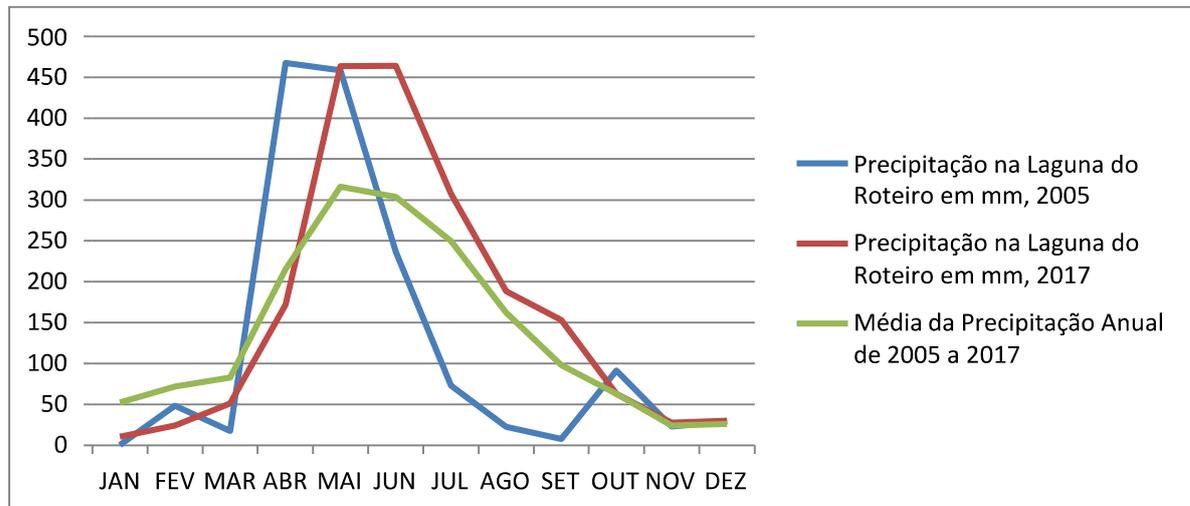
terciário e início do Quaternário. A área tem como característica Formação Barreiras compósita de clásticos continentais finos e grossos, cores variadas e uma compactação insignificante (SCHALLER apud SILVA, 2001). O complexo estuário lagunar do Roteiro tem como característica terraços marinhos pleistocênicos, com topografia de forma convexa, semelhante a uma corrente litorânea. Essa aparência tem como possibilidade de estar ligada à formação de uma ilha-barreira e não foi arrastada pela Última Transgressão devido ao fato de estar elevada a 9 metros acima do nível do mar (BARBOSA apud SILVA, 2001).

Os solos são caracterizados pelos Latossolos e Podzólicos nos topos de chapadas e topos residuais; pelos Podzólicos com Fregipan, Podzólicos, Plínticos e Podzóisnas pequenas depressões nos tabuleiros; pelos Podzólicos Concrecionários em áreas dissecadas e encostas e Gleissolos e os Neossolos Flúvicos, solos aluviais de várzeas.

Segundo Embrapa, o clima da região Nordeste apresenta clima semiárido que está agregado a vegetação xerófila, que abrange cerca de 50% do seu território. Os baixos níveis pluviométricos se dar devido fenômenos como El Niño (Oscilação Sul – ENOS) e circulação geral da atmosfera. Devido a localização do estado de Alagoas, na região Nordeste, o clima tem particularidades as irregularidades de chuvas pluviométrica e a pouca variação sazonal da radiação solar do fotoperíodo e da temperatura do ar. A incidência do sol em tempos elevados do ano se dar devido à proximidade da linha do equador. De acordo com a classificação climática de Köppen, a Zona da Mata, litorânea e parte do agreste, o clima tem característica tropical com chuvas de outono-inverno.

Conforme Silva (2001), o clima, segundo a classificação de Köppen, é tropical chuvoso de monção, apresentando verão seco e inverno chuvoso. A irregularidade na distribuição anual das chuvas varia entre 1000 mm e 1600 mm. O trimestre mais seco corresponde aos meses de outubro, novembro e dezembro. Os dados climatológicos utilizados neste estudo tiveram como base os dados de Maceió, cidade mais próxima, que tem medições climatológicas mensais realizadas pelo Inmet. A umidade relativa do ar é 85%. A área apresenta homogeneidade na distribuição espacial da temperatura, com baixas amplitudes térmicas no decorrer do ano, apenas 3°C (INMET,2000). Podemos observar a precipitação anual na Laguna do Roteiro de 2005 a 2017 (Figura 5).

Figura 5 - Precipitação Anual de 2005 a 2017, na região de Maceió – Alagoas - Brasil



Fonte: SEMARH/AL, 2006

De acordo com o diagnóstico do município de Barra de São Miguel feito pelo CPRM (2006), a vegetação da área em estudo tem como característica principal do tipo Floresta Subperenifólia, com partes de Floresta Subcaducifólia e cerrado/floresta. Segundo Silva (2008), ainda era possível encontrar resíduos de floresta ombrófila aberta secundária e novas vegetação sob influência flúviomarinha, chamadas de manguezais. Encontra-se também várzeas que ladeiam as margens da laguna. O aspecto da cobertura vegetal está relacionado ao processo de formação da área, que são tabuleiros costeiros, as planícies flúviomarinhas, as planícies lagunar e marinha. A vegetação rasteira é encontrada nas praias, onde nos deparamos com espécies *Scaevola plumeri*, *Mariscus pedunculatus* (pinheiro de praia), *Tunera ulmifolia* (chanana), *Ipomoea littoralis* (salsa - branca), *Carnivalia rósea* (feijão-da-praia) e *Chamaecrista ramosa*. Seguindo o trabalho de Silva (2008), atualmente a área se encontra deteriorada, a respectiva área vem tendo dramáticos problemas ambientais, problemas esses que teve início com a implementação do Proálcool em 1975, diante da derrubada de árvores da vegetação da Mata Atlântica, para plantação de cana-de-açúcar, voltado para produção de etanol.

Segundo Silva (2001), a Laguna do Roteiro tem como principal contribuinte, o rio São Miguel, que possui características de vales sinclinais, amplos e cursos cheios de meandros recebendo afluentes perpendiculares à sua direção média. A bacia hidrográfica do rio São Miguel está totalmente localizada no estado de Alagoas, com uma área de 675,62 km², indo desde suas nascentes, na zona da mata até a formação do sistema estuarino-lagunar do Roteiro. Localizam-se nesta bacia as cidades de Tanque D'arca, Marimbondó, Anadia, Boca da Mata e São Miguel dos Campos. Tem suas nascentes no patamar cristalino de 500 m de altitude,

próximo à cidade de Mar Vermelho, vem descendo e cruza uma faixa de escarpa cristalina oriental a seguir a depressão periférica até alcançar o tabuleiro com suas falésias chegando à Laguna do Roteiro (LIMA apud SANTANA,1995). Vale citar a pluviometria média anual da região, que está entre 1500 a 1600 mm.

Segundo estudo da Semarh do estado de Alagoas, realizado em 2006, a Região Hidrográfica do rio São Miguel com 2222,9 km² tem como integrantes cinco bacias que se encontra inserida apenas no estado de Alagoas. os seguintes rios e área de suas bacias hidrográficas: Jequiá (822,5 km²), São Miguel (752,7 km²), Poxim (407,1 km²), Niquim (135,5 km²), além do riacho Tabuada (105,1 km²), abrangendo os municípios de Anadia, Barra de São Miguel, Boca da Mata, Campo Alegre, Coruripe, Jequiá da Praia, Junqueiro, Limoeiro de Anadia, Mar Vermelho, Marechal Deodoro, Maribondo, Roteiro, São Miguel dos Campos, Tanque D'arca, Taquarana e Teotônio Vilela (SEMARH, 2006).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Problemas e premissas

Os maiores problemas encontrados estão relacionados com a falta de material sobre o objeto de estudo, isto é, sobre a Laguna do Roteiro. De acordo com a Lei Estadual n^o 4682, Decreto n^o 32.355 de 03 de junho de 1987, a Laguna do Roteiro é uma Área de Preservação Permanente – APP, que abrange os municípios de Barra de São Miguel e Roteiro.

Considerada a maior área contínua de manguezais de Alagoas, com cerca de 8km², e apesar da construção da AL 101 Sul, que destruiu boa parte dos mangues, atualmente se encontra ainda bastante preservada (SILVA, 2001).

Partindo dessa premissa, buscamos encontrar na Laguna do Roteiro uma qualidade de água regular.

4.2 Coleta das amostras

A determinação dos nutrientes amônia, nitrito, nitrato e fósforo total realizadas nas amostras coletadas na Laguna do Roteiro obedeceram a sazonalidade climática do estado de Alagoas, sendo dessa forma realizadas no período de estiagem e chuvoso, foram feitas duas coletas em 2005, sendo uma no período de estiagem, mês de outubro, e outra realizada em agosto, no período chuvoso.

Em 2017 também foi realizada outra coleta no período de chuva, mês de maio. Utilizou-se frascos reagentes para a amostra de clorofila “a”, a sonda multiparamétrica YSI 6600 para medir o grau de oxigênio dissolvido (Mg/L), salinidade (‰), pH, e temperatura (C^o). As amostras de água foram coletadas com garrafas de polietileno descontaminadas e identificadas, guardadas em caixa térmica com gelo e foram transportadas para o Labmar.

Segundo Brandini (2015), foram analisadas amostras em 2005, onde a primeira se deu em 05 de agosto de 2005 e a segunda foi realizada em 11 de outubro do mesmo ano. Em 2017 foi feito novos estudos na Laguna do Roteiro, onde foram coletadas amostras em 09 de maio (Figura 6 – Tabela 1).

Figura 6 - Mapa de localização dos pontos de coleta de amostras na área de estudo

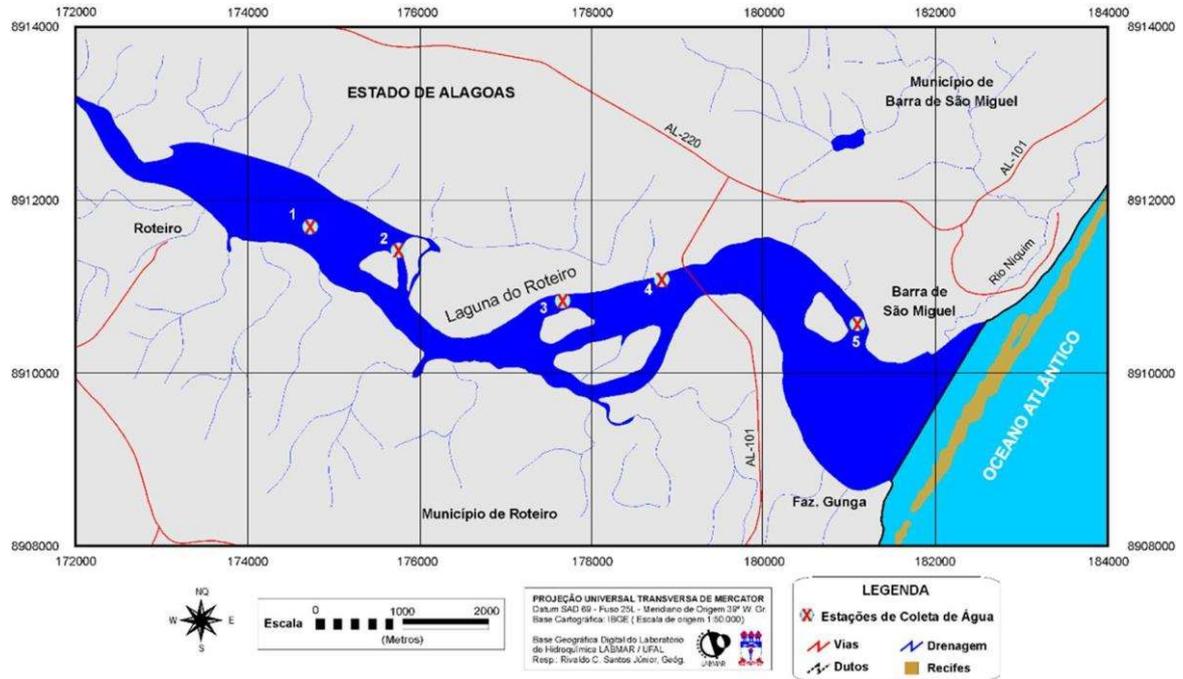


Tabela 1- Coordenadas dos pontos de coleta de água

Coordenadas dos pontos de coleta de água					
Ponto	R01	R02	R03	R04	R05
Latitude (S)	09°50'48,8"	09°50'09,9"	09°50'28,15"	09°50'35,6"	09°50'42,0"
Longitude (W)	35°56'35,5"	35°57'40,2"	35°56'27,23"	35°55'37,6"	35°54'25,0"

Fonte: Prof. Dr. Paulo Petter. Ago.2005

4.3 Medições dos parâmetros

Foram mensurados para o monitoramento da qualidade da água uma sonda multiparamétrica YSI 6600, os seguintes parâmetros: temperatura (C°), oxigênio dissolvido (mg/L), salinidade (‰) e pH. Para análise laboratorial foram utilizados: nitrito, nitrato, amônia, clorofila 'a' e fósforo total. Para isso foram usados como referência ALPHA (1992) e Carmouze (1984). O laboratório responsável para análise das amostras foi o Labmar - Ufal.

