INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO DO ENSINO

DEPARTAMENTO DE ENSINO SUPERIOR

UNIDADE ACADÊMICA I

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

WILLIANNE LIMA DE MELO

ANÁLISE DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DO ESTUÁRIO DA BARRA DO RIO MAMANGUAPE COM O USO DE SONDA MULTIPARAMÉTRICA

JOÃO PESSOA

2021

WILLIANNE LIMA DE MELO

ANÁLISE DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DO ESTUÁRIO DA BARRA DO RIO MAMANGUAPE COM O USO DE SONDA MULTIPARAMÉTRICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Campus João Pessoa/PB, como requisito para obtenção do diploma de Tecnóloga em Gestão Ambiental.

Orientadora: Prof. Dra. Mirella Leôncio Motta e Costa

JOÃO PESSOA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Nilo Peçanha do IFPB, campus João Pessoa

M528a Melo, Willianne Lima de.

Análise do monitoramento da qualidade físico-química da água do estuário da Barra do Rio Mamanguape com o uso da sonda multiparamétrica / Willianne Lima de Melo. – 2021.

88 f. : il.

TCC (Graduação – Tecnologia em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Educação da Paraíba / Unidade Acadêmica I, 2021.

Orientação : Profª D.ra Mirella Leôncio Motta e Costa

1.Qualidade da água. 2. Estuário do Rio Mamanguape. 3. Análise – parâmetros físico-químicos. 4. Recursos hídricos. I. Título.

CDU 543.3(043)

Lucrecia Camilo de Lima
Bibliotecária – CRB 15/132

DECISÃO 10/2021 - CCSTGA/UA1/UA/DDE/DG/JP/REITORIA/IFPB

WILLIANNE LIMA DE MELO

ANÁLISE DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DO ESTUÁRIO DA BARRA DO RIO MAMANGUAPE COM O USO DE SONDA MULTIPARAMÉTRICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Gestão de Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba como requisito parcial para obtenção do título de Tecnóloga em Gestão de Ambiental.

Aprovada em 26 de julho de 2021

Banca Examinadora

Prof. Dra. Mirella Leôncio Motta e Costa (IFPB - JP) Orientadora

Prof. Dr. Antonio Cicero de Sousa (IFPB - JP) Examinador

Esp. Rômulo Henrique Teixeira do Egito (Gestor Ambiental) Examinador

(assinado eletronicamente)

JOÃO PESSOA

2021

Documento assinado eletronicamente por:

- **Rômulo Henrique Teixeira do Egito, PROFESSOR DE ENSINO SUPERIOR NA ÁREA DE ORIENTAÇÃO EDUCACIONAL**, em 02/08/2021 10:00:37.
- **Rômulo Henrique Teixeira do Egito, ALUNO (20151620266) DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL - JOÃO PESSOA**, em 27/07/2021 17:47:02.
- **Antonio Cicero de Sousa, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 27/07/2021 12:17:03.
- **Mirella Leoncio Motta e Costa, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 27/07/2021 11:18:42.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 27/07/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse https://suap.ifpb.edu.br/autenticar-documento/ e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 208825
Código de Autenticação: 4f55376bb8

DEDICATÓRIA

À Deus, o criador de tudo.

Aos meus amados pais, Auricelia Lima e Wellington Silva, a minha avó materna Josefa Oliveira e ao meu avô paterno Severino Gomes.

Em memória de Maria das Dores Silva de Melo e Aluízio de Lima – que não poderão me ver conquistar o diploma, sinto muitas saudades.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que não me deixa cair apesar das dificuldades que a vida apresenta.

Ao IFPB – Instituto Federal de Educação da Paraíba – Campus João Pessoa, pela oportunidade de graduação, como também as amizades feitas através do instituto.

À minha mãe, por ser simplesmente existir e ser uma mulher incrível, que está comigo, me apoiando e ajudando no que for preciso.

Ao meu pai, pelo meu apoiador, paciência, por me proteger e mesmo assim me ensinar a ser forte.

À minha irmã de outra mãe Amanda Alves e amiga Sheila Maria, vocês são meus presentinhos "tortos" da vida.

À Amanda Maria, melhor presente do IFPB e amiga desde o início desta longa jornada.

À Jansen Luiz por me incentivar, dando alguns puxões de orelha, todo o apoio e abraços de conforto.

A Sara Rikeley, que me incentivou e me ajudou nos meus surtos nesta reta final da graduação.

À Prof. Dra. Mirella Leôncio Motta e Costa, que além de coordenadora do curso de Gestão Ambiental e professora da disciplina de TCC, também foi a minha orientadora, me ajudando com orientação, contribuição, esclarecimentos e me aturando no projeto de monitoramento até aqui.

Agradeço a minha equipe do projeto de monitoramento (Amanda, Ana Patrícia, Anderson, Prof. Camila, Danielle Xavier, Gabriela, Gabriela Saraiva, Prof. Gilcean, Josué, Marcos, Maura, Natália, Prof. Mirella, Pedro, Rita, Rômulo, Thalita, Tiago e William, que contribuíram com este trabalho, nas coletas).

Ao ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (APA/ARIE Mamanguape) e a FMA – Fundação Mamíferos Aquáticos, nas pessoas de Thalma, Vanessa, Seu Biruca, e todos contribuintes diretos e indiretos do trabalho em campo.

RESUMO

A qualidade da água é um requisito básico da vida, que possui características físicas, químicas e biológicas. Em regiões de ecossistema estuarino tem grande importância ecológica e econômica, por ser uma área de habitat aquático, funcionando como berçário e alimentação, no ciclo de vida de muitas espécies. Além disso, a população do seu entorno que usufruem indiretamente e diretamente dos recursos ambientais da região, com a realização de atividade do seu cotidiano, como a captação e abastecimento humano, e os serviços de sustento familiar pela pesca, cultivo de ostras e atividades relacionadas ao ecoturismo. Diante disso, observa-se que estas áreas precisam ser mantidas com a preservação da qualidade de suas águas para manutenção do equilíbrio ambiental. O presente trabalho tem como objetivo, caracterizar os aspectos físico-químicos da qualidade de água no estuário do rio Mamanguape. Foram realizadas 24 coletas entre novembro de 2017 a março de 2020, em nove pontos. Amostras coletadas *in situ* durante maré baixa, utilizando a sonda multiparâmetro da marca Horiba, SÉRIE U-50, na análise dos parâmetros: Temperatura (ºC), pH, Condutividade (mS cm-1), Turbidez (UNT), Oxigênio Dissolvido (mg L-1 OD), Saturação do Oxigênio (% OD), Sólidos Dissolvidos Totais (g L-1 SDT) e Salinidade (ppt), conforme a Resolução CONAMA n° 357/05, por meio de gráficos gerados por planilha eletrônica. Nos resultados, pode-se observar a necessidade da discussão sobre a atualização do enquadramento do trecho do corpo hídrico, atualmente classificado como água doce de classe 3 e a área prioritária do ponto ME3 (Gamboa de Marcação), que se encontra mais afetado por ações antrópicas. Ressaltando a primordialidade de um monitoramento contínuo da qualidade das águas em períodos sazonais, visando evitar alterações ambientais e manter o enquadramento condizente com as leis e resoluções atuais.

Palavras-chave: Monitoramento da qualidade da água; Estuário do rio Mamanguape; Parâmetros físico-químicos.

ABSTRACT

Water quality is a fundamental requirement of life, which has physical, chemical, and biological characteristics. In an estuarine ecosystem region, it has significant ecological and economic importance. It is an area of aquatic habitat, functioning as a nursery and feeding in the life cycle of many species. In addition to the surrounding population, who indirectly and directly benefit from the region's environmental resources, carrying out daily activities, such as human capture and supply, and family support services through fishing, oyster cultivation, and activities related to ecotourism. Therefore, it is observed that these areas need to be maintained to preserve the quality of their water to maintain the environmental balance. The present work aims to characterize the physicochemical aspects of water quality in the Mamanguape River estuary, through the analysis of physicochemical data from the project to monitor the water quality of the Mamanguape River estuary, collected in situ during low tide, at nine collection points using the multiparameter probe from the Horiba brand, SERIES U-50, in the analysis of parameters: Temperature (°C), pH, Conductivity (mS/cm), Turbidity (NTU), Dissolved Oxygen (mg/L DO), Oxygen Saturation (% DO), Total Dissolved Solids (g/L TDS) and Salinity (PPT), according to CONAMA Resolution No. 357/05, through graphs generated by an electronic spreadsheet. In the results, it is possible to observe the need for discussion on updating the framing of the stretch of the water body. It is currently classified as class 3 fresh water and the priority area of point ME3 (Marking Gamboa), which is more affected by anthropogenic actions. Then, it needs attention to the importance of continuous monitoring of water quality in seasonal periods to avoid environmental changes and maintain compliance with current laws and resolutions.

Keywords: Water quality monitoring; Estuary of the Mamanguape River; Physicochemical parameters.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de um estuário e suas subdivisões de acordo com a zona/grau de mistura 19
Figura 2: Mapa do estuário do rio Mamanguape 25
Figura 3: (a) peixe-boi-marinho; (b) as árvores do mangue-vermelho. 27
Figura 4: Classes de enquadramento das águas-doces e usos respectivos 29
Figura 5: Classes de enquadramento das águas salobras e usos respectivos 29
Figura 6: Classes de enquadramento das águas salinas e usos respectivos 30
Figura 7: Mapa da área de estudo 41
Figura 8: (a) Sonda multiparâmetro SÉRIE U-50 - HORIBA; (b) Sensores. 43
Figura 9: Realização da coleta com sonda 43
Figura 10: Precipitação mensal 44
Figura 11: Comportamento da temperatura da água ao longo das coletas 46
Figura 12: Comportamento da temperatura nos pontos das coletas 47
Figura 13: Valores mínimo, médio e máximo da temperatura 47
Figura 14: Comportamento do pH ao longo das coletas. 49
Figura 15: Comportamento do pH nos pontos das coletas 49
Figura 16: Valores mínimo, médio e máximo do pH. 50
Figura 17: Comportamento da Condutividade Elétrica ao longo das coletas 51
Figura 18: Comportamento da Condutividade Elétrica nos pontos das coletas 52
Figura 19: Valores mínimo, médio e máximo da Condutividade Elétrica 53
Figura 20: Comportamento da Turbidez ao longo das coletas. 54
Figura 21: Comportamento da Turbidez nos pontos das coletas 55
Figura 22: Valores mínimo, médio e máximo da Turbidez 56
Figura 23: Comportamento do Oxigênio Dissolvido ao longo das coletas 57
Figura 24: Comportamento do Oxigênio Dissolvido nos pontos das coletas 58
Figura 25: Valores mínimo, médio e máximo do Oxigênio Dissolvido 59
Figura 26: Comportamento da Saturação de Oxigênio ao longo das coletas. 61
Figura 27: Comportamento da Saturação de Oxigênio nos pontos das coletas. 61
Figura 28: Valores mínimo, médio e máximo da Saturação de Oxigênio 62
Figura 29: Comportamento de Sólidos Dissolvidos Totais ao longo das coletas. 63
Figura 30: Comportamento de Sólidos Dissolvidos Totais nos pontos das coletas. ..64

Figura 31: Valores mínimo, médio e máximo de Sólidos Dissolvidos Totais 65
Figura 32: Comportamento da Salinidade ao longo das coletas. 66
Figura 33: Comportamento da salinidade nos pontos das coletas. 67
Figura 34: Valores mínimo, médio e máximo da Salinidade.....68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Tipologia de Unidades de Conservação.....23
Quadro 2: Instituições parceiras e atividades.....39
Quadro 3: Pontos de coleta, identificação, margem e coordenadas geográficas.....40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Registros das coletas realizadas 42