4.4. Problemas e premissas

Utilizamos a Resolução número 357, de 17 de março de 2005, publicada no DOU número 53, de 18 de março de 2005.

4.5 Índice de Estado Trófico

O IET – Índice de Estado Trófico tem grande influência para avaliação da qualidade da água, tem como objetivo classificação dos ecossistemas aquáticos quanto ao grau de trofia decorrente do aumento excessivo de nutrientes como fósforo, nitrogênio acarretando um aumento significativo de algas e cianobactérias e reduzindo o oxigênio dissolvido nos corpos d'água. Conforme a APAC-Agência Pernambucana de Água e Clima, o IET – Índice do Estado Trófico caracteriza os ambientes aquáticos diferenciando os graus de trofia, analisando a qualidade da água quanto ao enriquecimento de nutrientes e sua consequência relativa ao aumento demasiado do fitoplâncton, sendo os ambientes aquáticos assim classificados:

a) Ultraoligotrófico, produtividade primária ocorrendo (aparecimento de algas e microorganismos) muito pequena e aglomeração mínima de nutrientes que não causa danos aos usos da água;

b) Oligotrófico, baixa produtividade primária e concentrações de nutrientes, não ocorrendo interferências indesejáveis sobre os usos da água;

c) Mesotrófico, mostra produtividade primária, intermedial com prováveis consequências sobre a qualidade da água, mas apresentado níveis admissíveis na maioria dos casos;

d) Eutrófico possui alta produtividade primária em vinculação as circunstâncias naturais com diminuição da transparência em geral movido por atividades humanas, ocorrendo modificações indesejáveis na qualidade da água consequência do aumento de nutrientes e intercessão nos diversos usos;

e) Supereutrófico, possui alta produtividade primária em se tratando das condições naturais, com baixa transparência, em geral impactado por atividades humanas, ocorrendo com regularidade modificações prejudiciais na qualidade da água como acontecimentos de florescimento de algas, e intercessões nos seus vários usos;

f) Hipereutrófico, consideravelmente é o estágio mais afetado pelas altas aglomerações de matéria orgânica e nutrientes com implicação marcante nos seus usos relacionado a florescência de algas ou mortandade de peixes resultados desagradáveis para seus vários usos tais como as atividades pecuárias nas localidades ribeirinhas.

O Índice de Estado Trófico tem como objetivo analisar a qualidade da água, podendo com isso identificar ações antrópicas que provocam eutrofização das águas.

De acordo com Lamparelli (2004), foram utilizados como padrões clorofila “a” e fósforo total para identificação do grau de trofia da água. Abaixo relacionadas as equações que representam essa identificação para rios e reservatórios

Rios:

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

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

Reservatórios:

$$\text{IET (CL)} = 10 \times (6 - ((0,92 - 0,34 \times (\ln \text{CL})) / \ln 2))$$

$$\text{IET (PT)} = 10 \times (6 - (1,77 - 0,42 \times (\ln \text{PT}) / \ln 2))$$

Onde:

PT: concentração de fósforo total medida à superfície da água, em ug.L-1;

CL: concentração de clorofila medida à superfície da água, em ug.L-1;

In: logarítimo natural.

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

Quadro 2 - Classe de IET – Índice de Estado Trófico com suas principais características

(Continua)

Valor do IET	Classe de Estado Trófico	Características
=47	Ultraoligotrófico	Corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes, que não acarretam prejuízos aos usos da água.
47 < IET = 52	Oligotrófico	Corpos d'água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes
52 < IET = 59	Mesotrófico	Corpos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
59 < IET = 63	Eutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade de água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos.
63 < IET = 67	Supereutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos.

Quadro 2 - Classe de IET – Índice de Estado Trófico com suas principais características

(Conclusão)

Valor do IET	Classe de Estado Trófico	Características
> 67	Hipereutrófico	Corpos d'água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

Fontes: CETESB (2007); LAMPARELLI (2004).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Nitrato, Nitrito, Fósforo total e o Nitrogênio Amoniacal (o qual foi chamado de amônia) devem estar na unidade de medida miligrama por litro (mg/L) segundo a Resolução nº 357 do CONAMA, convertesse de micrograma por litro ($\mu\text{g/L}$) para mg/L. Nos ambientes aquáticos naturais, o nitrogênio amoniacal total (representado por N-NH₄) compreende as formas do íon amônio [NH₄⁺] e amônia [NH₃] dissolvidos, e a proporção entre elas depende de temperatura, salinidade e, principalmente, pH. A soma de NH₃ + NH₄⁺ é chamada simplesmente de amônia ou amônia total (MARQUES et. al, 2014).

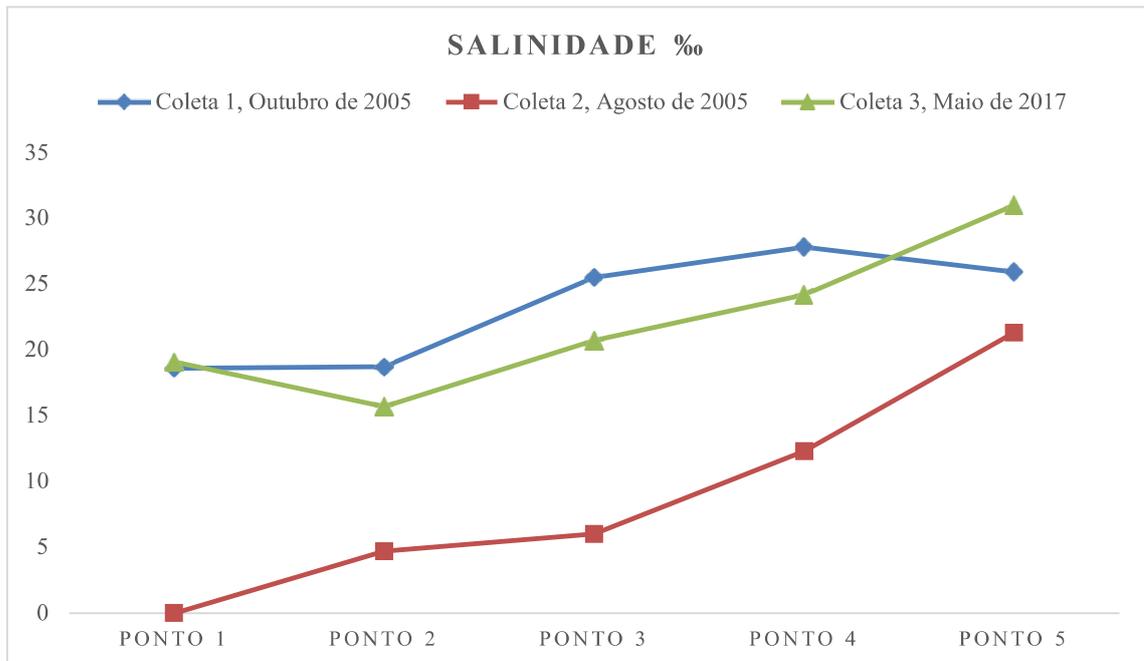
Foram realizadas três campanhas de campo nos meses de agosto e outubro de 2005 e uma campanha em maio de 2017 na Laguna do Roteiro para coletar dados dos parâmetros físico-químicos (ANEXOS).

5.1. Salinidade

A Resolução nº 357 de 17 de março de 2005 do Conama, define: águas doces com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰; águas salobras com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰ e águas salinas com salinidade igual ou superior a 30 ‰. Segundo os dados coletados na Laguna do Roteiro em 2005, a primeira análise realizada no dia 05 de agosto de 2005 teve como média 8,9‰, a segunda realizada no dia 11 de outubro 2005 teve como média 23.3‰ e a terceira realizada no dia 09 de maio de 2017 teve como média 22.11‰, portanto podemos definir a Laguna do Roteiro como “Águas Salobras”. Ainda segundo a resolução, em seu artigo 6º, as águas salobras podem ser classificadas como classe especial, isto é, águas destinadas à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas. Também pode ser classificada como Classe 1, ou seja, águas que podem ser destinadas à recreação de contato primário, conforme a Resolução Conama nº 274, de 2000; à proteção das comunidades aquáticas; à aquicultura e à atividade de pesca; ao abastecimento para consumo humano após tratamento, à irrigação de frutas, à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto. Também há a classe 2, águas que podem ser destinadas à pesca amadora; à recreação de contato secundário. A resolução também cita classe 3 de águas salobras, essas podem ser destinadas à navegação e à harmonia paisagística.

Comparando com os valores registrados na Bahia, que variaram de 0,00 a 0,01 ‰ no período analisado, as águas das 6 lagoas em estudo foram classificadas como doces (SOUZA e CRUZ, 2014), como pode ser observado na Figura 7 abaixo.

Figura 7 - Comparação dos dados de salinidade na Laguna Roteiro – estado de Alagoas, entre os anos de 2005 e 2017



Elaboração: Autor do TCC, AGO, 2020.

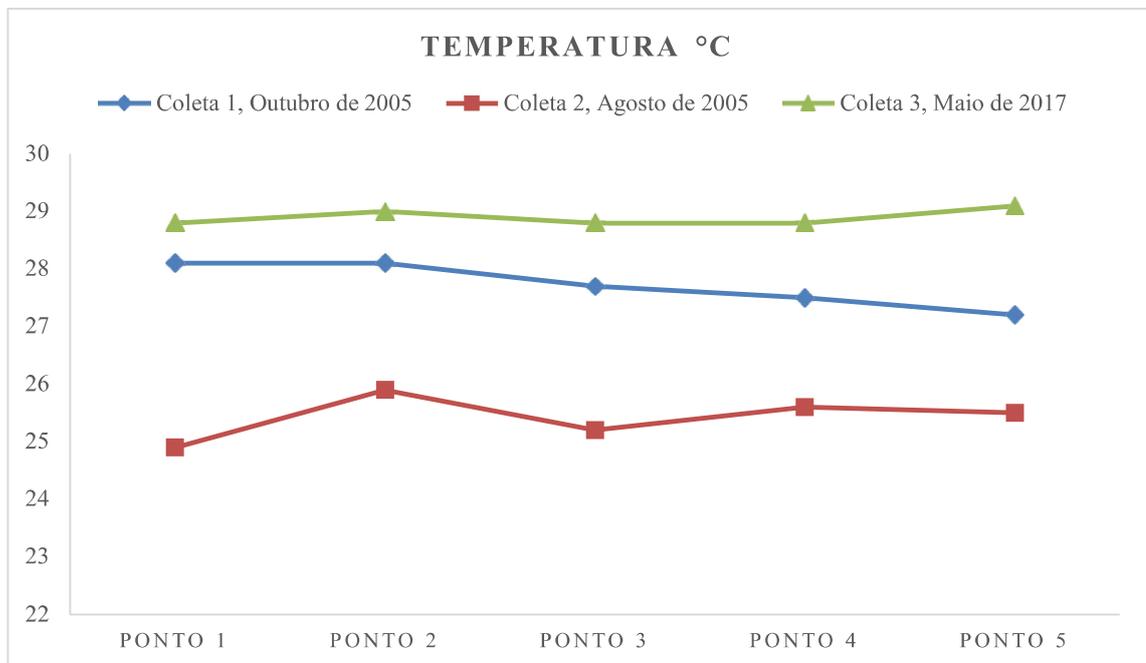
5.2 Temperatura (T)

De acordo com Portal de Qualidade das Águas, a temperatura causa grandes impactos no ambiente hídrico através de seus parâmetros físico-químicos, como a tensão superficial e a viscosidade. O crescimento e a reprodução dos organismos aquáticos são afetados devido temperaturas fora de seus limites de tolerância térmica. As áreas hídricas exibem variações de temperaturas nos períodos dos dias e nas estações do ano. Quando ocorre o lançamento de resíduos com altas temperaturas existe possibilidades de causar grandes impactos nos corpos d'água. Foram coletadas amostras na laguna de Roteiro (Figura 8), onde foram encontrados os seguintes resultados:

- a) a amostra de 05 de agosto de 2005 temperatura média da água média de 25,42°C;
- b) na segunda campanha, realizada em 11 de outubro de 2005 registrou-se temperatura média de 27,72°C;

c) na terceira análise realizada no dia 09 de maio de 2017, registrou a temperatura média da água de 28,9°C.

Figura 8 - Comparação dos dados de temperatura na Laguna Roteiro – estado de Alagoas, entre os anos de 2005 e 2017



Elaboração: Autor do TCC, AGO, 2020.

Segundo Souza e Cruz (2014), ao avaliarem os parâmetros físico-químicos das lagoas costeiras do Parque das Dunas, localizado na parte norte do município de Salvador- Bahia”, observaram que a variação da temperatura da água não excedeu a diferença de 4,2 °C entre as lagoas, sendo que a média do valor máximo registrado estava na lagoa do Junco (29,89 °C) e a média do valor mínimo foi observada na lagoa Baronesa apresentando (25,88 °C), mas a diferença da temperatura pode estar relacionada à influência das condições climáticas em função dos horários e locais de coleta, integradas às características intrínsecas dos pontos amostrados.

5.3 Oxigênio Dissolvido (OD)

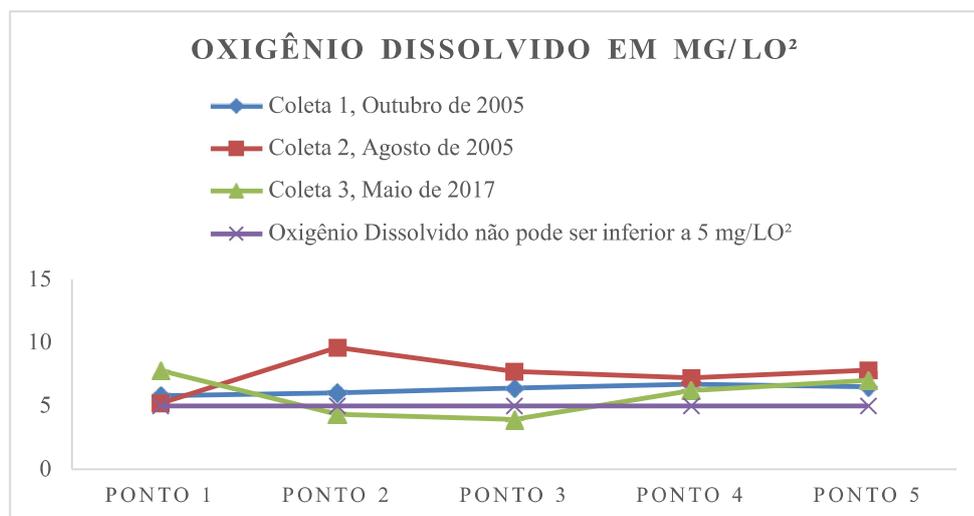
Segundo Esteves (1998), o oxigênio é um dos gases dissolvidos na água. Tem uma importância significativa na dinâmica e na característica de ambientes aquáticos. A atmosfera e a fotossíntese são as principais fontes de oxigênio da água. Ainda, de acordo com Esteves (1998), a solubilidade de todos os gases inclusive o oxigênio depende da temperatura e pressão. Diante disso, quando a temperatura eleva e a pressão diminui ocorre a redução de solubilidade

do oxigênio na água. Foram coletadas amostras na laguna de Roteiro (Figura 9), onde foram encontrados os seguintes resultados:

- a) a amostra de 05 de agosto de 2005 a média do oxigênio dissolvido encontrado foi 7,50mg/LO², a resolução define que não pode ser inferior a 5mg/LO²;
- b) na segunda campanha, realizada em 11 de outubro de 2005 a média do oxigênio dissolvido encontrado foi de 6,3 mg/LO², a resolução define que não pode ser inferior a 5mg/LO²;
- c) na terceira análise realizada no dia 09 de maio de 2017, a média do oxigênio dissolvido encontrado foi 5,84 mg/LO², a resolução define como não inferior a 5mg/LO².

A média dos dados está de acordo com os padrões da Resolução 357 do Conama, no entanto dois pontos (Pontos 2 e 3) da coleta de maio de 2017 apresentaram índice inferiores.

Figura 9 - Comparação dos dados de Oxigênio Dissolvido na Laguna Roteiro – estado de Alagoas, entre os anos de 2005 e 2017 com os valores da Resolução Conama nº 357 de 17 de março de 2005



Elaboração: Autor do TCC, AGO, 2020.

O Trabalho “Aspectos Limnológicos e sanitários de uma lagoa costeira no litoral leste do Ceará – Lagoa do Batoque” realizado por Eugênio Cunha Oliveira na Lagoa do Batoque, localizada em Aquiraz no estado do Ceará, na qual foram efetuadas duas coletas. Na primeira coleta realizada em julho/2005, observa-se que as concentrações de oxigênio dissolvido apresentaram uma variação mínima de 5,03 mg/L e máxima de 7,05 mg/L, 2), enquanto na segunda coleta realizada em dezembro/2005, as concentrações apresentaram variações com o mínimo de 5,42 mg/L e o máximo 8,74mg/L.

Em Maceió, Torres e Neto (2004), em “A expansão urbana de Maceió e seus reflexos ambientais na laguna Mundaú”, encontrou 6,43 mg/L. Na Bahia, a média dos valores de oxigênio dissolvido na lagoa Baronesa foi de 1,81 mg/L, sendo esta média mais baixa encontrada entre as lagoas do presente estudo (op. cit.). O valor limite de oxigênio dissolvido para a preservação da vida aquática, estabelecido pela Resolução 357 Conama é de 5,0 mg/L, mas existe uma variação na tolerância de espécie para espécie. Durante a degradação da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução de sua concentração no meio. A média com maior valor de OD foi observado na lagoa Jacaré apresentando 9,81 mg/L. O valor limite de oxigênio dissolvido para a preservação da vida aquática é de 5,0 mg/L, no entanto existe uma variação na tolerância de espécie para espécie. Durante a degradação da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução de sua concentração no meio (op. cit.).

O teor de oxigênio dissolvido na água é um indicador de suas condições de poluição por matéria orgânica, uma água não poluída por matéria orgânica deve estar saturada de oxigênio, mas teores baixos de oxigênio dissolvido podem indicar que houve uma intensa atividade bacteriana decompondo matéria orgânica lançada na água (MOTA, 1995).

5.4 Potencial hidrogeniônico (pH)

De acordo com Portal da Qualidade das Águas, O pH prejudica o metabolismo os grupos de organismos no ambiente aquático. A Resolução Conama nº 357 de 17 de março de 2005, estabelece que o pH deve estar entre 6 e 9 para proteção das espécies aquáticas, também podendo aumentar efeitos de substâncias químicas tóxicas quando ocorre alterações nos valores de pH.

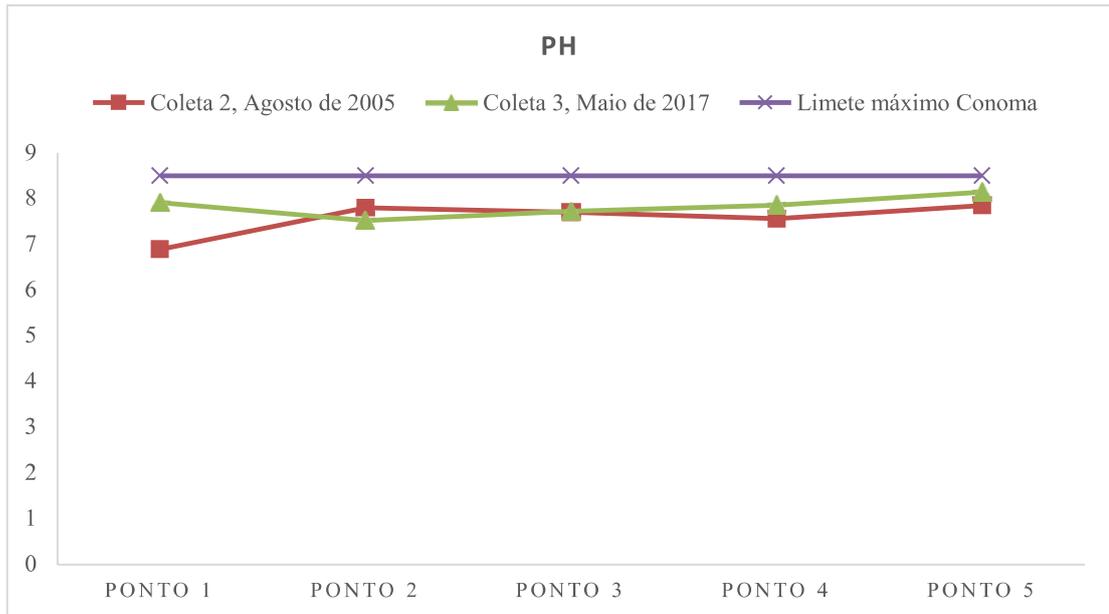
Foram coletadas amostras na laguna de Roteiro (Figura 10), onde foram encontrados os seguintes resultados:

- a) Na análise dia 05 de agosto de 2005 a média do pH encontrado foi de 7,56, a resolução define como 6,5 a 8,5;
- b) na segunda campanha, realizada em 11 de outubro de 2005 a média do pH encontrado foi de 7,5, a resolução define como 6,5 a 8,5;

c) na terceira análise realizada no dia 09 de maio de 2017, a média do pH encontrado foi de 7,83, a resolução define como 6,5 a 8,5;

Destarte que, a média dos dados está de acordo com os padrões da Resolução 357 do Conama.

Figura 10 -Comparação dos dados de pH na Laguna Roteiro – estado de Alagoas, entre os anos de 2005 e 2017 com os valores da Resolução Conama nº 357 de 17 de março de 2005



Elaboração: Autor do TCC, AGO, 2020.

Em comparação com outras lagunas, o pH encontrado foi 8,03 (SILVEIRA, et. al, 2009) e variou de 0,1 a 8,8 (VICENTE, 2018). Torres e Neto (2004), em “A expansão urbana de Maceió e seus reflexos ambientais na laguna Mundaú”, encontrou o pH de 7,92. Em Salvador, os valores de pH apresentaram um caráter ácido em todas as lagoas, logo pode haver indício de uniformidade de características entre esses locais (DE SOUZA,2015). Segundo Mangolin e Bergallo (2011), o fator preponderante para a acidez encontrada em uma de suas lagoas de estudo está associada aos compostos húmicos provenientes da drenagem da região.

5.5 Clorofila ‘a’

De acordo com normas técnicas da CETESB, todos os vegetais, como também, organismos autótrofos tem na sua pigmentação clorofila ‘a’. Nos estudos de análises físicas e químicas a clorofila ‘a’ e feofitina são utilizadas como indicadores do estado fisiológico do fitoplâncton e contribui para processo de avaliação do grau de eutrofização do ambiente

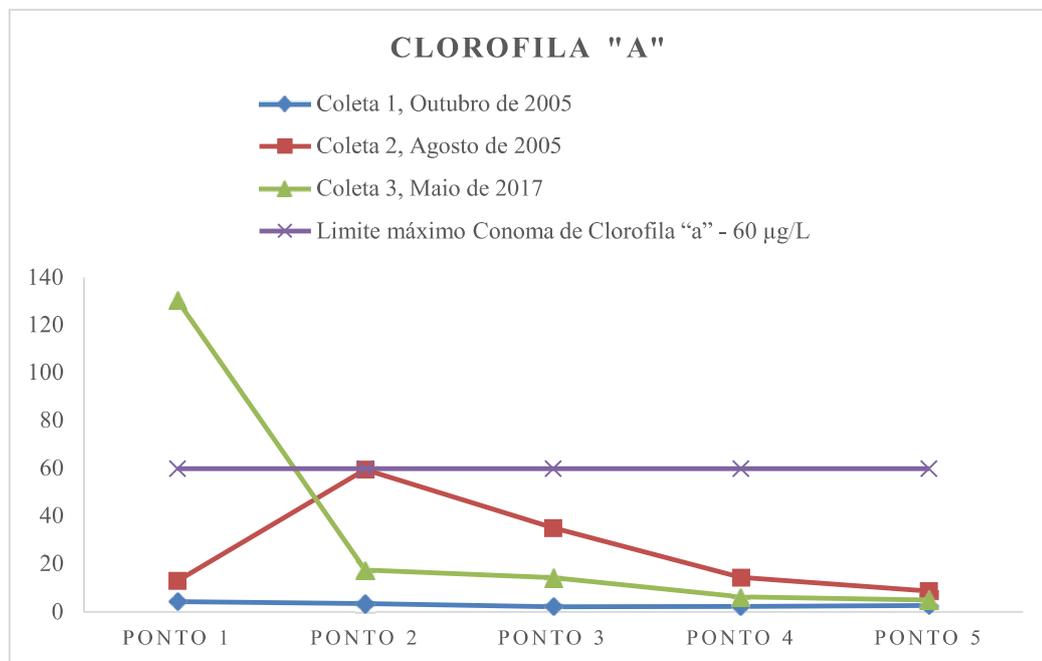
aquático da laguna do Mundaú. Foram encontrados (Figura 11), as seguintes médias de clorofila ‘a’, na Laguna Roteiro.

a) Na análise dia 05 de agosto de 2005 realizada a média da clorofila ‘a’ encontrada foi de 26,18 $\mu\text{g/L}$, a resolução define como valor máximo de 60 $\mu\text{g/L}$;

b) na segunda campanha, realizada em 11 de outubro de 2005 a média da clorofila “a” encontrada foi de 2,9 $\mu\text{g/L}$, a resolução define como valor máximo de 60 $\mu\text{g/L}$;

c) na terceira análise realizada no dia 09 de maio de 2017, a média da clorofila¹ ‘a’ encontrada foi de 34,59 $\mu\text{g/L}$, a resolução define como valor máximo de 60 $\mu\text{g/L}$.