LISTA DE SIGLAS

AESA – Agência Executiva da Gestão das Águas do Estado da Paraíba
ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
APA – Área de Proteção Ambiental
ARIE – Área de Relevante Interesse Ecológico
art. – Artigo
aq – Solução aquosa
◦C – Graus Celsius
CO_2 – Dióxido de Carbono
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
cm – Centímetro
CP1 – Rio Caraca/Gamboa Caracaru
C.P.2 – Próximo a Volta do Chapéu, a montante do ponto MD5 (SANTOS, 2015)
C.P.4 – Comunidade Veloso, fora da área da APA Mamanguape (SANTOS, 2015)
FMA – Fundação Mamíferos Aquáticos
FAO – Organização de Agricultura e Alimentos da Organização das Nações Unidas
g – Grama
GPS – Global Positioning System
H+ – Hídron ou hidrão (cátion hidrogênio)
H3O+ – Hidrônio
ha – Hectare
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBDF – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IFPB – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba
Km – Quilômetro
Km^2 – Quilômetro quadrado
L – Litro
M.D.1 – Caracabú, próximo ao ponto CP1 (SANTOS, 2015)
MD2 – Margem Direita 2
MD5 – Margem Direita 5

MD6 – Margem Direita 6

MD7 – Margem Direita 7

MD8 – Margem Esquerda

M.D.8 – Saída Ilha Rato, entre od pontos MD7 e MD8 (SANTOS, 2015)

MDE2 – Margem Direita, lado esquerda da Gamboa 2

MDE – Margem Direita/Esquerda

ME3 – Margem Esquerda 3

mg – Miligrama

µg – Micrograma

ng – Nanograma

MMA – Ministério do Meio Ambiente

mS – miliSiemens

OD – Oxigênio Dissolvido

PB – Paraíba

Pg – Pentagrama

pH – Potencial Hidrogeniônico

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

PNUMA – Programa das Nações Unidas Meio Ambiente

ppb – Partes por bilhão

ppm – Partes por milhão

ppt – Partes por trilhão

SDT– Sólidos Dissolvidos Totais

SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza

SUDEMA – Superintendência de Administração do Meio Ambiente do Estado da Paraíba

UC – Unidade de Conservação

UNT – Unidade Nefelométricas de Turbidez

uS – microSiemens

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 15
2. OBJETIVO 16
2.1 OBJETIVO GERAL 16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 16
3. REFERENCIAL TEÓRICO 17
3.1 ESTUÁRIO E MANGUEZAL 17
3.2. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO 22
3.2.1. APA E ARIE DO RIO MAMANGUAPE 24
3.3. RECURSOS HÍDRICOS 28
3.3.1. Parâmetros Físico-Químicos de Qualidade de Água 30
3.3.1.1. Temperatura 31
3.3.1.2. Potencial Hidrogeniônico (pH) 32
3.3.1.3. Condutividade Elétrica 33
3.3.1.4. Turbidez 33
3.3.1.5. Oxigênio Dissolvido 34
3.3.1.6 Saturação de Oxigênio 35
3.3.1.7. Sólidos Dissolvidos Totais 36
3.3.1.8. Salinidade 36
4. METODOLOGIA 37
4.1. CLASSIFICAÇÃO METODOLÓGICA DA PESQUISA 37
4.2. O PROJETO DE MONITORAMENTO 38
4.3. SONDA MULTIPARAMÉTRICA 42
4.4. PRECIPITAÇÃO NA ÁREA DE ESTUDO 44
4.5. ENQUADRAMENTO DO RIO MAMANGUAPE 44
5. RESULTADOS 45
5.1. RESULTADOS DOS PARÂMETROS 45
5.1.1. Temperatura 45
5.1.2. Potencial Hidrogeniônico (pH) 48
5.1.3. Condutividade Elétrica 51
5.1.4. Turbidez 54
5.1.5. Oxigênio Dissolvido 57

5.1.6 Saturação de Oxigênio 60
5.1.7. Sólidos Dissolvidos Totais 63
5.1.8. Salinidade 66
5.2. ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA O CONTROLE DA POLUIÇÃO DAS ÁGUAS ... 69
5.3. PROPOSIÇÃO DE INDICATIVOS PARA A REVISÃO DO ENQUADRAMENTO DO ESTUÁRIO DA BARRA DO RIO MAMANGUAPE 69
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS 70
REFERÊNCIAS 72
ANEXOS 80

1. INTRODUÇÃO

Com o constante crescimento populacional, a temática relacionada aos aspectos ambientais tem se tornando um assunto frequente na sociedade como reflexos sobre as práticas humanas, diante dos recursos provenientes do meio ambiente, em um contexto marcado pela degradação, tornando-o cada vez mais escasso e finito. Essa situação é fruto das atividades antrópicas sobre estes recursos naturais, sendo as mais significativas: a urbanização, a industrialização, a pecuária e a irrigação.

A água, por sua vez, é um recurso básico e indispensável para a existência da vida em todas as suas formas, pois representa, sobretudo, o principal constituinte de todos os organismos vivos do mundo. Os corpos hídricos são utilizados em todo o mundo em diversas atividades geralmente para o benefício humano, entre as quais se destacam o abastecimento de água, a irrigação, a navegação, a aquicultura, a geração de energia e a harmonia paisagística.

No entanto, o ambiente aquático pode sofrer com certas atividades humanas, perante isto faz-se necessário uma atenção especial para a qualidade da água e da vida, através da gestão dos recursos hídricos, visando ações para sua proteção, preservação, enquadramento e as diretrizes do seu uso.

No Brasil, a Lei nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997, popularmente conhecida também por “Lei das Águas”, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SINGREH) estabeleceu fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos, entre outros direcionamentos, de como utilizar os recursos hídricos de forma a assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos.

As Unidades de Conservação (UCs) são mais uma forma estratégica de preservação dos recursos naturais, adotada em diversas partes do mundo. No Brasil são pautadas na Lei n° 9.985 de 18 de julho de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza ou SNUC, em que UCs são espaços territoriais com recursos ambientais de relevante importância, protegidos por esta lei com o objetivo de conservação e limites definidos, para o regime de sua administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção. São classificadas em dois

grupos, as Unidades de Proteção Integral, que preservam a natureza, permitindo apenas o uso indireto dos recursos naturais, e as Unidades de Uso Sustentável que combinam a conservação com o uso sustentável de uma parcela desses recursos.

Na região do estuário do rio Mamanguape, estão presentes duas subcategorias de UCs do tipo de uso sustentável, a Área de Proteção Ambiental (APA) e a Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), criadas após a implementação da base de Proteção e Pesquisa do Projeto Peixe-Boi Marinho no município de Rio Tinto - PB em 1982, como forma complementar na proteção desses animais aquáticos, que necessitam do ecossistema estuarino de qualidade e para que a população habitante da região consiga manter as suas atividades econômicas utilizando dos recursos sem grandes danos à natureza.

Pela relevância da qualidade da água na vida de todos os seres vivos, o monitoramento dos recursos hídricos se faz necessário, principalmente nessas áreas de UCs, em que é necessário manter o equilíbrio ecológico. Nesse sentido, este Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo analisar os resultados físico-químicos obtidos no Projeto Interinstitucional, intitulado Monitoramento da Qualidade da Água do Estuário da Barra do rio Mamanguape, desenvolvido entre 2017 e 2020.

2. OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho de conclusão de curso é caracterizar os aspectos físico-químicos da qualidade de água no estuário do rio Mamanguape.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever o Projeto Monitoramento da Qualidade da Água do Estuário da Barra do rio Mamanguape;
- Avaliar metodicamente os parâmetros físico-químicos da qualidade da água do estuário do rio Mamanguape;
- Identificar áreas prioritárias para o controle da poluição das águas;
- Propor indicativos sobre o enquadramento do estuário da barra do rio Mamanguape como estratégia de Gestão Ambiental e Instrumento de Gestão de Recursos Hídricos.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ESTUÁRIO E MANGUEZAL

Ao longo do tempo, inúmeros autores elaboraram definições que atendessem amplamente as características do ecossistema estuarino, que tem como suas peculiaridades predominantes a variação espacial e temporal contínua de variáveis ambientais, como a turbidez, a salinidade e aspectos biológicos (ELLIOTT; MCLUSKY 2002). Por isto, a definição de estuários pode variar de acordo com a perspectiva de cada autor, podendo assim ser baseado em critérios químicos, físicos, biológicos, geomorfológicos e relacionado à gestão ambiental.

Por exemplo, para Perillo (1995), o estuário é:

> "um corpo de água costeiro semifechado que se estende até o limite de influência da maré, dentro do qual a água oceânica adentra por uma ou mais conexões presentes com o oceano ou com algum outro corpo salino de água, é significantemente diluído com a água doce oriunda da drenagem continental".

Enquanto Elliott & McLusky (2002) definem apenas como *"*é onde começam e terminam os limites dos critérios relativos em termos de sua biologia, física, química, natureza geográfica e unidades socioeconômicas".

Por conta do fator socioeconômico, grande parte da ocupação e desenvolvimento humano se deu a partir das margens de estuários, devido às condições geográficas, favoráveis na extensão das planícies costeiras, mas por causa do crescimento desordenado da população humana ao seu redor, estes ambientes vêm sofrendo impactos advindos de diferentes atividades, como aterros hidráulicos, despejo de efluentes domésticos e industriais, retificação de canais com dragagens para implementação de atividades portuárias, entre outros.

Os estuários constituem um importante elo na ecologia global, uma vez que é através destes ambientes que passa a maior parte da matéria originada da decomposição intempérica dos continentes em direção aos oceanos. Por isto é um ambiente dinâmico e produtivo que pode manter a saúde de ecossistemas marinhos, funcionando como berçário para peixes e alimentação de aves migratórias, também promove benefícios para comunidades costeiras, como por exemplo, proteção contra erosão, inundações e tempestades (KENNISH, 1999; ELLIOTT; MCLUSKY, 2002). O

ecossistema estuarino possui uma das maiores produções do mundo (BIANCHI, 2007), e sendo responsável por aproximadamente 50% da produção pesqueira e seu rendimento é comparado ao de zonas de ressurgência mais produtivas do oceano (KENNISH, 1999).

A qualidade da água e a vida dos recursos vivos desse ecossistema estão intimamente ligadas com a hidrodinâmica, que é controlada pela circulação da maré, ventos e fluxo de águas fluviais para o estuário, além de se diferenciarem quando a geomorfologia e forma de ocupação urbana (WEBSTER, 1996; CANUEL; HARDISON, 2016). A intrusão de água oceânica resulta na alteração de parâmetros como a salinidade e a turbidez, essa alteração ao longo do ecossistema estuarino, afeta diretamente a estrutura de comunidades de plantas e animais, tornando-se assim fator determinante para a característica dos ambientes do sistema estuarino (KENNISH, 1999; ALBER, 2002). A relação salinidade e turbidez, por exemplo, em ambientes dominados por macromaré, condiciona a formação da zona de máxima turbidez, a qual ocorre em regiões de baixa salinidade (UNCLES; STEPHENS; SMITH, 2002). Nesta zona podem haver elevadas concentrações de fósforo que influenciam diretamente a produtividade e distribuição de espécies da biota e nas áreas vegetadas de mangue e marisma, ao longo do estuário (KENNISH, 1999).