Figura 11 - Comparação dos dados de clorofila na Laguna Roteiro – estado de Alagoas entre os anos de 2005 e 2017 com os valores da Resolução Conama n° 357 de 17 de março de 2005



Elaboração: Autor do TCC, AGO, 2020.

As lagunas costeiras abaixo citadas tiveram valores de clorofila ‘a’ bem abaixo da Laguna do Roteiro devido a deficiência de fósforo e nitratos.

¹ A clorofila a é considerada a principal variável indicadora de estado trófico dos ambientes aquáticos. Além disso é utilizada para quantificar a biomassa fitoplanctônica do ambiente. Segundo a resolução número 357 do CONAMA, para ambientes de água doce a concentração máxima de clorofila-a permitida é de 60 $\mu\text{g/L}$. Valores estes acima dos exigidos por lei, indicando potencial probabilidade de desencadear a mortalidade de peixes, devido à prevalência, no período noturno, dos processos de respiração das algas e dos peixes, gerando déficit significativo de oxigênio e perfis de poluição (FRANCO, LUCIO E ROBERTO, 2013).

Segundo Souza apud Alves (2014), na lagoa Costeira de Patos, Salvador BA, foi encontrado valores de clorofila 'a' com média de 0,01 $\mu\text{g/L}$ a 0,17 $\mu\text{g/L}$, considerados valores baixos devido a deficiência de fósforo nos períodos secos e chuvoso e nitrato só no período seco.

De acordo com Souza apud Oliveira (2006) foram encontrados, no período seco, houve um pico, o valor de clorofila 'a' foi encontrado um valor mediano de 6,2 $\mu\text{g/L}$ na Lagoa de Junco.

Conforme Souza apud Gomes (1998), a Lagoa Batoque, região costeira do Ceará, os valores de clorofila 'a' nos períodos de maior precipitação pluviométrica e no período seco a concentração aumenta e o valor de clorofila 'a' foi de 1,34 $\mu\text{g/L}$, referente ao período chuvoso e no período seco o valor passa para 10 $\mu\text{g/L}$. Durante o período de seco a insolação é maior e com isso aumenta a temperatura da água, e mediante as boas condições das águas das lagoas, beneficia ao surgimento de fitoplanctons em sua região limnética.

5.6 Nitrato (NO_3)

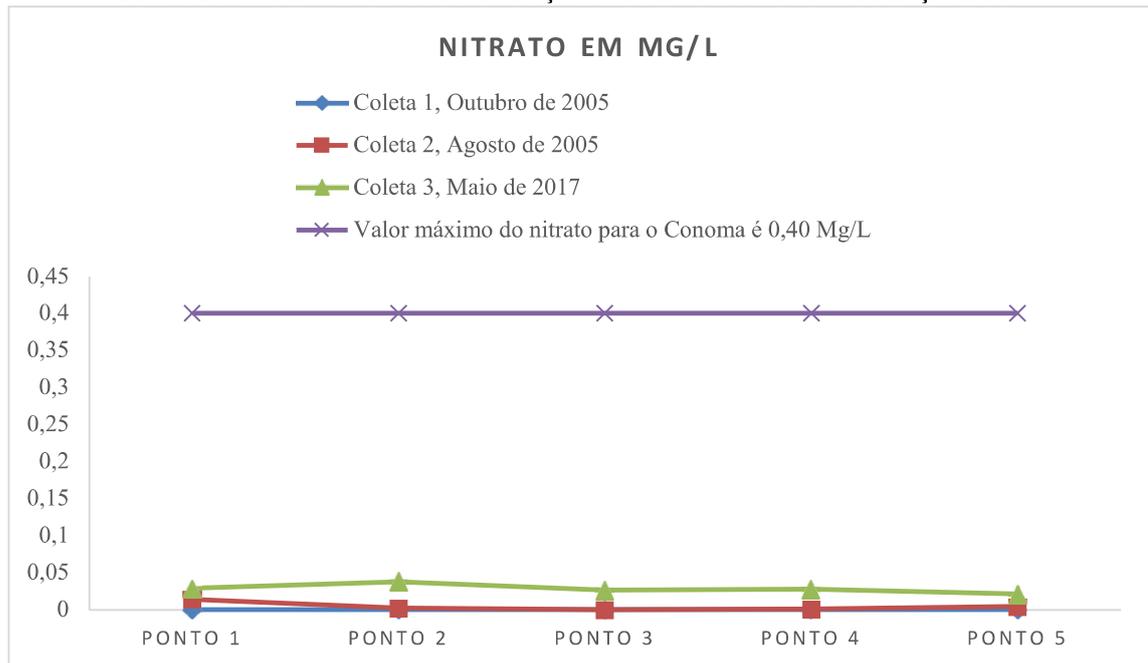
Nitrato é uma das formas que está presente no nitrogênio, que com o íon amônio é de grande importância no ambiente aquático, pois possui fontes de nitrogênio para produtores primários (ESTEVEZ, 1998).

Foram encontrados (Figura 12), as seguintes médias de nitratos, na Laguna Roteiro:

- a) Na análise dia 05 de agosto de 2005 a média encontrada do nitrato² foi de 0,004 Mg/L , a resolução define como valor máximo 0,40 mg/L ;
- b) na segunda campanha, realizada em 11 de outubro de 2005 a média encontrada do nitrato foi de 0,0003 mg/L , a resolução define como valor máximo de 0,40 mg/L-N ;
- c) na terceira análise realizada no dia 09 de maio de 2017, a média encontrada do nitrato foi de 0,0028 mg/L , a resolução define como valor máximo de 0,40 mg/L-N .

²O excesso de nitrato pode causar metemoglobinemia infantil. Concentrações excessivas de nitrato podem indicar a presença de despejo demasiado de fertilizantes ou de descargas de estações de tratamento.

Figura 12 - Comparação dos dados de nitrato na Laguna Roteiro – estado de Alagoas entre os anos de 2005 e 2017 com os valores da Resolução Conama nº 357 de 17 de março de 2005



Elaboração: Autor do TCC, AGO, 2020.

No Ceará, o nitrato no período de estiagem apresentou concentração mínima de 0,46 mg/L e máximo de 20,17 mg/L (SILVEIRA et. al,2009).

Vicente (2018), em “Avaliação da distribuição espaço-temporal da qualidade da água de um corpo hídrico hipersalino – laguna de Araruama”, ao analisar a laguna de Araruama, o maior corpo hídrico hipersalino do Brasil, situada em uma importante região turística da costa leste Fluminense, observou o valor mínimo de nitrato na primavera de 0,7 mg/L e o máximo observado no inverno 0,48 mg/L, segundo o autor, isso pode demonstrar a intensidade e a velocidade da concentração do nutriente. Vale ressaltar que o aumento da concentração de nitrato pode ser explicado pelo déficit hídrico característico desta época do ano para a região (VICENTE apud KJERFVE, 1996). A relação entre o balanço hídrico e as concentrações é inversamente proporcional, ressalta-se que em tempos de déficit hídrico deve ocorrer aumento nas concentrações (VICENTE, 2018).

Em Maceió, o nitrato encontrado foi de 1,5 mg/L na Laguna Mundaú, localizada Maceió (TORRES e NETO 2004).

Na Bahia, nas lagoas: Alameda, Jacaré, Vitória, Junco e Baronesa, os valores de nitrato apresentaram-se altos, com as respectivas médias, 19,0 mg/L, 40,65 mg/L, 46,13 mg/L, 50,84 mg/L, 28,21 mg/L. A lagoa do Camarão apresentou a média mais baixa entre todas as lagoas,

onde o nitrato foi de 5,95mg/L (SOUZA e CRUZ, 2014). Para as altas concentrações de nitrato nas lagunas podemos supor a contribuição da decomposição de plantas na superfície do solo e possível contaminação de fertilizantes nitrogenados, que pode estar associado a presença de atividades agrícolas na bacia Ipitanga (2014op. cit.). Como esses íons não são adsorvidos pelos componentes das frações do solo, eles podem ser absorvidos pelas raízes e provocar translocação das folhas ou lixiviados aos mananciais subterrâneos (CORREA, 2006). A lixiviação de nitrato é um fenômeno físico, favorecido pela baixa energia envolvida na sua adsorção às partículas do solo também pela sua alta solubilidade em água (DYNIA e CAMARGO, 1999).

Coutinho (2017), em “Implicações sociais, econômicas e ambientais relacionadas a uma laguna costeira do litoral de Pitimbu, Paraíba, Brasil”, ao avaliar os dados da laguna costeira de Pitimbu, na cidade de Pitimbu, situada no litoral sul do estado da Paraíba, encontrou teores de nitrato abaixo de 0,40 mg/L, com exceção do mês de maio, onde o teor de nitrato foi de 0,52 mg/L e 0,45 mg/L, o que significa que na maioria do período avaliado, a laguna estaria apropriada para recreação de contato primário, considerando o parâmetro em questão.

O nitrato é uma substância derivada do nitrogênio e em baixas concentrações se encontra de forma natural na água e no solo (FOSTER; HIRATA, 1988). Contudo, concentrações podem ser alteradas devido ao uso intensivo de fertilizantes na agricultura e a coleta e disponibilização inadequada dos esgotos domésticos (ROSSI, 2007). O nitrato junto com o nitrito, em excesso, nos corpos aquáticos são consideráveis apontadores de eutrofização e causam grande prejuízo ao abastecimento de água e a biota aquática no geral. Os nitratos também são uma das maiores fontes de íons naturais das águas e são obtidos a partir da oxidação da amônia pela ação das bactérias (nitrossomas), mas ele é o constituinte inorgânico mais problemático, devido a uma ampla distribuição, grande mobilidade em subsuperfície, estabilidade em sistemas aeróbicos de águas subterrâneas e risco à saúde humana, principalmente em crianças e idosos (Brito 2013 apud ECKHART et al., 2009).

5.7 Nitrito (HNO₂)

Nitrito é encontrado em pequenas quantidades em ambientes oxigenados. Pode-se encontrar altas concentrações desse íon em ambientes anaeróbicos, como hipolímnio de lagos eutróficos em fase de estratificação (ESTEVEZ, 1998).

Foram encontrados (Figura 13), as seguintes médias de nitritos, na Laguna Roteiro:

a) Na análise dia 05 de agosto de 2005 a média encontrada do nitrito foi 0,008 mg/L, a resolução define como valor máximo de 0,07 mg/L;

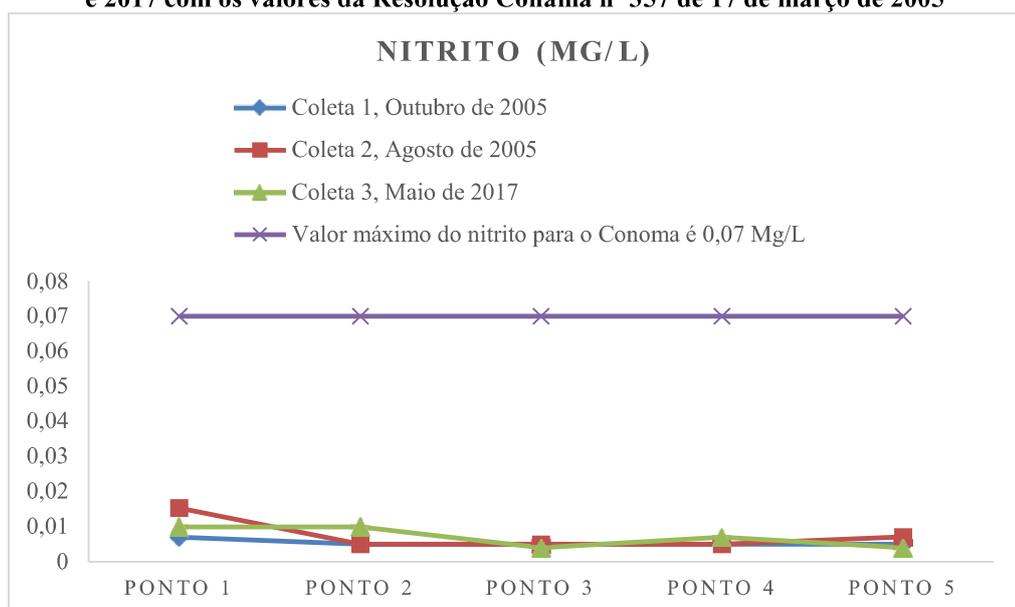
b) Na segunda campanha, realizada em 11 de outubro de 2005 a média encontrada do nitrito foi 0,0051 mg/L, a resolução define como valor máximo de 0,07 mg/L-N;

c) Na terceira análise realizada no dia 09 de maio de 2017, a média encontrada do nitrito foi 0,0074 mg/L, a resolução define como valor máximo de 0,07 mg/L-N.

No Ceará, o resultado das análises de nitrito apresentou o valor mínimo de 0,39 mg/L e máximo de 4,06 mg/L (SILVEIRA et. al, 2009). No Rio de Janeiro, em relação ao nitrito (VICENTE, 2018), as concentrações de nitrito observadas foram extremamente baixas e estão próximas a 0,001 mg/L. Para o caso específico da laguna de Araruama, os valores encontrados eram esperados dado o caráter oxidante do ambiente associado a características do ciclo biogeoquímico do nitrogênio (VICENTE, 2018).

Na Paraíba, nenhum valor de nitrito ultrapassou o limite estabelecido pela resolução citada. Sua maior concentração foi de 0,04 mg/L em maio (COUTINHO 2017). O nitrito é uma forma química do nitrogênio normalmente encontrada em pequenas quantidades nas águas superficiais e subterrâneas, o nitrito é instável na presença do oxigênio e ocorre como uma forma intermediária. O íon nitrito presente indica um processo biológico ativo influenciado por poluição orgânica (MEURER, 2004).

Figura 13 -Comparação dos dados de nitrito na Laguna Roteiro – estado de Alagoas entre os anos de 2005 e 2017 com os valores da Resolução Conama n° 357 de 17 de março de 2005



Elaboração: Autor do TCC, AGO, 2020.

5.8 Amônia (NH₃)

Amônia se trata de um elemento químico produzida em laboratório através de reações químicas, obtida através do processo Haber-Bosh. A amônia é uma molécula formada pelo átomo de nitrogênio ligada a 3 hidrogênio (NH₃). A molécula de amônia pode ser transformada em gás incolor muito corrosivo quando em contato com ambientes úmidos (BORGES,2020).

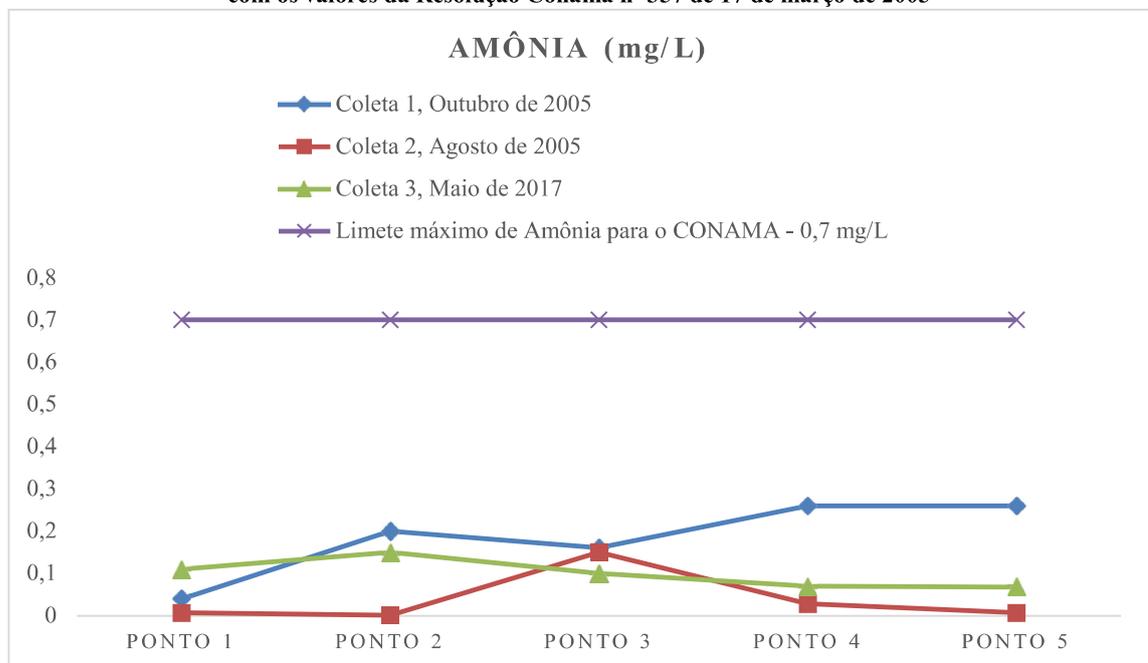
Foram encontrados (Figura 14), as seguintes médias para amônia na Laguna Roteiro:

a) Na análise dia 05 de agosto de 2005 a média da amônia encontrada foi de 0,012 mg/L³, segundo a resolução a amônia não pode ser superior a 0,40 mg/L;

b) Na segunda campanha, realizada em 11 de outubro de 2005 a média da amônia encontrada foi de 0,1837 mg/L, segundo a resolução a amônia não pode ser superior a 0,40 mg/L;

c) na terceira realizada no dia 09 de maio de 2017 a média da amônia encontrada foi de 0,100 mg/L, segundo a resolução a amônia não pode ser superior a 0,40 mg/L.

Figura 14 - Comparação dos dados de amônia na Laguna Roteiro – estado de Alagoas entre os anos de 2005 e 2017 com os valores da Resolução Conama nº 357 de 17 de março de 2005



Elaboração: Autor do TCC, AGO, 2020.

³Altas concentrações de amônia em águas de superfície, acima de 0,1 mg/l como N, podem ser indicação de contaminação por esgoto bruto. A concentração excessiva de amônia é tóxica para a vida aquática. Concentrações mais altas podem ser encontradas em esgotos brutos e efluentes industriais, particularmente de refinarias de petróleo onde a amônia é um produto do processo de refino.

No Ceará, o valor mínimo detectado para amônia correspondeu a 0,07 mg/L e o máximo a 2,25 mg/L (SILVEIRA et. al, 2009). No Rio de Janeiro, a amônia foi de 0,04 mg/L (VICENTE, 2018).

Na Paraíba, a amônia ficou entre 5,23 mg/L e 0,0 mg/L (COUTINHO 2017). Vale ressaltar que a amônia é um constituinte comum no esgoto sanitário, sendo resultado direto de descargas de efluentes domésticos e industriais, da hidrólise da ureia e da degradação biológica de aminoácidos e outros compostos orgânicos nitrogenados (ROSA, FRACETO, MOSCHINI-CARLOS, 2012).

A amônia é uma substância tóxica não cumulativa e que em concentrações baixas não causam danos fisiológicos aos animais (PIEDRAS, 2006). Está naturalmente presente nos corpos d'água, como produto da degradação de compostos orgânicos e inorgânicos do solo e da água como resultado de excreção da biota, redução do nitrogênio gasoso da água por microrganismos ou por trocas gasosas com a atmosfera (ROSA, FRACETO, MOSCHINI-CARLOS, 2012).

Valores superiores ao da Resolução encontrados nas análises denotam poluição antrópica antiga e recente na laguna, especialmente devido a presença de lixões e esgotos domésticos localizados na margem do corpo lagunar (SILVEIRA et. al, 2009).

5.9 Fósforo Total

O fósforo é o principal fator limitante de produtividade na maioria das águas continentais. Devido a isso, é tido como principal responsável pela eutrofização artificial do ambiente aquático afetado (ESTEVEVES, 2011). O Fósforo Total referente a junção de todas as formas de fósforo em uma amostra de água. A amostra de fósforo total é feita convertendo todo o fósforo (dissolvido e particular), contendo em uma amostra não filtrada, em uma forma inorgânica, ortofosfato (ESTEVEVES, 2011). Foram encontrados (Figura 15), as seguintes médias para fósforo na Laguna Roteiro:

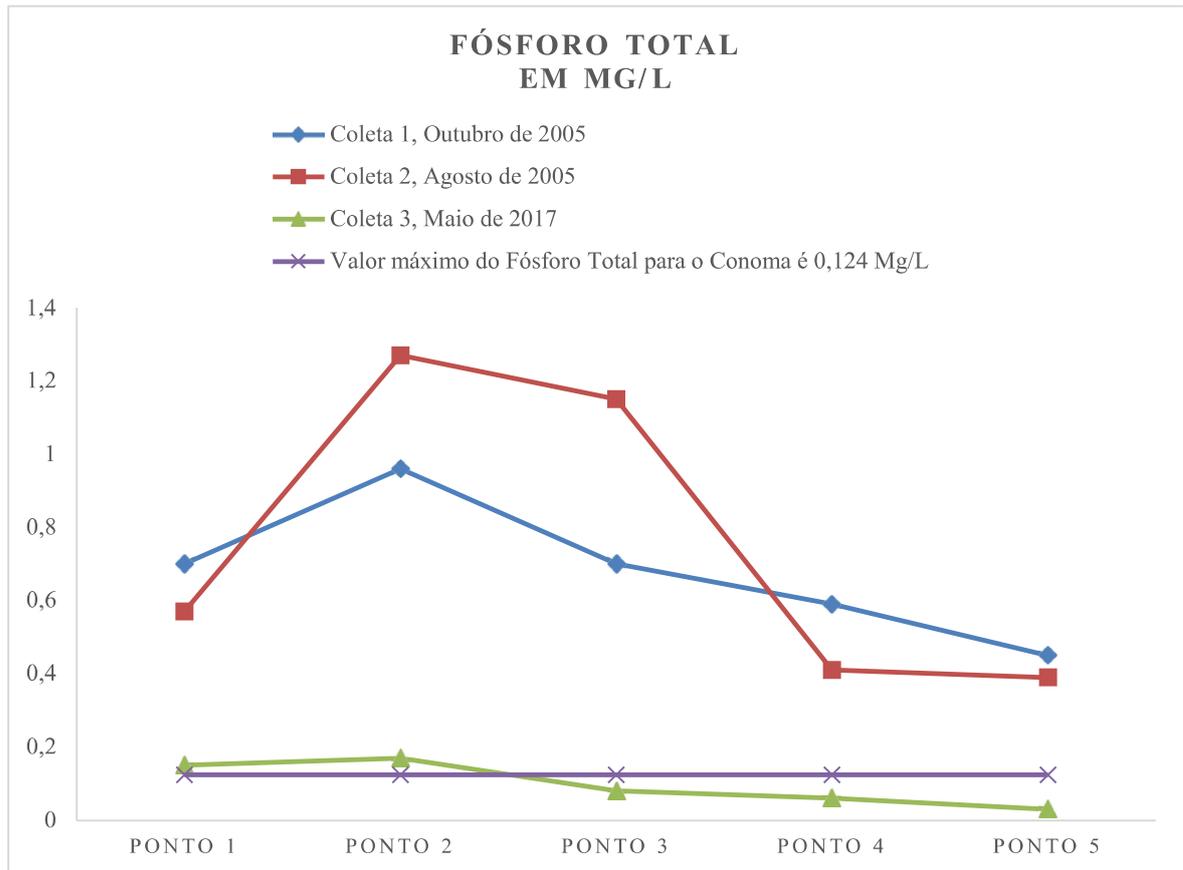
a) Na análise dia 05 de agosto de 2005 a média de fósforo total encontrada foi 0,76 mg/L, a resolução define como valor máximo de 0,124 mg/L-P;

b) Na segunda campanha, realizada em 11 de outubro de 2005 a média de fósforo total encontrada foi 0,68 mg/L, a resolução define como valor máximo de 0,124 mg/L-P;

c) Na terceira análise realizada no dia 09 de maio de 2017, a média de fósforo total encontrada foi 0,10 mg/L, a resolução define como valor máximo de 0,124 mg/L-P.