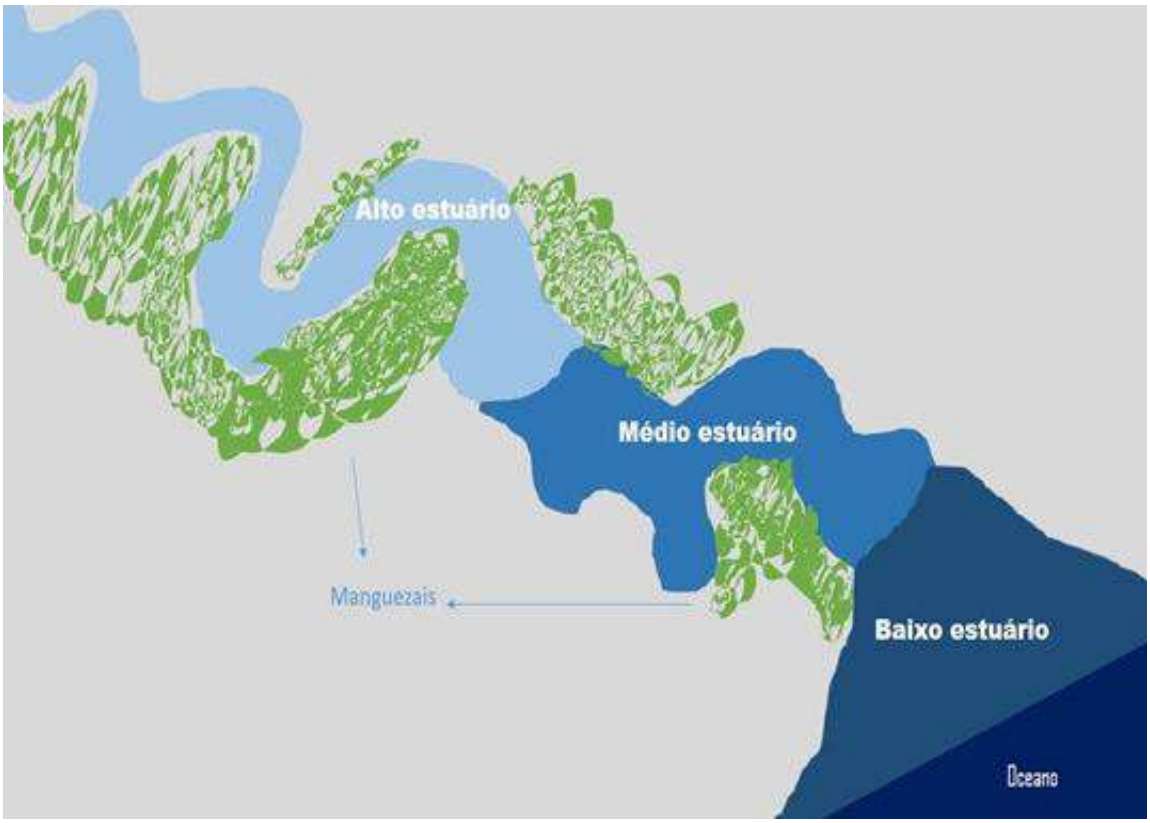
Com base nos fatores hidrográficos (ou oceanográficos) e a topografia da região, ao decorrer de um estuário podem ser observadas variações, subdividindo-o em três zonas, sendo que cada região apresenta características sedimentológicas e geomorfológicas distintas (DALRYMPLE et al., 1992). Essas três zonas podem ser visualizadas na Figura 1 (DIONNE, 1963; FAIRBRIDGE, 1980; KJERFVE, 1989).

1. zona marinha ou baixo estuário, onde há a ligação com o mar aberto e elevada salinidade sendo <30%;

2. zona de mistura ou médio estuário, onde ocorre a mistura de águas salinas com águas continentais; e

3. zona fluvial ou alto estuário, caracterizada por presença de água doce que recebe influência da ação constante das marés.

Figura 1: Esquema de um estuário e suas subdivisões de acordo com a zona/grau de mistura



Fonte: Neves (2020).

Os estuários apresentam uma grande diversidade fisiográfica (FAIRBRIDGE, 1980), sendo que denominações geográficas como baías, lagoas costeiras e rios em seus trechos terminais também caracterizam ambientes estuarinos (KJERFVE, 1989). Além destes, as condições distintas dos estuários, como altos teores de sal e matéria orgânica, e seu solo quase sempre saturado d'água e serem sujeitos às oscilações das marés, acabam oferecendo condições propícias para a proliferação dos manguezais (MARINHO, 2002).

Manguezal é considerado como um "ecossistema costeiro, de transição entre os ambientes terrestre e marinho, característico de regiões tropicais e subtropicais, sujeito ao regime das marés" (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995), ou seja, o encontro das águas doces dos rios e a salgada do mar, proporcionando em um ambiente salobro, que resulta em um dos ecossistemas mais produtivos do planeta.

A vegetação presente no mangue possui adaptação que permite sobreviver à flutuação de salinidade, causadas pelas marés e colonizarem sedimentos

predominantemente lodosos/argilosos, com baixos teores de oxigênio (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995). Ela é constituída por espécies arbóreas de pequeno a médio porte, com raízes pneumatóforas (aéreas), halófilos, vegetais lenhosos típicos (angiospermas), além de micro e macroalgas (criptógamas), (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995).

A diversidade de espécies que formam a vegetação desse ecossistema é considerada baixa quando se comparada a outras florestas (FRUEHAUF, 2005), contudo, os manguezais destacam-se na abundância de indivíduos de uma população, tendo um grande número de indivíduos/espécies (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995).

Os manguezais podem ser classificados de acordo com as condições do ambiente e as espécies vegetais que estão presentes, sendo denominados de mangue-branco (*Laguncularia racemosa*), mangue-vermelho (*Rhizophora mangle)* e mangue-amarelo ou mangue-preto (*Avicennia schaueriana*). Os mangues-vermelhos estão em locais que possuem solo instável e encharcado, estando mais localizado perto de córregos e possuindo uma vegetação com raiz em forma de arco para fornecer uma boa fixação nas áreas lodosas, tendo grande ocorrência de *Rhizophora mangle*; os mangues-amarelos/preto estão localizados em locais com maior salinidade e na área mais interna, tendo suas plantas de raiz mais curta. Por último, os mangues-brancos estão em locais com maior influência da dinâmica de marés, sendo submetidos a submersão (SÉRGIO *et al.,* 2006).

São importantes sequestradores e estocadores de carbono na biomassa e no solo, conseguindo armazenar uma quantidade superior se comparado a florestas tropicais de altitude. Cobrindo cerca de 0,7% (cerca de 140.000 km^2) de floresta tropical mundial, os manguezais podem chegar armazenar até 20 Pg[1] de carbono (DONATO *et al*., 2011; GIRI *et al.*, 2010), o equivalente a cerca de 2,5 vezes globais anuais de dióxido de carbono (CO_2).

Por causa da variação das marés, os manguezais são considerados um sistema jovem, pois a dinâmica das marés resulta em uma alteração na topografia da área, provocando avanços e recuos da cobertura vegetal (SCHAEFFER-NOVELLI, 1987), mesmo assim, contribuem para a biodiversidade de relevância mundial,

[1] 1 Pg = 10^{15} g

assegurando a integridade ambiental da faixa costeira, servindo como um filtro biológico de transição de zona, além de fornecer habitats como berçário para peixes, crustáceos, aves e mamíferos marinhos.

Mas, apesar de sua importância, os manguezais são classificados como vulneráveis a uma série de ameaças, tais como a perda e fragmentação da cobertura vegetal, deterioração da qualidade dos habitats aquáticos, devido sobretudo à poluição e a mudanças na hidrodinâmica, o que tem promovido a diminuição no fornecimento de recursos e serviços ambientais, dos quais muitas comunidades tradicionais e setores dependem diretamente para sobreviver e sustentar atividades econômicas (ICMBio, 2018).

De acordo com a FAO (Organização de Agricultura e Alimentos da Organização das Nações Unidas), constatou-se uma destruição dos mangues de 35.600 quilômetros quadrados, entre 1980 e 2005. No entanto, não existem dados históricos exatos de qual era a extensão da cobertura original dos mangues, embora exista um consenso global de que essa seria superior a 200.000 quilômetros quadrados e que mais de 50.000 mil disto, ou o equivalente a um quarto da cobertura original, foi perdida como resultado de intervenção humana (FAO, 2005 *apud* OECO, 2010).

Os manguezais são encontrados em 123 países nas regiões tropicais e subtropicais. No ranking de países com as maiores áreas de mangue do mundo, temos a Indonésia com 21%, o Brasil com 9%, Austrália com 7%, México e Nigéria com 5% (SPALDING; KAEMIMA; COLLINS, 2010).

De acordo com o ICMBIO (2014), o Subsecretário Geral e Diretor Executivo do Programa das Nações Unidas Meio Ambiente (PNUMA) à época, Achim Steiner, declarou que cerca de 1.200 áreas protegidas no mundo todo são agora a salvaguarda, em torno de um quarto dos manguezais remanescentes e que muitos países estão embarcando em restaurações, sendo um grande sinal positivo para a biodiversidade e economia.

No Brasil, os manguezais estão presentes em praticamente toda região litorânea brasileira, em especial no bioma da Mata Atlântica. Em sua Constituição Federal de 1988, no Capítulo VI – Do Meio Ambiente, art. 225 é assegurada à Mata Atlântica e à Zona Costeira condição de patrimônio natural:

> A Floresta Amazônica brasileira, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal Mato-Grossense e a Zona Costeira são patrimônio nacional, e sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais (BRASIL, 1988).

E de acordo com o Decreto Federal nº. 750 de 10 de fevereiro de 1993, reiterado pela Lei Federal nº. 11.428 de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre normas e usos da vegetação da Mata Atlântica, mais precisamente em seu artigo 2º, esclarece que ecossistemas associados, tais como manguezais e vegetações de restingas, entre outros, são considerados como parte desse bioma.

Em 2006, o Ministério do Meio Ambiente lançou o Projeto Manguezais do Brasil, com o objetivo de melhorar a capacidade do Brasil em promover a efetiva conservação e uso sustentável dos recursos em ecossistemas manguezais, com a participação da comunidade local, utilizando a expertise dos usuários locais e a melhoria na sustentabilidade dos meios de vida locais. O projeto é financiado pelo Fundo Global para o Meio Ambiente e é coordenado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), em parceria com IBAMA, governos estaduais e entidades não-governamentais, agindo por meio de mecanismos políticos, financeiros e regulatórios, para a conservação e o uso sustentável dos ambientes de mangues em todo o País (ICMBio, 2014).

Torna-se fundamental a preservação do mangue em virtude da sua importância, seja para a cadeia trófica, por causa da quantidade matéria orgânica, como para manter a biodiversidade, pois muitas espécies utilizam desse ecossistema para reprodução, sendo considerado um berçário natural de espécie endêmica (LACERDA, 1984). Além disso, os manguezais contribuem para aspectos socioeconômicos, sendo fonte de renda para moradores que habitam as áreas circunvizinhas ao ecossistema manguezal.

3.2. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Anteriormente à criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) através da Lei Federal nº. 9.985 de 18 de julho de 2000, havia uma ausência na compreensão do conceito e nas categorias de manejo, sob o âmbito das áreas protegidas brasileiras já existentes. O SNUC é formado pelo conjunto das unidades de conservação federais, distritais, estaduais e municipais, sendo um guia

para os órgãos responsáveis por elas, estabelecendo critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação. Após a sua publicação, compreende-se que Unidade de Conservação, são:

> Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção (BRASIL, 2000, art. 2º, Inciso I).

De maneira geral, o SNUC divide as Unidades de Conservação em dois grupos com características específicas: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável. As Unidades de Proteção Integral são aquelas em que o objetivo é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, mas com exceção dos casos previstos no SNUC. As Unidades de Uso Sustentável são aquelas em que compatibiliza a conservação da natureza com o uso sustentável de uma parcela dos seus recursos naturais. Esses dois grupos são subdivididos em categorias de UCs, apresentadas no quadro 1.

Quadro 1: Tipologia de Unidades de Conservação

Unidades de Proteção Integral	Unidades de Uso Sustentável
▶ Estação Ecológica; ▶ Reserva Biológica; ▶ Parque Nacional; ▶ Monumento Natural; ▶ Refúgio de Vida Silvestre.	▶ Área de Proteção Ambiental; ▶ Área de Relevante Interesse Ecológico; ▶ Floresta Nacional; ▶ Reserva Extrativista; ▶ Reserva de Fauna; ▶ Reserva de Desenvolvimento Sustentável; ▶ Reserva Particular do Patrimônio Natural.

Fonte: Adaptado de BRASIL (2000).

As categorias existentes na área do rio Mamanguape, são a Área de Proteção Ambiental (APA) e Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), que de acordo com o SNUC, em seus artigos 15 e 16 especificam os objetivos do manejo e características, das categorias, respectivamente, conforme descrito abaixo:

> A Área de Proteção Ambiental é uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a

> diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (BRASIL, 2000, art. 15).

As APAs são constituídas por terras públicas ou privadas, e devem ser respeitados os limites constitucionais, podendo ser estabelecidas normas e restrições para a utilização de uma propriedade privada localizada nela. As condições para a realização de pesquisa científica e visitação pública, nas áreas sob domínio público serão estabelecidas pelo órgão gestor da unidade, e em áreas sob propriedade privada, cabe ao proprietário estabelecê-las, decorrente das exigências e restrições legais. Todas as APAs disporão de um Conselho, presidido pelo órgão responsável por sua administração e constituído por representantes dos órgãos públicos, de organizações da sociedade civil e da população residente, conforme o regulamento.

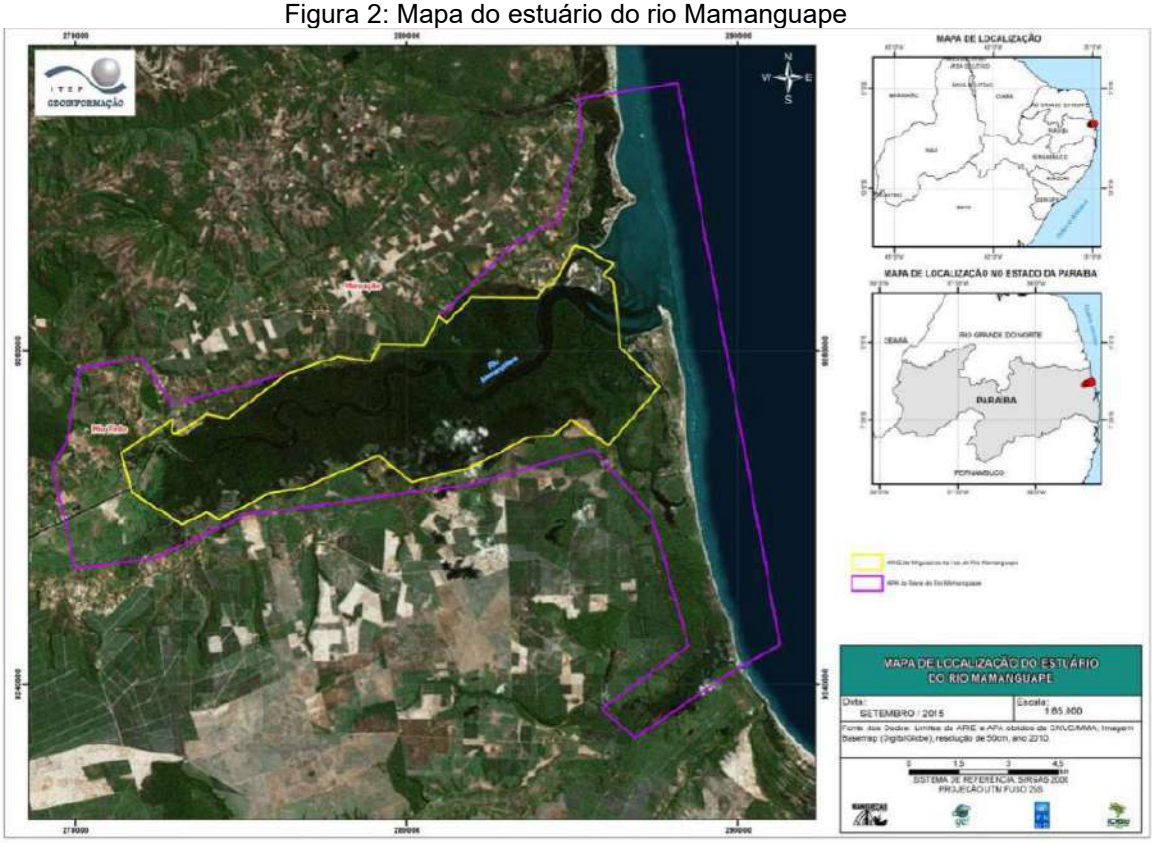
> Art. 16. A Área de Relevante Interesse Ecológico é uma área em geral de pequena extensão, com pouca ou nenhuma ocupação humana, com características naturais extraordinárias ou que abriga exemplares raros da biota regional, e tem como objetivo manter os ecossistemas naturais de importância regional ou local e regular o uso admissível dessas áreas, de modo a compatibilizá-lo com os objetivos de conservação da natureza (BRASIL, 2000, art. 16).

A ARIE é constituída por terras públicas ou privadas, respeitados os limites constitucionais, podem ser estabelecidas normas e restrições para a utilização de uma propriedade privada localizada dentro dela.

3.2.1. APA E ARIE DO RIO MAMANGUAPE

A Área de Proteção Permanente da Barra do Rio Mamanguape (APA Mamanguape) e a Área de Relevante Interesse Ecológico de Manguezais da Foz do Rio Mamanguape (ARIE Mamanguape) pertencem ao grupo de Unidades de Conservação de Uso Sustentável, do qual a primícia é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais. Ambas estão localizadas no bioma Floresta Atlântica, no município de Rio Tinto, no estado da Paraíba, em seu litoral Norte, conforme visualiza-se na Figura 2.

Figura 2: Mapa do estuário do rio Mamanguape



Fonte: ICMBIO, 2014.

A ARIE Mamanguape foi criada através do Decreto Federal nº 91.890 de 05 de novembro de 1985, com 5.712 ha, sendo 4.404 ha ocupado por mangue, porém no ato legal da sua geração, não apresentou seus específicos objetivos. Foi criada para proteger áreas representativas de mangue, o habitat do peixe-boi marinho e demais espécies, e possibilitar a exploração de recursos naturais em seu interior. Limita-se com os municípios de Rio Tinto, Marcação, Baía da Traição e Lucena, contendo populações e vilas que desenvolvem atividades agrícolas e uso dos recursos ambientais (ICMBio, 2014; ICMBio, 2018).

Posteriormente foi criada a Área de Proteção Permanente da Barra do Rio Mamanguape, pelo Decreto nº 924 de 10 de setembro de 1993, possuindo uma área de 14.460 ha na zona da mata, litoral Norte do estado da Paraíba. Abrangendo uma vasta extensão de áreas de praias, dunas, restingas, falésias, mangues, ilhas e coroas (bancos arenoso lodosos) e, mais externamente, na foz do rio Mamanguape, uma barreira de recife de corais que se apresenta na forma de um extenso paredão, dando ao estuário uma característica lagunar (NEVES, 2003). De acordo com o plano de

manejo da UCs em questão, sabe-se que sua criação foi motivada, para maior proteção à ARIE e ao uso controlado e sustentável dos recursos ambientais. O plano de manejo da APA traz os seguintes objetivos:

> I - garantir a conservação do habitat do Peixe-boi Marinho (*Trichechus manatus*);
> II - garantir a conservação de expressivos remanescentes de manguezal, Mata Atlântica e dos recursos hídricos ali existentes;
> III - proteger o Peixe-boi Marinho (*Trichechus manatus*) e outras espécies, ameaçadas de extinção no âmbito regional);
> IV - melhorar a qualidade de vida das populações residentes, mediante orientação e disciplina das atividades econômicas locais;
> V - fomentar o turismo ecológico e a educação ambiental (ICMBio, 2014).

A importância ecológica da região se deve principalmente ao estuário do rio Mamanguape, rio de regime intermitente, que nasce na microrregião do Agreste da Borborema e desemboca no Oceano Atlântico no município de Rio Tinto. A bacia hidrográfica do rio Mamanguape situa-se no extremo Leste do Estado da Paraíba, entre as latitudes 6° 41 '57" e 7° 15' 58" Sul e longitudes 34° 54 '37" e 36° a Oeste de Greenwich. Limita-se ao Norte com a bacia do rio Curimataú, a Oeste com as bacias do Curimataú e do Paraíba, ao Sul com a do rio Paraíba e a Leste com o Oceano Atlântico. Recebe contribuições de cursos d'água como os rios Guariba, Guandu, Araçagi, Saquaiba e o riacho Bloqueio. A bacia do rio Mamanguape drena uma área que mede cerca de 3.525,00 km^2 (ICMBio, 2014; SANTOS *et al.,* 2015).

Na área existem 17 vilas ou agrupamentos rurais, além do município de Rio Tinto. Parte das vilas são aldeias indígenas da Área Indígena Potiguar, à margem norte do rio Mamanguape. A população local é fruto da miscigenação dos índios Potiguaras, negros e brancos, que tem estreita relação de dependência da mata e do manguezal para sua sobrevivência, sustento e manutenção de padrões culturais. Possuindo um grande conhecimento empírico dos fenômenos naturais (PALUDO; KLONOWSKI,1999).

O local é de relevante interesse ecológico pois salvaguarda grande remanescente de mangue, sob forte pressão antrópica. O rio Mamanguape que possui cerca de 24 km de extensão a partir da costa até a prefeitura do município de Rio Tinto, abrigando inúmeras espécies da fauna e flora, serve para a reprodução do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus*) ameaçado de extinção, dentre outras espécies como caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*), cavalo-marinho (*Hippocampus reidi*), tartaruga

verde (*Chelonia mydas*), tartaruga de pente (*Eretmochelys imbricata*), peixe mero (*Epinephelus itajara*), além de compor áreas de floresta atlântica do Nordeste e ecossistemas associados, tal como os manguezais, representando áreas prioritárias de conservação da biodiversidade (PALUDO; KLONOWSKI, 1999).

Em 1980 o peixe-boi marinho foi alvo de maiores cuidados do governo federal, por meio do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), o qual criou o Projeto Peixe-Boi Marinho, espécie que até então era protegida apenas pela lei de proteção à fauna e não possuía ação específica para a sua conservação (LUNA, 2010). Em 1982, Albuquerque e Marcovaldi (1982) avaliaram que na foz do rio Mamanguape, ocorriam grupos de até 15 peixes-boi, foi o bastante para a implementação da primeira Base de Proteção e Pesquisa do Projeto Peixe-Boi Marinho no município de Rio Tinto (PB). A Fundação Mamíferos Aquáticos (FMA) como uma organização da sociedade civil, sem fins lucrativos, que trabalha para conservar o meio ambiente em todos os seus aspectos, tendo como foco primordial os mamíferos aquáticos e seus habitats. Atua nacionalmente com atividades que envolvem manejo e pesquisa científica, estudando os efeitos antropogênicos nos recursos marinhos, e com parcerias e ações colaborativas que promovem mudanças socioambientais (FMA, sd).

Na Figura 3, observam-se os atributos ambientais da área do estudo, na devida ordem: o peixe-boi-marinho (*Trichechus manatus*) e as árvores do mangue-vermelho (*Rhizophora mangle*).

Figura 3: (a) peixe-boi-marinho; (b) as árvores do mangue-vermelho.

(a)

(b)

Fonte: (a) Enrico Marcovaldi (Acervo FMA); (b) SANTOS (2020).

3.3. RECURSOS HÍDRICOS

Entende-se que recursos hídricos são todas as águas, originária das superfícies ou subsuperfícies da Terra, podendo ser direcionada em um determinado uso ou atividade, para benefício humano, podendo também passar a ser um bem econômico. De acordo com a Lei n° 9.433/1997, que dispõe a Política Nacional de Recursos Hídricos, encontram-se as diretrizes, instrumentos e sistema de gerenciamento dos recursos hídricos, entre outros direcionamentos de como cuidar e utilizar os recursos hídricos.

Em suas Diretrizes Gerais de Ação, art. 3°, inciso III - é enfatizada “a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental”, ressaltando assim a importância da colaboração conjunta, para poder manter a qualidade dos recursos hídricos inseridos no meio ambiente. O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, é um dos instrumentos que objetiva a melhoria da qualidade dos recursos hídricos integrando a gestão da água à gestão ambiental. Tal instrumento será abordado especificamente neste presente trabalho.

Mas vale ressaltar que a qualidade da água, não tem apenas um determinado conceito, pois para ser realmente útil à manutenção da vida, ela pode conter um certo grau de impurezas, que varia de acordo com o uso que se pretende fazer dela e o local em que está, como o habitat aquático, onde não é necessário um grau de pureza tão elevado como o exigido para o consumo humano (Portaria Ministério da Saúde nº. 888/2021) ou balneabilidade (Resolução CONAMA nº 274/2000). Como também os aspectos que não tem muita relevância e a maior parte dos microorganismos que causam doenças ao ser humano não causam impactos aos peixes. Apenas se estiverem concentrados em grandes quantidades podem contaminar humanos que consumirem esses peixes.