Apenas a média da terceira análise ficou abaixo da Resolução do Conama, a primeira e segunda apresentou média acima. No Ceará o Fósforo Total foi de 0,11 mg/L (SILVEIRA, et. al, 2009). No Rio de Janeiro, em relação ao Fósforo Total, foi encontrado o valor mínimo de 0,19 mg/L e máximo de 4,4 mg/L (VICENTE, 2018).

Figura 15 -Comparação dos dados de fósforo total na Laguna Roteiro – estado de Alagoas entre os anos de 2005 e 2017 com os valores da Resolução Conama n° 357 de 17 de março de 2005

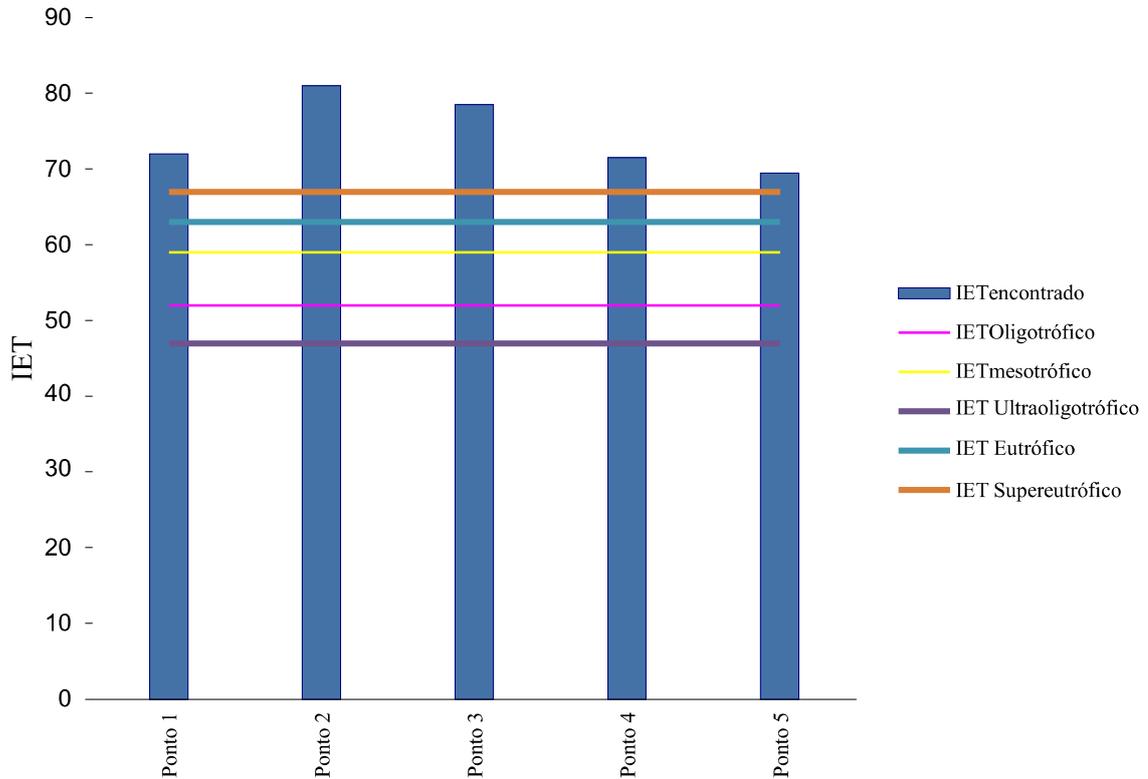


Elaboração: Autor do TCC, AGO, 2020.

5.10. Índice de Estado Trófico (IET)

Na primeira campanha de campo efetuado em 5 agosto de 2005 nos cinco pontos de coletas apresentou o IET médio com ponderação > 67 no grau hipereutrófico, onde a clorofila 'a' aparece no estágio hipereutrófico em todos os pontos de coleta e o fósforo total apresenta variação entre mesotrófico e Supereutrófico (Figura 16 e Tabela 2).

No estágio hipereutrófico se temo comprometimento acentuado nos seus usos, com florações de algas ou mortandade de peixes trazendo consequências indesejáveis para seus múltiplos usos.

Figura 16– Resultado do IET na Laguna Roteiro – estado de Alagoas, obtido em 05/08/2005

Elaboração: Autor do TCC, AGO, 2020.

Tabela 2 – Resultados de pontos de coleta do IET na Laguna Roteiro – estado de Alagoas, obtido em 05/08/2005

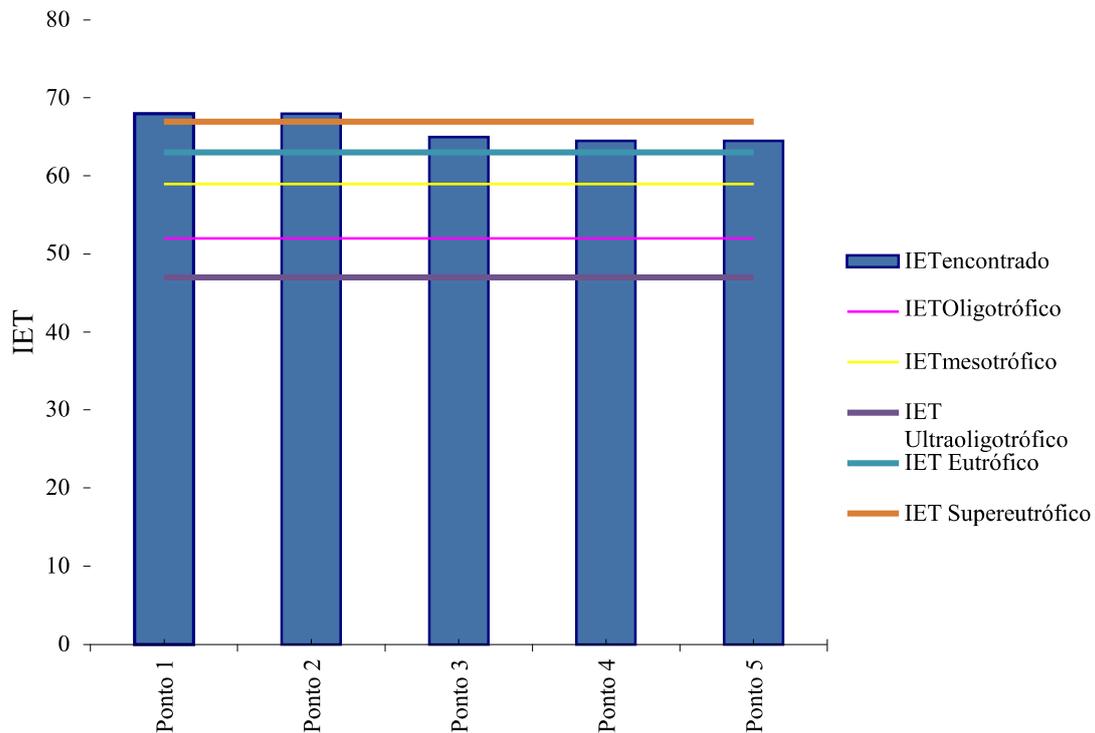
Pontos	Fosforo Total	Clorofila	IET Médio
Ponto 1	59	85	72
Ponto 2	63	99	81
Ponto 3	63	94	79
Ponto 4	57	86	72
Ponto 5	57	82	70

Elaboração: Autor do TCC, AGO, 2020.

Na segunda campanha realizada em 11 de outubro de 2005 nos cinco pontos de coletas apresentou o IET médio com ponderação $63 < IET=67$ no grau supereutrófico, onde a clorofila 'a' em todos os pontos coletados se encontra na classe hipereutrófico, já o fósforo total a média do IET está na classe eutrófica (Figura 17 e Tabela 3).

No grau supereutrófico ocorre alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, que são afetadas por atividades antrópicas ocasionando alterações indesejáveis na qualidade da água. Diante disso, ocorre florações de algas e interferências nos usos múltiplos.

Figura 17 – Resultado do IET na Laguna Roteiro – estado de Alagoas, obtido em 11/10/2005



Elaboração: Autor do TCC, AGO, 2020.

Tabela 3 – Resultados de pontos de coleta do IET na Laguna Roteiro – estado de Alagoas, obtido em 11/10/2005

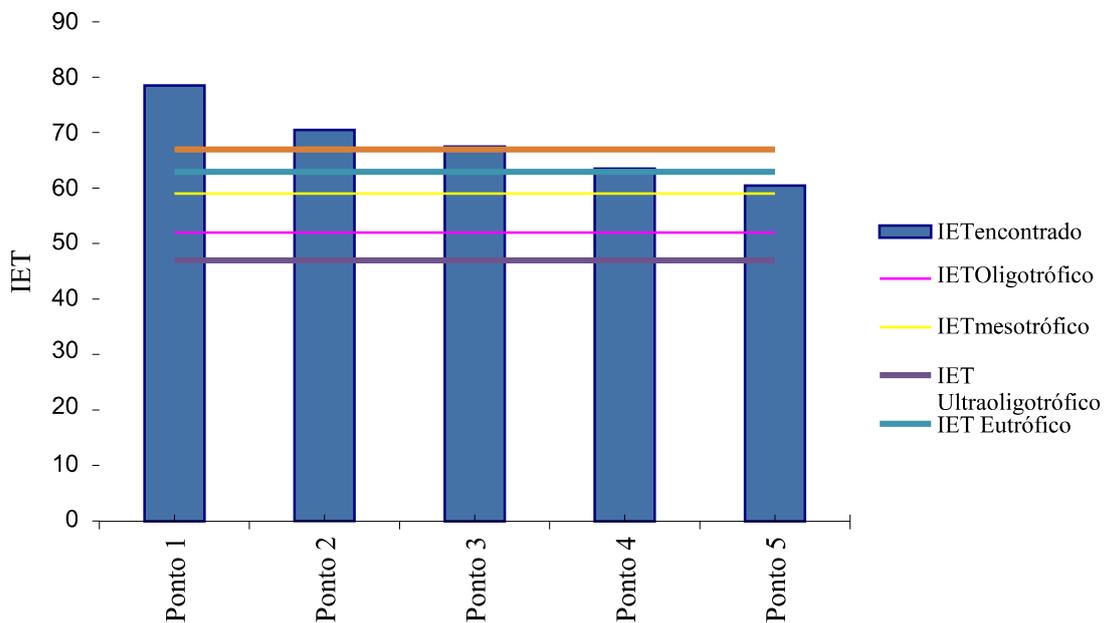
Pontos	Fosforo Total	Clorofila	IET Médio
Ponto 1	60	76	68
Ponto 2	62	74	68
Ponto 3	60	70	65
Ponto 4	59	70	65
Ponto 5	58	71	65

Elaboração: Autor do TCC, AGO, 2020.

Na terceira campanha de campo realizada em 09 de maio de 2017 nos cinco pontos de coleta o IET médio apresentou resultado na classe hipereutrófico onde todos os pontos o valor de clorofila 'a' está no estágio hipereutrófico, já o fósforo total a média do IET se encontra na classe Oligotrófico (Figura 18 e Tabela 4).

A classe hipereutrófico se tem um comprometimento acentuado da água nos seus usos múltiplos, com florações de algas ou mortandade de peixes, ocasionando mortandade de peixes e prejudiciais nos vários usos.

Figura 18 – Resultado do IET na Laguna Roteiro – estado de Alagoas, obtido em 09/05/2017



Elaboração: Autor do TCC, AGO, 2020.

Tabela 4 – Resultados de pontos de coleta do IET Laguna Roteiro – estado de Alagoas, obtido em 09/05/2017

Pontos	Fosforo Total	Clorofila	IET Médio
Ponto 1	52	105	79
Ponto 2	53	88	71
Ponto 3	49	86	68
Ponto 4	48	79	64
Ponto 5	44	77	61

Elaboração: Autor do TCC, AGO, 2020.

6. CONCLUSÃO

A influência antropogênica tem provocado alterações nos parâmetros físicos e químicos da Laguna do Roteiro. Como foi apresentado neste trabalho, pode-se perceber nos dados de nitrito (2005 e 2017), nitrato (2005 e 2017), amônia (2005 e 2017) clorofila 'a' (2005 e 2017) e fósforo total (2017) que o grau de eutrofização varia entre supereutrófico e hipereutrófico, recomenda-se um monitoramento mais amplo, principalmente com referência à sazonalidade para obtenção de resultados mais precisos.