Por isso, o presente trabalho utilizou como base a Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões a serem seguidos. Segundo a referida resolução, existem três tipos de águas:

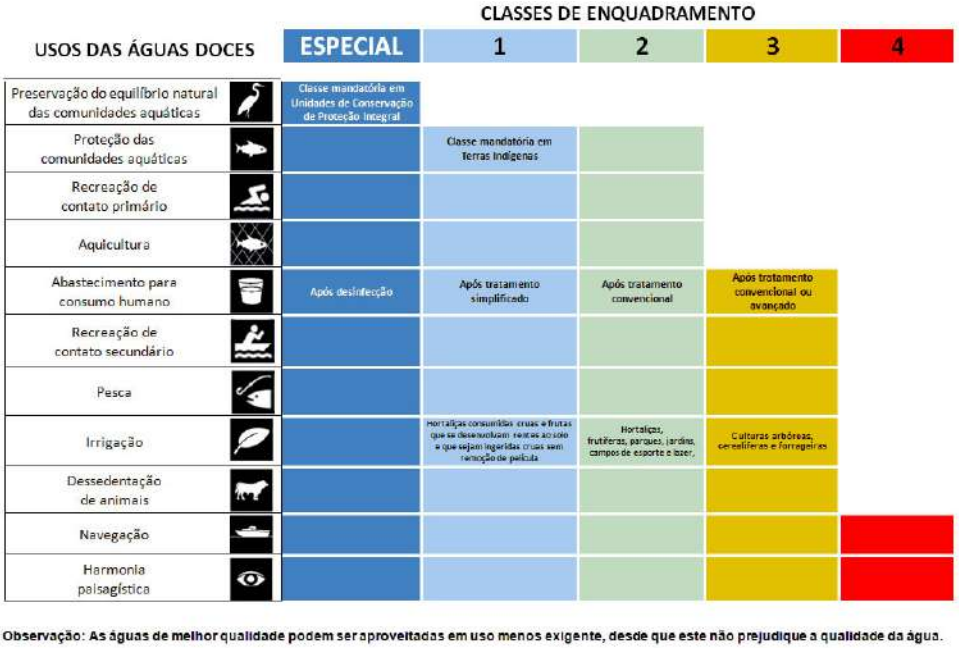
I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;

II - águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰;

III - águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰.

Na Figura 4, apresentam-se as classes de enquadramento possíveis, segundo os usos das águas doces.

Figura 4: Classes de enquadramento das águas-doces e usos respectivos



Fonte: ANA, sd.

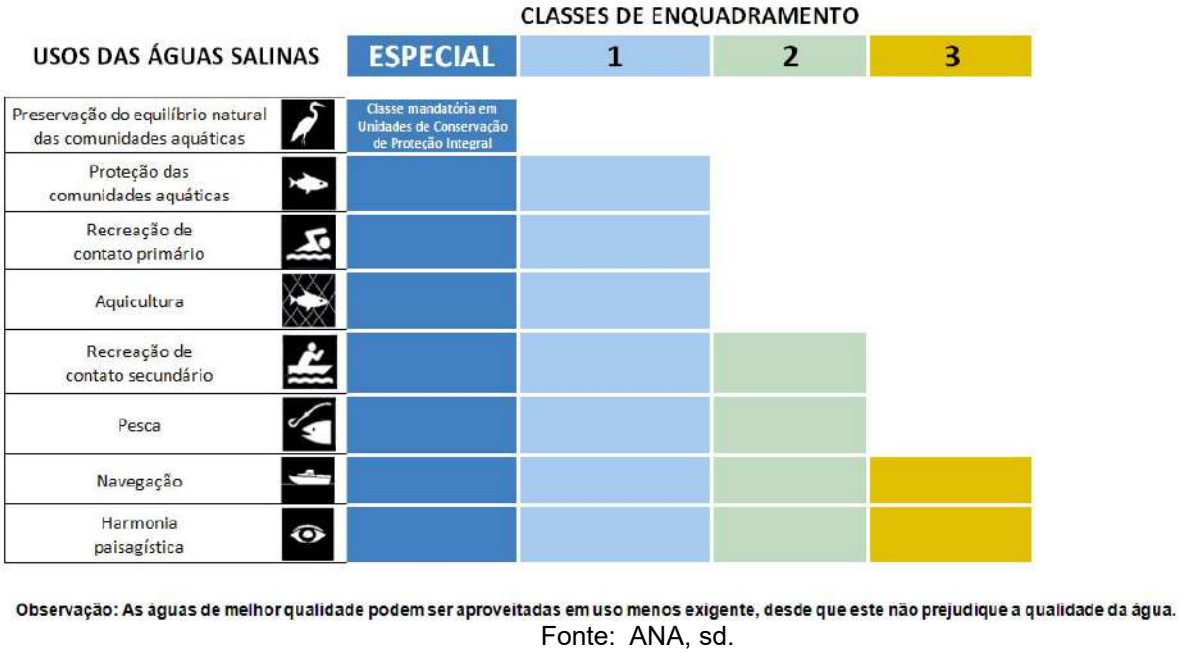
Na Figura 5, apresentam-se as classes de enquadramento possíveis, segundo os usos das águas salobras.

Figura 5: Classes de enquadramento das águas salobras e usos respectivos

Fonte: ANA, sd.

Na Figura 6, apresentam-se as classes de enquadramento possíveis, segundo os usos das águas salinas.

Figura 6: Classes de enquadramento das águas salinas e usos respectivos



Fonte: ANA, sd.

3.3.1. Parâmetros Físico-Químicos de Qualidade de Água

Sabe-se que a água é um elemento essencial para todas as formas de vida existentes na Terra, para a manutenção da vida e é necessária para uma gama variada de atividades humanas. Por isto, a Resolução do CONAMA n°357/2005 determina parâmetros físicos, químicos e biológicos, específicos para a qualidade da água e seus usos. Neste trabalho, terá foco apenas nos parâmetros físicos e químicos.

Os parâmetros físicos são as características mais fáceis de serem identificadas, pois são representadas pela temperatura, turbidez, cor, sabor, odor, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos totais, entre outros. Mas na natureza a água usualmente possui cor, cheiro e até mesmo gosto próprios, contudo, pode enganar, ao mostrar uma melhor aparência, devido a cor parecer ideal, mas pode resultar em uma pior qualidade (COSTA; TELLES, 2007).

Conforme Costa Filho (2006), as impurezas, em foco, sob a perspectiva física estão relacionadas aos sólidos presentes na água, sendo que estes sólidos podem ser em suspensão, coloidais ou dissolvidos, isto dependendo do tamanho.

Já os parâmetros químicos referentes às substâncias dissolvidas que podem causar alterações nos valores de parâmetros como pH, oxigênio dissolvido, saturação de oxigênio, dureza, cloretos, fósforo, matéria orgânica e inorgânica, entre outros. Algumas destas substâncias dissolvidas em águas naturais são essenciais para a sobrevivência dos organismos aquáticos (BRAGA *et al.*, 2005).

De acordo com diversos autores, estes índices são os mais importantes para a indicação da qualidade da água, e precisam ser rigorosos, por terem consequências diretas sobre consumo da água e o tipo do seu uso (BRANCO, 1991 apud MACEDO, 2002; COSTA; TALLES, 2007).

3.3.1.1. Temperatura

A temperatura é diretamente proporcional à velocidade das reações químicas presentes em meio aquático, que influencia em alguns parâmetros físico-químicos da água. O aumento dessas reações químicas e biológicas, podem resultar na elevação da ação tóxica de alguns elementos e compostos químicos, como na redução do teor de oxigênio dissolvido, nos processos de solubilidade dos gases dissolvidos, diminuição da viscosidade da água e saturação de oxigênio, ocasionando reflexo sobre a vida aquática aeróbia, resultando na mortandade de peixes e o afundamento de organismos aquáticos. (MACEDO, 2002; MOTA, 2003; LIBÂNIO, 2008).

Segundo a CETESB (2009), todos os corpos d'água apresentam variações de temperatura ao longo do dia e das estações do ano, podendo ser influenciada também pela altitude, latitude e pela profundidade da lâmina d'água. No entanto, o lançamento de efluentes com altas temperaturas pode causar impactos aos corpos d'água.

Tais mudanças na temperatura da água, são capazes de resultar em danos no ecossistema aquático e todos os processos fisiológicos, pois os organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica superior e inferior, como temperaturas ótimas para crescimento, reprodução, alimentação, digestão, respiração, locomoção ou migração, desova e incubação do ovo. À medida que ocorre o aumento, aumentam as taxas das reações químicas, físicas e biológicas, a solubilidade dos sais minerais e a taxa de transferências de gases, podendo gerar mau cheiro (VON SPERLING, 2007).

Entretanto, não há padrão para a temperatura d'água de corpos hídricos, apenas na Resolução CONAMA n° 430/2011, que se refere ao lançamento de efluentes, com o limite de temperatura a 40 °C e a variação do corpo d'água receptor não poderá ultrapassar 3 °C em sua zona de mistura.

De acordo com Naime e Fagundes (2005), a temperatura pode influenciar ainda na condutividade elétrica e na determinação do pH. Diante disso, percebe-se a importância que a temperatura da água possui, sendo considerada uma característica importante no meio aquático.

3.3.1.2. Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH é a sigla usada para potencial hidrogeniônico ou potência hidrogeniônica, porque se refere à concentração de [H +] ou de [H3O +] em uma solução. O bioquímico dinamarquês Soren Peter Lauritz Sorensen (1868-1939) propôs o uso de uma escala logarítmica, entre 0 e 14, através das concentrações do íon hidrônio [H3O+(aq)] nas soluções, servindo assim, para indicar se uma solução é ácida (pH < 7), neutra (pH = 7) ou básica/alcalina (pH > 7) a 25°C (MANUAL DA QUÍMICA, sd)

A Resolução CONAMA nº. 357/2005 estabelece que para a proteção da vida aquática o pH deve estar entre 6 e 9. De acordo com Von Sperling (2007), o pH baixo reflete na corrosividade e agressividade, e o pH elevado facilita as incrustações. Alterações nos valores de pH também podem aumentar o efeito de substâncias químicas que são tóxicas para os organismos aquáticos, tais como os metais pesados e a solubilidade de diversas substâncias, afetando o metabolismo de diversas espécies aquáticas.

O pH da água também influência, por exemplo, na toxicidade da amônia, pode ser usado como indicador de alterações do estado fisiológico dos animais aquáticos. Nas águas estuarinas, têm relação direta com a quantidade de matéria orgânica em decomposição, que varia de acordo com o fluxo e o refluxo das marés, com a quantidade de água doce proveniente dos tributários estuarinos, bem como em relação à temperatura (MACEDO, 1974; SASSI; WATANABE, 1980).

As principais causas na mudança do pH correspondem a oxidação de matéria orgânica, poluentes atmosféricos, aos efluentes domésticos e industriais. Segundo Mota (2003), isto se deve à corrosão, aos efeitos sobre a flora e a fauna, os prejuízos

à utilização na agricultura e em outros usos, ao aumento da toxidez de certos compostos, como amônia, metais pesados e gás sulfídrico, e ainda à influência nos processos de tratamento de água.

3.3.1.3. Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica da água, representa a facilidade ou a dificuldade na passagem da corrente elétrica pela água. A condutividade elétrica da água é determinada pela presença de substâncias dissolvidas que se dissociam ou ionizam em ânions e cátions, que facilita a corrente elétrica (MACEDO, 2002; ESTEVES, 2011).

Os compostos orgânicos e inorgânicos, podem contribuir ou interferir na condutividade, além da quantidade de sais dissolvidos presentes no ambiente aquático, pois dependendo da sua concentração iônica e da temperatura, que são fatores preponderante na medição correta da condutividade, e também são capazes de identificar a quantidade de sais existente no corpo d'água e indiretamente representar uma medida da concentração de poluentes (RICHTER; AZEVEDO NETTO, 2007; CETESB, 2009).

Segundo Esteves (2011), os valores de condutividade elétrica, em ambientes aquáticos de regiões tropicais estão relacionados com as características geoquímicas da região e com as condições climáticas, que estão relacionados a concentração iônica, mas podem ser influenciados também pelo estado trófico, principalmente em ambientes que sofrem com influência antrópica. Valores de condutividade elétrica da água auxiliar a detectar fontes poluidoras nos ecossistemas aquáticos, para indicar a qualidade da água, utilizando como representação o Sistema Internacional em unidades miliSiemens por cm (mS/cm) ou microSiemens por cm (uS/cm).

3.3.1.4. Turbidez

Conforme a ANA (sd), a turbidez corresponde ao grau de atenuação que um feixe de luz sofre ao atravessar a água, ou seja, a passagem da luz pela da água. Esta atenuação ocorre pela absorção e espalhamento da luz causada pelos sólidos em suspensão, dando ao corpo d'água uma aparência turva. Segundo Costa Filho (2006), estes sólidos em suspensão são constituídos principalmente por silte, protozoários, areia, bactérias, argila, algas, detritos, resíduos industriais e domésticos, entre outros.

De acordo com as variáveis da qualidade das águas descritas pela CETESB (2009), o aumento na turbidez, reduz a zona eufótica ou zona de luz onde o processo da fotossíntese ao menos é possível. Com essa redução na fotossíntese, afeta o desenvolvimento das plantas aquáticas e produtividade de peixes, causando distúrbio na biodiversidade.

A principal fonte de turbidez é a erosão dos solos, quando na época das chuvas as águas pluviais trazem uma quantidade significativa de material sólido para os corpos d'água. Atividades como a mineração, o lançamento de esgotos e de efluentes industriais, também são fontes causadoras da elevação da turbidez das águas.

Segundo a ANA (sd), o aumento da turbidez faz com que seja necessária uma quantidade maior de produtos químicos, ex: coagulantes, no tratamento de águas nas estações, aumentando os custos de tratamento. Além de tudo, a alta turbidez afeta a preservação dos organismos aquáticos, as atividades de recreação e o uso industrial.

3.3.1.5. Oxigênio Dissolvido

Dentre os gases dissolvidos na água, o oxigênio é um dos mais importantes na dinâmica e caracterização dos ecossistemas aquáticos (ESTEVES, 2011). Sendo o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição por lançamentos orgânicos, além de essencial para a preservação da vida aquática e determinação da capacidade de autodepuração de ambientes naturais, mas a concentração varia principalmente em função da temperatura, como também da pressão atmosférica (altitude).

Conforme descrevem vários autores, as principais fontes de oxigênio para a água são a atmosfera e a fotossíntese, em alguns casos, é introduzido nas águas através de processo físicos, que dependem das características hidráulicas dos corpos d'água. As perdas de oxigênio são causadas pelo processo de decomposição da matéria orgânica (oxidação), perdas para a atmosfera, a respiração de organismos aquáticos, nitrificação e oxidação química abiótica de substâncias como íons metálicos, ferro e manganês, por exemplo. A Resolução CONAMA nº. 357/2005 estabelece que o valor mínimo de oxigênio dissolvido para a preservação da vida aquática é de 5,0 mg/L.

Em águas poluídas por lançamentos orgânicos, apresentam uma baixa concentração de oxigênio dissolvido, pois o mesmo é consumido no processo de decomposição da matéria orgânica, já em águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido mais elevadas, geralmente superiores a 5 mg/L, exceto se houverem condições naturais que causem baixos valores, e em águas eutrofizadas (ricas em nutrientes) podem apresentar concentrações de oxigênio superiores a 10 mg/L, caso conhecido como supersaturação.

Dentro de áreas com excessivo crescimento de algas ou plantas, onde, durante o dia ocorre o processo de fotossíntese, os valores de oxigênio ficam mais elevados, porém, durante a noite o processo de fotossíntese é interrompido, reduzindo a concentração do oxigênio pela respiração dos organismos, podendo causar a mortalidade de peixes. Segundo Costa Filho (2006), dependendo do nível do oxigênio, caso seja consumido totalmente, têm-se as condições anaeróbias, com geração de maus odores.

3.3.1.6 Saturação de Oxigênio

A saturação de oxigênio é a quantidade máxima de oxigênio que pode ser dissolvida em uma massa d'água em determinada pressão, temperatura e concentração de cloretos. Biologicamente, o oxigênio e o dióxido de carbono (CO_2) são considerados os gases mais importantes dissolvidos na água no mar, elemento essencial ao metabolismo dos animais aquáticos de respiração aeróbica, cuja distribuição, comportamento e crescimento dos organismos, estão associadas ao oxigênio disponível (SIPAÚBA-TAVARES, 1998).

Sabemos que o OD é necessário para a vida de microorganismos aeróbicos, bem como outras formas de vida. Por exemplo, os peixes requerem concentrações mínimas de OD, entre 10% e 60% de saturação, isso dependendo da espécie e entre outras características do sistema aquático.

Em condições naturais de um sistema aquático (não poluído) o material mais habitualmente oxidado pelo oxigênio dissolvido é a matéria orgânica de origem biológica. Esse processo de oxidação, chamado de degradação aeróbica, ocorre em águas ricas em oxigênio, ou seja, que possuem níveis de oxigênio próximos de 100% de saturação. Entende-se que 100% de saturação de oxigênio é a quantidade máxima

de oxigênio que pode ser dissolvida na água, mas esse nível de saturação varia em determinada pressão, temperatura e salinidade, esses valores acima de 100% de saturação, podem ocorrer em águas naturais, durante alguns períodos do dia, em que ocorre alta taxa de fotossíntese (FIORUCCI; FILHO, 2005).

Macedo e Costa (1978) elaboraram um sistema de classificação da qualidade hídrica, para as águas estuarinas do Nordeste do Brasil, com base nos teores de saturação do oxigênio dissolvido, definindo como zona supersaturada de > 100%; Zona saturada de 75 a 100%; Zona de baixa saturação de 50 a 75%; Zona semipoluídas de 25 a 50% e Zona poluída < 25%.

3.3.1.7. Sólidos Dissolvidos Totais

Sólidos dissolvidos totais é o conjunto de todas as substâncias orgânicas e inorgânicas contidas em um líquido sob formas moleculares, ionizadas ou microgranulares. Segundo Macedo (2002), os sólidos dissolvidos totais representam todas as impurezas presentes no corpo d'água, com exceção dos gases dissolvidos, que contribuem para a carga de sólidos presentes no meio aquático. Entre os componentes primários, estão os sais de cálcio, magnésio, sódio, cloro, bicarbonato e enxofre. Este gradiente de material em suspensão depende da circulação e velocidade de sedimentação das partículas, descarga de material pelos rios e vazão (TUNDISI; TUNDISI, 2008).

De acordo com Bárbara (2006), os sólidos dissolvidos totais podem ocasionar a elevação da cor e da turbidez, diminuindo a transparência, e consequentemente, o oxigênio dissolvido disponível no meio hídrico, podendo afetar também a biota aeróbia e facultativa, por causa da diminuição da produção fotossintética, impactando a vida aquática.

É um parâmetro de determinação da qualidade da água, avaliando o peso total dos constituintes minerais presentes na água, por unidade de volume. Conforme Mota (2003), as principais fontes dos sólidos totais vêm da erosão do solo, dos efluentes domésticos e industriais, do lixo e da mineração.

3.3.1.8. Salinidade

De forma simplificada, a salinidade é a medida da quantidade de sais dissolvidos em uma repartição de massa de água. As unidades de medida utilizadas

para representar essa quantidade são o mg L-1 ou ppm (partículas por milhão), µg L-1 ou ppb (partículas por bilhão) e o ng L-1 ou ppt (partículas por trilhão). A salinidade é um dos parâmetros ambientais mais importantes a serem avaliados em estuários, pois atua como uma barreira ecológica para as espécies estenohalinos e eurihalinos, influenciando na distribuição dos organismos, além de servir como delimitador do início e do término deste ecossistema (BASTOS *et al*., 2005). E os estuários apresentam altos níveis de estratificação, ou seja, diferentes níveis de salinidade ao decorrer do mesmo.

A presença de sais dissolvidos na água interfere nos arranjos gerais das moléculas d'água afetando suas propriedades físicas, como a condutividade elétrica e temperatura. Bianchi (2007), exemplifica que, a salinidade de 35, o ponto de congelamento da água ocorre a 3,98 ºC e sua temperatura de densidade máxima é de -3,52 °C. Em consequência disto a salinidade interfere na densidade da água, visto que, essa propriedade aumenta com a elevação da concentração de sais. Devido a essa relação, a salinidade influencia a estratificação de corpos d'água costeiros e afeta a mobilidade de íons em diferentes gradientes (BIANCHI, 2007; ESTEVES, 2011).

Por isto, a forma mais aproximada de se estimar a salinidade da água, por exemplo, do mar é através da sua condutividade, pois sais em solução convivem inteiramente como íons, tornando a água do mar uma condutora de corrente elétrica, e desta forma, quanto maior a concentração de íons presentes, maior é a condutividade da solução e, logo, maior a salinidade da água.

4. METODOLOGIA

4.1. CLASSIFICAÇÃO METODOLÓGICA DA PESQUISA

O atual trabalho dispõe do método de abordagem indutivo, por partir do efeito para as causas, exigindo a verificação, observação e/ou experimentação. A natureza da pesquisa é classificada como aplicada, uma vez que consiste em produzir conhecimento de forma a solucionar os problemas a partir da análise de um problema real.

O objetivo da pesquisa tem o caráter exploratório, pois teve como finalidade proporcionar maiores informações sobre a qualidade físico-química do estuário do rio

Mamanguape, e descritivo, pois visa observar, registrar, analisar, classificar e interpretar os dados sem interferência ou manipulação do pesquisador.

Seguindo os métodos de procedimento observacional, estatístico e levantamento de campo, por se tratar de um estudo realizado em um sítio natural, na busca de coletar informações sobre a qualidade hídrica do estuário, utilizando da análise dos dados coletados com a sonda multiparamétrica.

Sob o ponto de vista da abordagem do problema, a pesquisa se classifica como quantitativa por gerar dados matemáticos, utilizados no banco de dados com resultados obtidos em campo.

4.2. O PROJETO DE MONITORAMENTO

De acordo com o CONAMA (2005, p. 3), o monitoramento consiste na “medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade de água, que pode ser contínua ou periódica, utilizada para acompanhamento da condição e controle da qualidade do corpo de água”.

Este trabalho de conclusão de curso está inserido no projeto de pesquisa intitulado “Monitoramento da Qualidade da Água do Estuário da Barra do rio Mamanguape”, que consistia na análise de parâmetros físico-químicos e microbiológicos[2], tendo seu início em novembro de 2017 e encerramento em 12 março de 2020, durando assim, 2 anos e 4 meses, através de uma parceria interinstitucional, composta pelo Instituto Federal de Educação da Paraíba (IFPB), o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e a Fundação Mamíferos Aquáticos (FMA).

Cada instituição parceira citada possuía suas atividades específicas apresentadas no Quadro 2, porém eram todas complementares, realizadas em um esforço mútuo e conjunto de cooperação institucional (COSTA, 2019).

[2] Os resultados das análises microbiológicas foram analisados e apresentados em Trabalho de Conclusão de Curso de Santos (2020).

Quadro 2: Instituições parceiras e atividades

INSTITUIÇÕES	ATIVIDADES
IFPB Instituto Federal de Educação da Paraíba	▶ Elaborar a logística de transporte dos voluntários; ▶ Disponibilização do laboratório de microbiologia e técnicos do campus João pessoa; ▶ Realizar as análises; ▶ Análises laboratoriais dos parâmetros: coliformes totais e termotolerantes, salmonella, leveduras e bolores. ▶ Elaboração de relatórios técnicos mensais;
ICMBio Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (APA/ARIE Mamanguape)	▶ Caracterização ambiental do estuário, ▶ Disponibilização da sonda multiparamétrica (Série U-50 / Horiba) e GPS, ▶ Dispor voluntários para acompanhar o trabalho em campo; ▶ Recursos financeiros para os materiais de laboratório;
FMA Fundação Mamíferos Aquáticos	▶ Disponibiliza logística (barco e motor) para realização dos trabalhos de campo.

Fonte: Adaptado de COSTA (2019).

As coletas foram realizadas mensalmente, e previamente decidido entre os coordenadores/representantes dos institutos, de acordo com o período de baixa-mar em maré de sizígia, correlacionada com as segundas ou terças-feiras do mês, para possibilitar a parte das análises microbiológicas (análise bancada) do projeto “Análise do Monitoramento da Qualidade Microbiológica da Água do Estuário da Barra do Rio Mamanguape-PB”.

Os pontos foram pré-selecionados/baseados através do Projeto para Conservação e Uso Sustentável Efetivos de Ecossistemas Manguezais no Brasil (Projeto PNUD BRA/07/G32 em outubro de 2015) que realizou uma única coleta em 20 pontos distribuídas ao longo das porções superior, média e inferior do estuário do rio Mamanguape, mas pela frequência do monitoramento deste presente trabalho, se tornaria inviável realizar mensalmente a coleta em 20 pontos, por isto, foram estabelecidos 9 pontos estratégicos no percurso do estuário, identificados no Quadro 3.