A degradação ambiental na Laguna do Roteiro encontra-se em ritmos elevados, como observamos no IET, os dados analisados variam de ultraoligotrófico a hipereutrófico. Não

houve muitas mudanças entre 2005 e 2017, com exceção da temperatura que aumentou em 2017, no entanto o fósforo total diminuiu em 2017 (ANEXO).

No que se refere aos pontos classificados como hipereutrófico, alguns efeitos da eutrofização nos ecossistemas aquáticos são: ausência de oxigênio dissolvido, o que resulta na morte de peixes e de invertebrados e na liberação de gases tóxicos ou com odores desagradáveis, formação de florações de algas e de cianobactérias e crescimento incontável de outras plantas aquáticas.

Quanto ao desenvolvimento excessivo de cianobactérias, se tóxicas, podem tornar-se um problema de saúde pública, caso o fenômeno ocorra em águas para abastecimento público. Outros problemas decorrentes da eutrofização são: o encarecimento do tratamento da água e riscos para a saúde da população. Vale ressaltar que o tratamento da água com produtos clorados é muitas vezes com substâncias carcinogênicas.

A Laguna do Roteiro é a quarta maior extensão no estado e tem importância social, histórica e geográfica para todos os alagoanos, em especial para os habitantes da Barra de São Miguel e Roteiro. Os dados analisados mostram que a Laguna do Roteiro está em um grau de eutrofização que varia entre supereutrófico e hipereutrófico.

Diante desse quadro é preciso que se tenha um monitoramento que venha proporcionar mais informações, que sejam criadas propostas práticas que possam ser absorvidas pela comunidade, pelo setor privado e pelo Estado através dos seus governantes. O estado de Alagoas tem o dever de proteger a Laguna do Roteiro, pois além da importância para a biodiversidade, ela possui também, relevante importância socioeconômica, geo-histórica e cultural.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. INDICADORES DE QUALIDADE - ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA). Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em: 16 de set. de 2019.

APAC, **Boletim de Monitoramento de Qualidade das Águas dos Reservatórios de Pernambuco**, 2020. Disponível em <<https://www.apac.pe.gov.br/uploads/BOLETIM-DE-MONITORAMENTO-DE-QUALIDADE-DE---GUA-N07-V1--1-.pdf>>, acesso em 10.12.2019 às 21:30.

ÁVILA, Thiago José Tavares. **Revista Perfil Municipal**, v.3, n.3, p.5,2015. Disponível em:<<https://dados.al.gov.br/catalogo/id/dataset/perfil-municipal-2015>>. Acesso em: 20 de fev. de 2019.

BARBIERI, Edison. MARQUES, HelcioLuis de Almeida. BONDIOLI, Ana Cristina Vigliar. CAMPOLIM, Marcos Buhner. FERRARINI, Alessandra Tegen. Concentrações do nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato em áreas de engorda de ostras no município de Cananeia-SP.

BORGES, Dayane. CONHECIMENTO CIENTÍFICO. Amônia, o que é? Definição, características, propriedades e aplicação, 2020. Disponível em <<https://conhecimentocientifico.r7.com/amonia/>>. Acesso em: 24 de fev. de 2021.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia. Ministério do Turismo. ALAGOAS, Secretaria de Estado do Turismo de Alagoas. **Plano de Desenvolvimento Integrado do Turismo Sustentável, PDTIS Costa dos Corais**. Vol. I, 2011. Alagoas: Ruschmann Consulting, Ruschmann Consultores de Turismo, jul. de 2012. 557p. Disponível em:<http://www.prodetur.turismo.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=139:plano-de-desenvolvimento-integrado-do-turismo-sustentavel-pdtis&catid=8&Itemid=313>. Acesso em: 04 de out. de 2020.

BRITO, P,N,F, **Qualidade da Água de Abastecimento em Comunidades Rurais de Várzea do Baixo Rio Amazonas**. Disponível em <https://www2.unifap.br/cambientais/files/2014/01/TRABALHO-DE-CONCLUS%C3%83O-DE-CURSO_PRISCILA-BRITO.pdf>. Acesso em 18,02,2021
Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea. Diagnóstico do

CAMPOLIM, Marcos Buhner. FERRARINI, Alessandra Tegen. Concentrações do nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato em áreas de engorda de ostras no município de Cananeia-SP. .

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Determinação de Clorofila a e Feofitina a: método espectrofotométrico, São Paulo, 2014. Disponível em <<https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2013/11/L5306.pdf>> Acesso em 04 de set. de 2019.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Norma Técnica L5.306**. 3 ed. Fev./2013. Disponível em <<https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2013/11/L5306.pdf>>. Acesso em: 24 de fev. de 2021.

CHRISTOPHERSON, R.W, **Geossistemas uma introdução à geografia física**. 7 ed.

CORREA, R.S. et al. Risk of nitrate leaching from two soils amended with biosolids. *WaterResources*, 2006.

COUTINHO, Izabele Maria Cavalcanti. **Implicações sociais, econômicas e ambientais relacionadas a uma laguna costeira do litoral de Pitimbu, Paraíba, Brasil.** João Pessoa, 60f. Monografia (Graduação – Bacharel em Ciências Biológicas) - Universidade Federal da Paraíba.

DE SOUZA, Elaine Santos. **Caracterização Hidrogeoquímica das Lagoas Costeiras do Parque das Dunas, Salvador - BA. Universidade Federal da Bahia Instituto de Geociências Pós - graduação em Geoquímica: Petróleo e Meio Ambiente – Pospetro, Salvador, 2015.** Disponível em <https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/24390/1/DISSERTA_ELAINE_24_08_16.pdf> acesso em 26.02.2021 as 18:46

DYNIA, J.F.; CAMARGO, O. A. *Journal Article Journal Article Nitrate retention in a variable-charge soil, as influenced by phosphate fertilizing and liming.* Pesquisa Agropecuária Brasileira, 1999. Disponível em <<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BR1999001093>> Acesso em 07 de set. de 2019.

EMBRAPA, **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 211, 2012.** Disponível em <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/103956/1/BPD-211-Climatologia-Alagoas.pdf>> acesso em 03.10.2019 as 12:46.^

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia.** 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998, 602p.

FRANCO, Nayara Louback. LUCIO, Léia Carolina. ROBERTO, Maria do Carmo Roberto. **CARACTERIZAÇÃO DO LAGO DO PARQUE DO INGÁ QUANTO A PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E CLOROFILA-A.** 2013. Disponível em <http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2013/oit_mostra/Nayara_Louback_Franco.pdf>. Acesso em: 02 de out. de 2020.

GEO Brasil. Recursos Hídricos: componente da série de relatórios sobre o estado e as perspectivas do meio ambiente no Brasil. / Ministério do Meio Ambiente; Agência Nacional de Águas; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Brasília: MMA; ANA, 2007. 264p. Disponível em: <<http://www.ceivap.org.br/estudos/GEO-Brasil-Recursos-Hidricos.pdf>> Acesso em: 24 de Jul de 2020.

IBGE 2017(a). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/barra-de-sao-miguel/panorama>>. Acesso em: 02 de out de 2019.

IBGE 2017(b). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/roteiro/panorama>>. Acesso em: 02 de out de 2019.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia, 2000. Representações gráficas dos dados climatológicos. Disponível em: <www.inmet.gov.br>. Acesso em: 03 de Fev de 2019

JAKUBOSKI, Adriéli Pelizzar; SANTOS, Izaura José Padilha dos; RAUBER, Elton Antonio. **Poluição das águas: consequências para os seres humanos.** 2014. Disponível em <<http://www.site.ajes.edu.br/jornada/arquivos/20140711203818.pdf>>. Acesso em: 31 de jan. de 2020.

KINDLEIN, C.P. Determinação do Teor de Nitratos e Nitritos na Água de Abastecimento do Município de Nova Santa Rita P. Canoas, 2010. Disponível em: <https://biblioteca.unilasalle.edu.br/docs_online/tcc/graduacao/quimica_bacharelado/2010/cp_kindlein.pdf> Acesso em: 31 de Mar. de 2020..

LIRA, Osman de Oliveira, **Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS**. Manual Disponível em:

<<http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38937/Manual+de+controle+da+qualidade+da+%C3%A1gua+para+t%C3%A9cnicos+que+trabalham+em+ETAS+2014.pdf/85bbdcbc-8cd2-4157-940b-90b5c5bcfc87>>. Acesso em: 01 de set. de 2019.

LUZ, Júlia Lins; MANGOLIN, Renato; ESBERARD, LUSTOSA, Carlos Eduardo.

BERGALLO, Helena de Godoy. Bats (Chiroptera) sampled in lagoons at Parque Nacional da Restinga Jurubatiba, Rio de Janeiro, Brazil. **Biota Neotrop.** [online]. 2011, vol.11, n.4, pp.161-168. ISSN 1676-0611. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1676-06032011000400016>>. Acesso em: 10.05.2020.

MEURER, E. J. **Fundamentos de química do solo**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004. 275p.

MIRANDA, Luiz Bruner de; CASTRO, Belmiro Mendes de; KJERFVE, Björn. **Princípios de oceanografia física de estuários**. São Paulo: Edusp, [2002]. 414 p. Série Acadêmica; 42.

MOTA, S. Preservação e conservação de recursos hídricos. 2. ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995. 187p.

MÜLLER, L. R.; PARUSSOLO, L. Qualidade microbiológica da água utilizada para consumo em escolas municipais de Mamborê, Paraná. **SaBios: Revista de Saúde e Biologia**, v. 9, n. 1, p. 95-99, 2014. Disponível em <<http://revista2.grupointegrado.br/revista/index.php/sabios2/article/view/1548> > Acesso em: 15 de Ago de 2020.

OLIVEIRA, Diego Augusto Gonçalves. **Caracterização bio-sedimentológica e proposta de setorização das lagoas de Camacho & Garopaba do Sul e Santa Marta, Santa Catarina, Brasil**. Florianópolis, 2004, 103f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/86946/205617.pdf?sequence=1&isAllowed=y> >. Acesso em: 28 de ago. de 2019.

PARRON, L. M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água**. Colombo, 2011. Disponível em <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57612/1/Doc232ultima-versao.pdf/>>. Acesso em: 24 de fev. de 2021.

PIEDRAS, Sérgio Renato Noguez; OLIVEIRA, José Luis Ruas; MORAES, Paulo Roberto Rocha and BAGER, Alex. Toxicidade aguda da amônia não ionizada e do nitrito em alevinos de *Cichlasoma facetum* (Jenyns, 1842). **Ciênc. agrotec.** [online]. 2006, v. 30, n.5, pp.1008-1012. ISSN 1981-1829. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-70542006000500027>>. Acesso em: 23 de fev. de 2020.

PROJETO BAÍAS DO BRASIL, LAGOA DOS PATOS – RS. **Sistema de Base de Hidrodinâmica Ambiental**, 2019. Disponível em: <http://www.baiasdobrasil.coppe.ufrj.br/assets/relatorios/rel_lagoa_dos_patos.html> acesso em 25.02.2021 as 17:00.

QUEIROZ, J.F.; SILVA, M.S.G.M.; TRIVINHO-STRIXINO, S. **Organismos bentônicos: biomonitoramento da qualidade de água**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. 2008. 91p.

ROSA, A. H.; FRACETO, L. F.; MOSCHINI-CARLOS, V. **Meio ambiente e Sustentabilidade**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2012. 412p.

ROSSI, P.; MIRANDA, J. H.; DUARTE, S. N. Curvas de distribuição de efluentes do íon nitrato em amostras de solo deformadas e indeformadas. Eng. Agric., Jaboticabal, v.27, n.3, p.675-682, set./dez.2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-69162007000400010>>. Acesso em: 04 de out. de 2020.

SANTANA, A. G. Estudo das características físicas da bacia hidrográfica do rio São Miguel / AL. Maceió, 18f. Trabalho de Conclusão de Curso - Monografia (Graduação Licenciatura em Geografia) - Universidade Federal de Alagoas.

SILVA, Ana Paula Lopes da. **Estudos geomorfológico e sedimentológico do sistema estuarino lagunar do Roteiro – Alagoas.**, Recife, 2001.p.23. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal de Pernambuco.

SILVA, Ana Paula Lopes. **Diagnóstico Geoquímico e Geocronologia do Sistema Estuarino Lagunar do Roteiro – Alagoas.** Recife, 2008, 27f. Tese (Doutorado em Geociência) – Universidade Federal de Pernambuco.