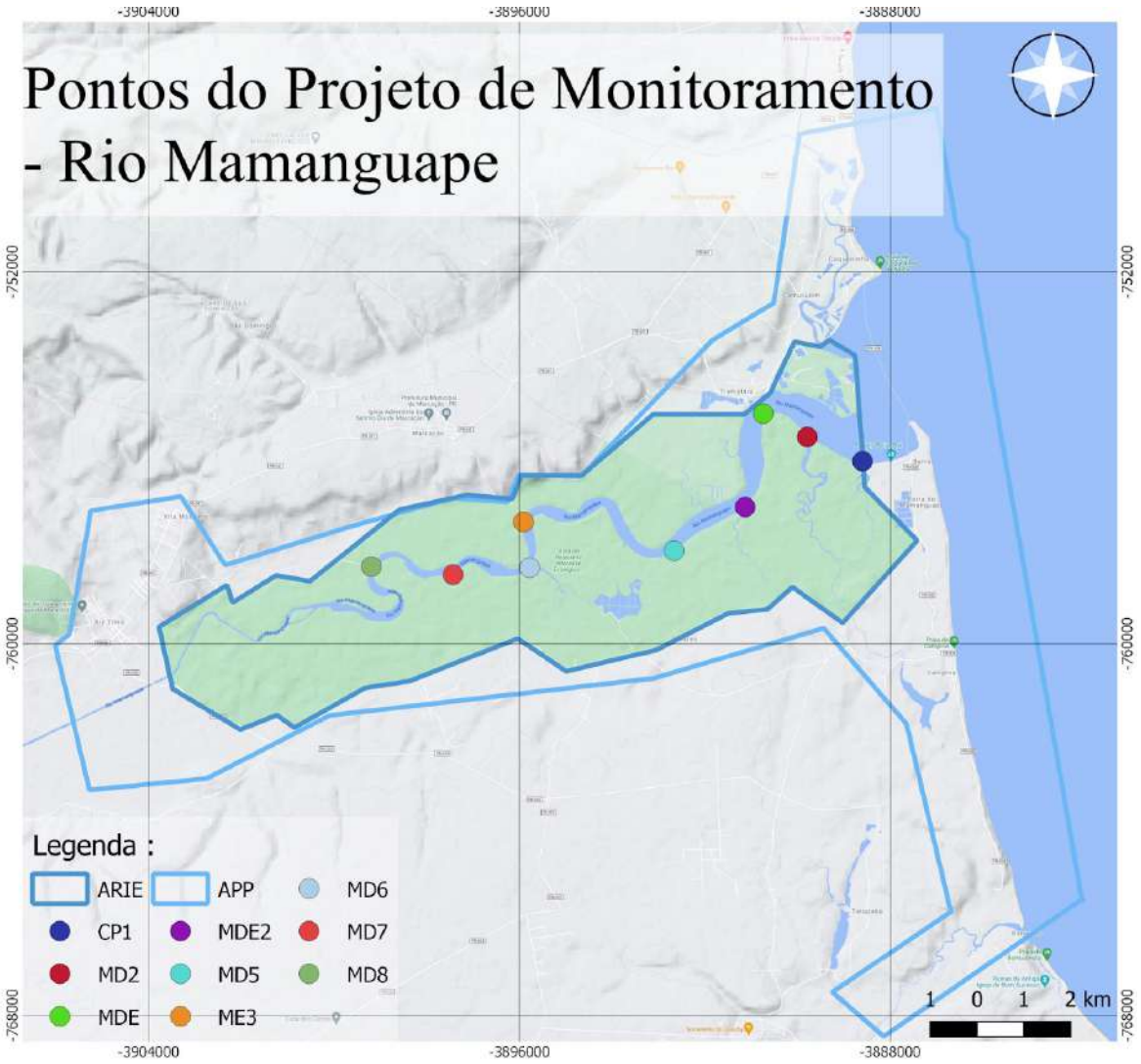
Quadro 3: Pontos de coleta, identificação, margem e coordenadas geográficas.

Pontos de Coleta	Identificação	Margem	Coordenadas Geográficas
CP1	Rio Caraca/Gamboa Caracaru	Direita	06°46'33.9" S 034°55'54.7" W
MD2	Gamboa de Tanques	Direita	06°46'17.1" S 034°56'33.3" W
MDE	Curva	Direita	06°46'01.0" S 034°57'004" W
MDE2	Gamboa dos Macacos	Direita	06°47'05.5" S 034°57'16.6" W
MD5	Gamboa da Marisqueira	Direita	06°47'35.8" S 034°58'06.2" W
ME3	Gamboa de Marcação	Esquerda	06°47'15.8" S 034°59'51.3" W
MD6	Gamboa de Aritingui	Direita	06°47'47.4" S 034°59'47.0" W
MD7	Gamboa de Sapezinho	Direita	06°47'52.3" S 35°00'40.5" W
MD8	Porto Novo	Esquerda	06°47'46.7" S 035°01'37.4" W

Fonte: Autora (2021)

O ponto de partida para o início das coletas, se dava na foz do rio Mamanguape, base do projeto Peixe-Boi, para o interior do rio, como na Figura 7, assim como a coleta era feita da foz para o interior, a massa d'água analisada com a sonda multiparamétrica não seria a mesma.

Figura 7: Mapa da área de estudo



Fonte: Autora (2021)

A equipe de campo era composta por um técnico representante do ICMBio, o piloto do barco da FMA e por três voluntários (estudantes e professores) do IFPB que eram escolhidos por meio de rodízio.

O projeto Monitoramento da Qualidade da Água do Estuário da Barra do rio Mamanguape tinha como objetivo a realização da demanda de 24 coletas em nove pontos de coleta, totalizando 216 análises, durante 2 anos.

As coletas foram realizadas entre os meses de novembro de 2017 e março de 2020, conforme observa-se na Tabela 1, mas por problemas técnicos, não foram realizadas coleta em 5 meses: fevereiro de 2018, março de 2019, junho de 2019, janeiro de 2020 e fevereiro de 2020.

Tabela 1: Registros das coletas realizadas

Coleta n°	Datas	Vazante das Mares e Horário de Pico	Horário		Duração
1°	06/11/2017	0.2 às 11h32	Início: 09h50.	Término: 12h45	2h55
2°	05/12/2017	0.2 às 11h19	Início: 09h50.	Término: 11h51	2h01
3°	31/01/2018	0.1 às 11h09	Início: 10h00.	Término: 12h53	2h53
4°	05/03/2018	0.3 às 12h30	Início: 10h20.	Término: 12h45	2h25
5°	03/04/2018	0.3 às 12h04	Início: 12h17.	Término: 14h26	2h09
6°	14/05/2018	0.2 às 09h28	Início: 10h15.	Término: 12h52	2h37
7°	25/06/2018	0.5 às 08h39	Início: 10h15.	Término: 13h	2h45
8°	30/07/2018	0.4 às 11h53	Início: 10h10.	Término: 13h	2h50
9°	17/08/2018	0.3 às 11h24	Início: 09h40.	Término: 12h10	2h30
10°	24/09/2018	0.2 às 09h54	Início: 09h30.	Término: 12h10	2h40
11°	30/10/2018	0.7 às 14h15	Início: 09h45.	Término: 13h10	3h25
12°	26/11/2018	0.3 às 13h24	Início:.10h10	Término: 13h00	2h50
13°	18/12/2018	0.6 às 06h41	Início: 09h45.	Término: 13h04	3h19
14°	22/01/2019	0.1 às 11h09	Início: 09h48.	Término: 12h15	2h27
15°	18/02/2019	0.2 às 09h40	Início: 10h03.	Término: 13h00	2h57
16°	23/04/2019	0.4 às 12h58	Início: 11h15.	Término: 13h52	2h37
17°	21/05/2019	0.3 às 11h58	Início: 11h29.	Término: 15h30	3h59
18°	15/07/2019	0.4 às 09h32	Início: 10h00.	Término: 13h52	3h52
19°	19/08/2019	0.4 às 12h26	Início: 10h30.	Término: 13h00	2h30
20°	16/09/2019	0.3 às 11h26	Início: 10h00.	Término: 13h00	3h00
21°	15/10/2019	0.3 às 10h56	Início: 10h09.	Término: 12h40	2h31
22°	11/11/2019	0.4 às 08h58	Início: 09h58.	Término: 11h27	1h29
23°	09/12/2019	0.5 às 08h17	Início: 09h56.	Término: 13h20	3h24
24°	09/03/2020	0.1 às 10h06	Início: 10h20.	Término: 13h11	2h51

4.3. SONDA MULTIPARAMÉTRICA

As análises físico-químicas foram realizadas *in situ*, utilizando a sonda multiparâmetro da SÉRIE U-50 (Figura 8(a)), da marca HORIBA, que possui sensores sobressalentes (Figura 8(b)), possibilitando a substituição em campo e com sensibilidade aprimorada.

Durante o período de baixa-mar em maré de sizígia, os voluntários do projeto de monitoramento, manuseavam a sonda, mergulhando-a em uma profundidade média de 20 a 30 cm da lâmina d'água, para obter os seguintes parâmetros: Temperatura (ºC), pH, Condutividade (mS cm-1), Turbidez (UNT), Oxigênio Dissolvido (mg L-1 OD), percentual de saturação do Oxigênio (% OD), Sólidos Dissolvidos Totais (g L-1 SDT) e Salinidade (ppt), conforme observa-se na Figura 9.

Após estas coletas de dados serem obtidos com a sonda e valores anotados em campo, foram digitalizados para um banco de dados, para realizar as análises dos dados e gerar a ilustração dos gráficos, por meio de planilhas eletrônicas.

Figura 8: (a) Sonda multiparâmetro SÉRIE U-50 - HORIBA; (b) Sensores.

(a) (b)

Fonte: Horiba

Figura 9: Realização da coleta com sonda

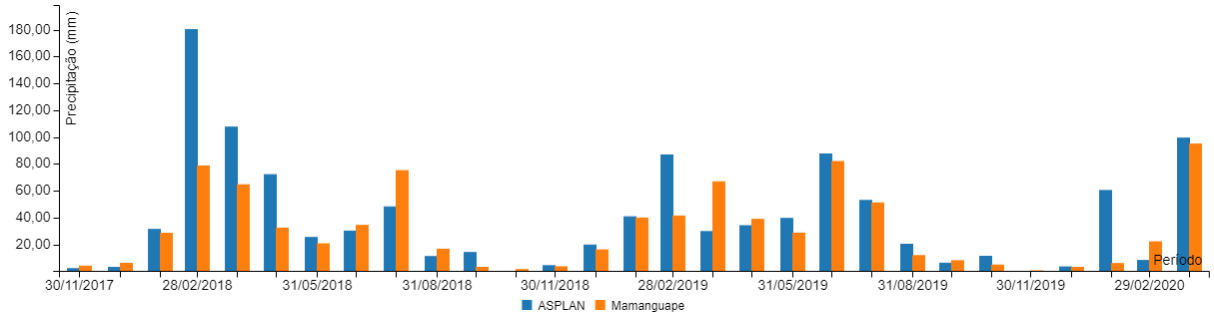
Fonte: Autora (2021)

4.4. PRECIPITAÇÃO NA ÁREA DE ESTUDO

A ação antrópica e as interações climáticas impactam profundamente as características dos mananciais. Expressiva modificação no clima repercute nas alterações do corpo aquático em regiões com baixa disponibilidade de recursos hídricos, trazendo variações significativas em diversos parâmetros físicos, químicos e biológicos. Durante o processo de precipitação e escoamento sobre o solo em direção ao mar, a água dissolve uma variedade de cátions, ânions e gases dissolvidos (BROWN *et al*., 2005 apud FREITAS *et al*, 2007).

Considerando as datas da coleta de dados, a figura 10 apresenta os dados pluviométricos referentes ao período do estudo, sendo os meses de novembro e dezembro com os menores valores de precipitação e fevereiro de 2018 (coleta não realizada) com o maior total precipitado do período.

Figura 10: Precipitação mensal



Fonte: AESA (2021)

Ressalta-se que esse trabalho de conclusão de curso não tinha como objetivo a realização da correlação entre precipitação e variação nos parâmetros físico-químicos.