SILVEIRA, Sandro Rios. et. al **Análise de nutrientes presentes na laguna de Iguape, município de Aquiraz/Ceará.** In: IV CONGRESSO ARGENTINO DO CUATERNÁRIO Y GEOMORFOLOGIA, XII CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, II REUNIÓN SOBRE EL CUATERNÁRIO DE AMÉRICA DEL SUR,. 245-252p. Novembro. 2009.

SIRVINSKAS, Luís Paulo. **Manual de direito ambiental.** 9. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Saraiva, 2011. 308-321p.

SOUZA, et. al. **Doenças negligenciadas.** Wanderley de Souza (Coord.) Rio de Janeiro:

SOUZA, R. M, G. Caracterização Hidrodinâmica e Estimativa do Transporte de Sal no Estuário do Rio São Francisco AL/SE. Maceió, 2015, 63f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Alagoas.

SUGUIO, K, **Geologia sedimentar.** São Paulo: Blucher, 2003, 416p.

TORRES, Carlos Alexandre Angelo. A expansão urbana de Maceió e seus reflexos ambientais na laguna Mundaú. Recife, 2004, 95f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais) - Universidade Federal de Pernambuco.

Tradução: Francisco Eliseu Aquino ... (et al.). Porto Alegre: Bookman Companhia Ed, 2012. 728p. Origem e Evolução de Sistema Ilha Barreira Água doce no Brasil. Transformação Mineral, Programa Luz Para Todos, Programa de

TUNDISI, J.G.; TUNDISI-MATSUMURA, T. Lagos e reservatórios qualidade da água: o impacto da eutrofização. São Paulo: UNEP/IETC/ILEC/IE, 2002, página 08.

TUNDISI, J.G.; TUNDISI-MATSUMURA, T, **Recursos Hídricos no século XXI**, Nova edição ampliada e atualizada. São Carlos. novembro de 2010.

VICENTE, Murilo de Carvalho. Avaliação da distribuição espaço-temporal da qualidade da água de um corpo hídrico hipersalino – Laguna de Araruama – RJ. Niterói, 2018, 112f. Dissertação (Mestre em Geoquímica Ambiental) - Universidade Federal Fluminense.

VIEIRA, Andréia Costa; BARCELLOS, Ilma de Camargos. Água: bem ambiental de uso comum da humanidade. Direito Ambiental: conservação e degradação do meio ambiente. Título 2. Jan 2009. - mar/ São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2011.

ANEXOS

Dados do IET da Laguna do Roteiro – estado de Alagoas – agosto de 2005

PONTO	DATA	Fósforo Total (PT)		Clolofila a (CL)		IET Médio		Fósforo Total $\mu\text{g.L}^{-1}$ H ₂ PO ₄	Clolofila a $\mu\text{g.L}^{-1}$
		$\mu\text{g.L}^{-1}$ HPO ₄ ²⁻	IET Valor/ET Classe	$\mu\text{g.L}^{-1}$	IET Valor/ET Classe	IET Valor/ET Classe			
1	05.08.2005	59	Mesotrófico	85	Hipereutrófico	72	Hipereutrófico	568,1742	13
2	05.08.2005	63	Eutrófico	99	Hipereutrófico	81	Hipereutrófico	1269,0222	59,6
3	05.08.2005	63	Eutrófico	94	Hipereutrófico	79	Hipereutrófico	1152,2142	35,1
4	05.08.2005	57	Mesotrófico	86	Hipereutrófico	72	Hipereutrófico	412,4302	14,5
5	05.08.2005	57	Mesotrófico	82	Hipereutrófico	70	Hipereutrófico	392,9622	8,7
MÉDIA		60	Eutrófico	89	Hipereutrófico	75	Hipereutrófico	758,96	26,18
MÍNIMO		57	Mesotrófico	82	Hipereutrófico	70	Hipereutrófico	392,96	8,7
MÁXIMO		63	Eutrófico	99	Hipereutrófico	81	Hipereutrófico	1269,02	59,6

LEGENDA: ET = Estado Trófico; IET=índice de Estado Trófico; IETm=Índice de Estado Trófico Médio; P.PO₄³⁻=Fósforo Orto;
CL=Clorofila;P.HPO₄²⁻=Fosforo Total; $\mu\text{g.L}^{-1}$ = Microgramas por Litro; m= Metro;mg.m³= Miligramas por Metro Cúbico;
($\mu\text{g.L}^{-1}$ =mg.m³ .

Fonte: Prof. Dr. Paulo Petter, Ago. 2020.

Dados do IET da Laguna do Roteiro – estado de Alagoas – outubro.2005

PONTO	data	Fósforo Total (PT)		Clolofila a (CL)		IET Médio		Fósforo Total $\mu\text{g.L}^{-1}$ H ₂ PO ₄	Clolofila a $\mu\text{g.L}^{-1}$
		$\mu\text{g.L}^{-1}$ HPO ₄ ²⁻	IET VALOR/ET CLASSE	$\mu\text{g.L}^{-1}$	IET VALOR / ET CLASSE	IET VALOR/ET CLASSE			
1	11.10.2005	60	Eutrófico	76	Hipereutrófico	68	Hipereutrófico	704,4502	4,4
2	11.10.2005	62	Eutrófico	74	Hipereutrófico	68	Hipereutrófico	957,5342	3,3
3	11.10.2005	60	Eutrófico	70	Hipereutrófico	65	Supereutrófico	704,4502	2,1
4	11.10.2005	59	Mesotrófico	70	Hipereutrófico	65	Supereutrófico	587,6422	2,2
5	11.10.2005	58	Mesotrófico	71	Hipereutrófico	65	Supereutrófico	451,3662	2,5
MÉDIA		60	Eutrófico	72	Hipereutrófico	66	Supereutrófico	681,09	2,9
MÍNIMO		58	Mesotrófico	70	Hipereutrófico	65	Supereutrófico	451,37	2,1
MÁXIMO		62	Eutrófico	76	Hipereutrófico	68	Hipereutrófico	957,53	4,4

Fonte: Prof. Dr. Paulo Petter.Ago. 2020.

Dados do IET da Laguna do Roteiro – estado de Alagoas – maio de 2017

PONTO	data	Fósforo Total (PT) µg.L ⁻¹ HPO ₄ ²⁻		Clorofila a (CL) µg.L ⁻¹		IET Médio		Fósforo Total µg.L ⁻¹ H2PO4	Clorofila a µg.L ⁻¹
		IET VALOR/ET CLASSE		IET VALOR/IET CLASSE		IET VALOR/ET CLASSE			
1	09.05.2017	52	Oligotrófico	105	Hipereutrófico	79	Hipereutrófico	153,09	130,3
2	09.05.2017	53	Mesotrófico	88	Hipereutrófico	71	Hipereutrófico	171,24	17,36
3	09.05.2017	49	Oligotrófico	86	Hipereutrófico	68	Hipereutrófico	84,69	14,24
4	09.05.2017	48	Oligotrófico	79	Hipereutrófico	64	Supereutrófico	62,35	6,1
5	09.05.2017	44	Ultraoligotrófico	77	Hipereutrófico	61	Eutrófico	34,43	4,94
MÉDIA		49	Oligotrófico	87	Hipereutrófico	68	Hipereutrófico	101,16	34,58
MÍNIMO		44	Ultraoligotrófico	77	Hipereutrófico	61	Eutrófico	34,43	4,94
MÁXIMO		53	Mesotrófico	105	Hipereutrófico	79	Hipereutrófico	171,24	130,3

Fonte: Prof. Dr. Paulo Petter, Ago, 2020.

Dados físico-químicos da Laguna do Roteiro – estado de Alagoas – outubro de 2005

Garrafa	Ponto	T(°C)	Salinidade	pH	O.D (mg/l)	Sat (%)	Transp. (m)	Clorofila (µg/l)	Amônia - N (µgN/l)	Nitrato - (µgN/l)	Nitrato - (µgN/l)	Fósforo Total (µg/L-P)
	1	28,1	18,6	7,37	5,8	73	1,2	4,4	42,44	6,73	0,29	704,4502
	2	28,1	18,7	7,53	6	78	1,4	3,3	200,20	4,97	0,31	957,5342
	3	27,7	25,5	7,78	6,4	81	2,7	2,1	158,92	4,67	0,31	704,4502
	4	27,5	27,8	7,94	6,7	85	3,7	2,2	257,48	4,67	0,30	587,6422
	5	27,2	25,9	7,1	6,5	83	2,5	2,5	259,27	4,67	0,28	451,3662
média		27,72	23,30	7,54	6,28			2,9	183,66	5,14	0,30	681,09
Conversão									0,04244	0,00673	0,00029	0,70
									0,2002	0,00497	0,00031	0,96
									0,15892	0,00467	0,00031	0,70
									0,25748	0,00467	0,0003	0,59
									0,25927	0,00467	0,00028	0,45
Conversão									0,1837	0,0051	0,0003	0,68

Fonte: Prof. Dr. Paulo Petter, Mar, 2019.

Dados físico-químicos da Laguna do Roteiro – estado de Alagoas – agosto de 2005

Garrafa	Ponto	T(°C)	Salinidade	pH	O.D (mg/l)	Sat (%)	Transp. (m)	Clorofila (µg/l)	Amônia - N (µgN/l)	Nitrato - (µgN/l)	Nitrato - (µgN/l)	Fósforo Total (mg/L-P)
1	1	24,9	0,0	6,89	5,2	62	0,2	13	6,60	15,26	14,29	568,1742
2	7	25,9	4,7	7,80	9,6	117	0,5	59,6	1,22	5,55	1,90	1269,022
3	20	25,2	6,0	7,70	7,7	93	0,5	35,1	15,56	5,55	0,05	1152,214
4	24	25,6	12,3	7,56	7,2	86	1	14,5	28,10	4,67	0,91	412,4302
5	36	25,5	21,3	7,85	7,8	95	1	8,7	6,60	4,38	4,28	392,9622
média		25,42	8,86	7,56	7,5			26,18	11,62	7,08	4,29	758,96
Conversão									0,0066	0,01526	0,01429	0,57
									0,00122	0,00555	0,0019	1,27
									0,01556	0,00555	0,00005	1,15
									0,0281	0,00467	0,00091	0,41
									0,0066	0,0066	0,00428	0,39
Conversão									0,012	0,008	0,004	0,76

Fonte: Prof. Dr. Paulo Petter, Mar, 2019.

Dados físico-químicos da Laguna do Roteiro – estado de Alagoas – maio de 2017

Ponto	T(°C)	Salinidade	pH	O.D (mg/l)	Sat (%)	Transp. (m)	Clorofila (µg/l)	Amônia - N (µgN/l)	Nitrito - (µgN/l)	Nitrato - (µgN/l)	Fósforo Total (µg/L-P)
1	28,8	19,05	7,91	7,78	112,10	0,5	130,30	112,57	9,70	28,70	153,09
2	29	15,68	7,52	4,31	61,10	0,3	17,36	148,50	11,04	38,36	171,24
3	28,8	20,68	7,72	3,92	57,00	0,5	14,24	103,77	4,62	25,78	84,69
4	28,8	24,16	7,85	6,19	91,20	1	6,10	70,03	6,76	27,64	62,35
5	29,1	30,98	8,14	7,00	108,10	1,00	4,94	67,83	4,62	21,78	34,43
media	28.9	22.11	7.83	58.84			34.59	100.54	7.35	28.45	101.16
Conversão								0.11257	0.0097	0.0287	0.15309
								0.1485	0.01104	0.03836	0.17124
								0.10377	0.00462	0.02578	0.08469
								0.07003	0.00676	0.02764	0.06235
								0.06783	0.00462	0.02178	0.03443
Média conversão								0.1005	0.0074	0.0028	0.10

Fonte: Prof. Dr. Paulo Petter, Mar, 2019.

Classe 1 – Águas Salobras – Valor máximo de padrões de parâmetros inorgânicos, segundo a Resolução Conama nº 357 de 17 de março de 2005

TABELA VII - CLASSE 1 - ÁGUAS SALOBRAS	
PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Arsênio total	0,01 mg/L As
Berílio total	5,3 µg/L Be
Boro	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,005 mg/L Cd
Chumbo total	0,01 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobre dissolvido	0,005 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total	0,124 mg/L P
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercúrio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	0,40 mg/L N
Nitrito	0,07 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,40 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,062 mg/L P
Prata total	0,005 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfetos (como H ₂ S não dissociado)	0,002 mg/L S
Zinco total	0,09 mg/L Zn

Fonte: Extraído da Resolução Nº 357 de 17 de março de 2005 do - Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) - Seção IV - Das Águas Salobras : Art. 21. As águas salobras de classe 1, II - Padrões de qualidade de água. Disponível em: <<https://url.gratis/TIYhn>>. Acesso em: novembro de 2020.