4.5. ENQUADRAMENTO DO RIO MAMANGUAPE

Em 23 de março de 1988, a Superintendência de Administração do Meio Ambiente da Paraíba (SUDEMA) em conjunto com o Conselho de Proteção Ambiental (COPAM), implementaram o Sistema Estadual de Licenciamento de Atividades Poluidoras (SELAP), sendo utilizado na criação da Diretriz 201 (1998), responsável pela classificação das águas interiores do estado, de acordo com os usos

preponderantes, classificando-as em nove classes, divididas em doce (Especial, I - IV), salgadas (V - VI) e salobras (VII – VIII).

A Diretriz 206 (COPAM, 1988) é responsável pelo enquadramento do corpo d'água da bacia hidrográfica do rio Mamanguape, segundo a classificação prevista na DRZ 201, classificando assim os trechos da bacia hidrográfica do rio Mamanguape como água doce, variando de classe 1 a 3, e o trecho em questão do rio Mamanguape deste projeto, como água doce classe 3.

Os resultados obtidos nas coletas para os parâmetros físico-químicos descritos no referencial teórico (3.3.1), foram confrontados no que se refere a sua conformidade com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento.

Porém, pelo seu longo curso d'água e área referida, houve alteração quanto ao teor de salinidade, com isto, se enquadrando, conforme a salinidade, em: água doce de Classe 3 (salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰) e água salobra de Classe 1 (salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰).

Considerando esta informação e observando os usos preponderantes atuais, os resultados encontrados foram discutidos com base nas duas classes, visando a comparação da situação atual do ambiente a valores mais restritivos no tocante a sua condição ambiental.

5. RESULTADOS

5.1. RESULTADOS DOS PARÂMETROS

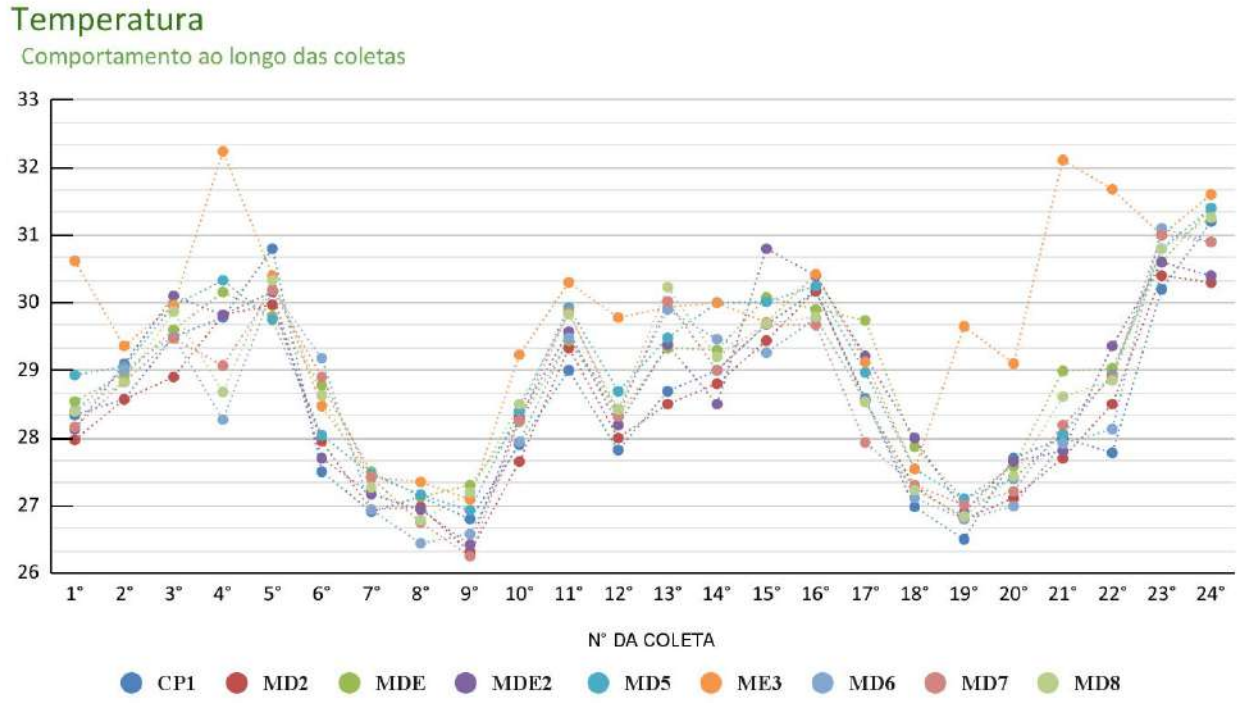
Conforme citado anteriormente os parâmetros serão analisados conforme o seu comportamento ao longo do tempo, ao longo das estações de coleta e serão comparados com o padrão indicado para as Águas Doces Classe 3 da Resolução CONAMA nº 357/2005, bem como para as Águas Salobras Classe 1 da Resolução CONAMA nº 357/2005. Além disso, serão apresentados os valores mínimos, médios e máximos dos parâmetros.

5.1.1. Temperatura

O comportamento da temperatura da água no estuário do rio Mamanguape ao longo do tempo pode ser visualizado na Figura 11. Observa-se que houve uma certa

homogeneidade no comportamento da variável temperatura da água ao longo do tempo, com exceção do ponto ME3 (Gamboa de Marcação, em laranja), que apresentou valores maiores em algumas coletas, se destacando dos demais com temperaturas acima de 32 °C em duas coletas (4° e 21°).

Figura 11: Comportamento da temperatura da água ao longo das coletas

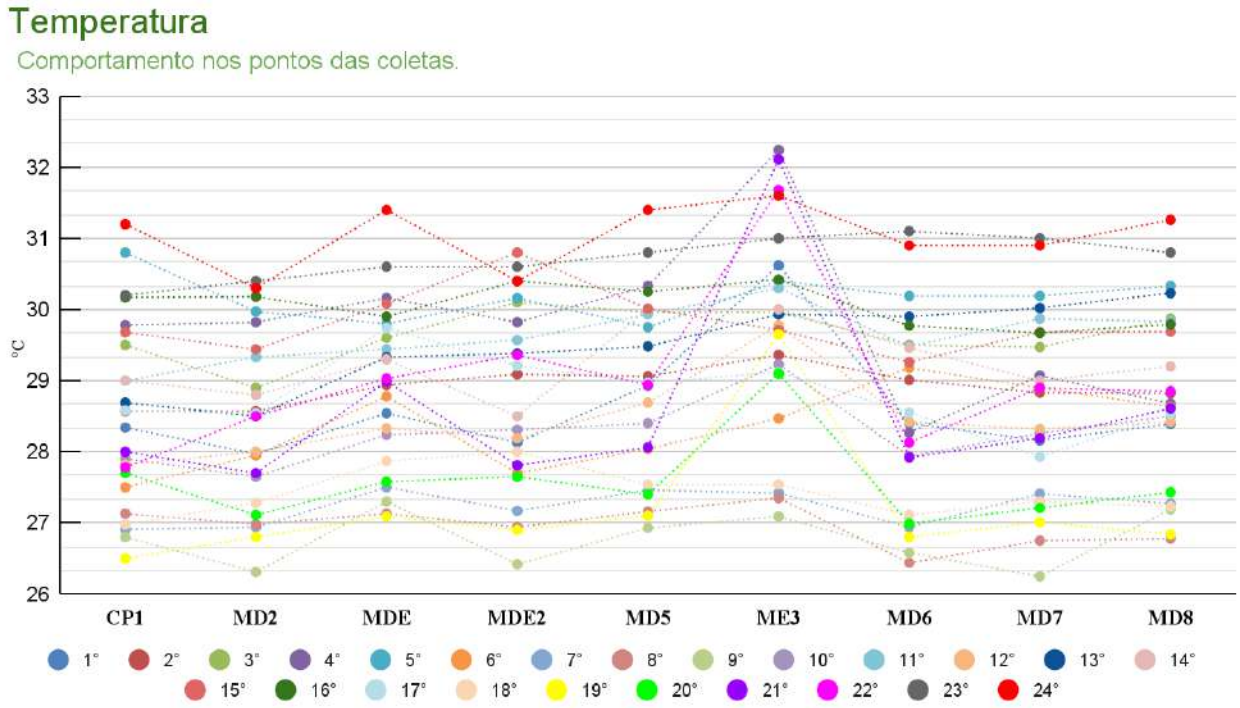


Fonte: Autora

Na Resolução CONAMA nº 357/2005 não há um valor máximo ou mínimo para a comparação com os valores obtidos para o parâmetro temperatura da água. Nesse sentido, não há como estabelecer se o rio Mamanguape está de acordo com os padrões estabelecidos sob o ponto de vista da temperatura da água.

Na Figura 12 apresenta-se o comportamento da temperatura referente aos pontos das coletas. Observa-se também certa homogeneidade dos pontos em comparação com os demais e o mesmo, com exceção novamente do ponto de coleta ME3 (Gamboa de Marcação), em que houveram aumentos de temperaturas em diversas coletas. A coleta com valores maiores foi a 24° (em vermelho).

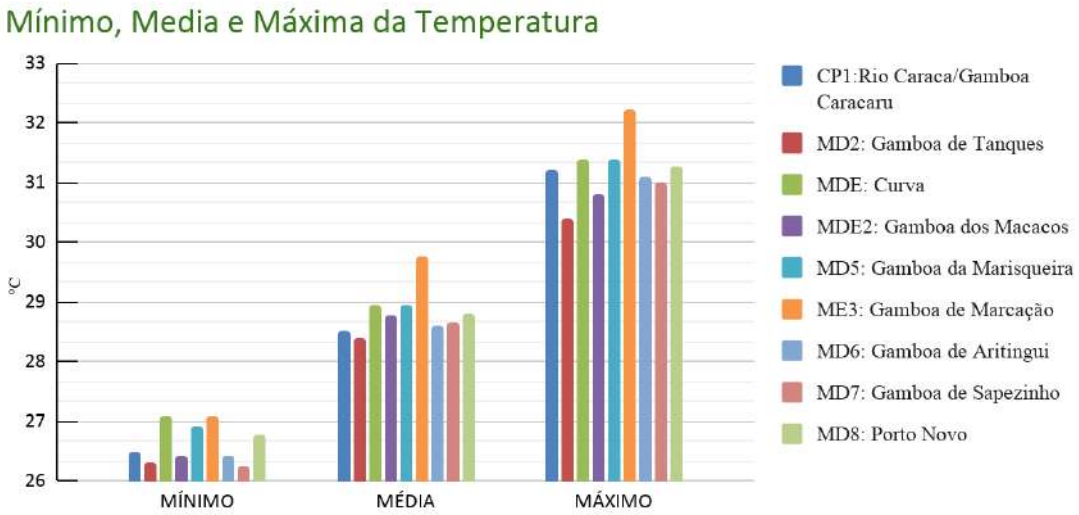
Figura 12: Comportamento da temperatura nos pontos das coletas



Fonte: Autora.

Os valores mínimos, médios e máximos da temperatura da água nos pontos das coletas estão apresentados na Figura 13.

Figura 13: Valores mínimo, médio e máximo da temperatura



Fonte: Autora

Os valores mínimos variaram de 26,25 ºC no ponto MD7 (Gamboa de Sapezinho) a 27,09 ºC nos pontos MDE (Curva) e ME3 (Gamboa de Marcação). Os valores médios variaram de 28,41 ºC no ponto MD2 (Gamboa de Tanques) a 29,75 ºC no ponto ME3 (Gamboa de Marcação). Já os valores máximos variaram de 30,40 ºC no ponto MD2 (Gamboa de Tanques) a 32,24 ºC no ponto ME3 (Gamboa de Marcação). A média geral da temperatura da água resultou em 28,82 ºC.

Em estudo realizado por Projeto para Conservação e Uso Sustentável Efetivos de Ecossistemas Manguezais no Brasil (Projeto PNUD BRA/07/G32 em outubro de 2015), os índices térmicos registrados variaram de 25,98 ºC no primeiro ponto C.P.4[3] a máximos de 28,86 ºC no ponto MD3 no rio Mamanguape e 29,19 ºC na foz do rio Camurupim. A média geral para a temperatura da água na porção superficial (0,0 a 20,0 cm) na área de estudo foi de 27,87 ºC. Em outro estudo, Soares (2012), avaliou a temperatura da água desde a foz do rio Mamanguape e a Gamboa de Marcação, durante um ano (fevereiro 2011-2012), reportou média de 29,5 ºC para esta seção do estuário.

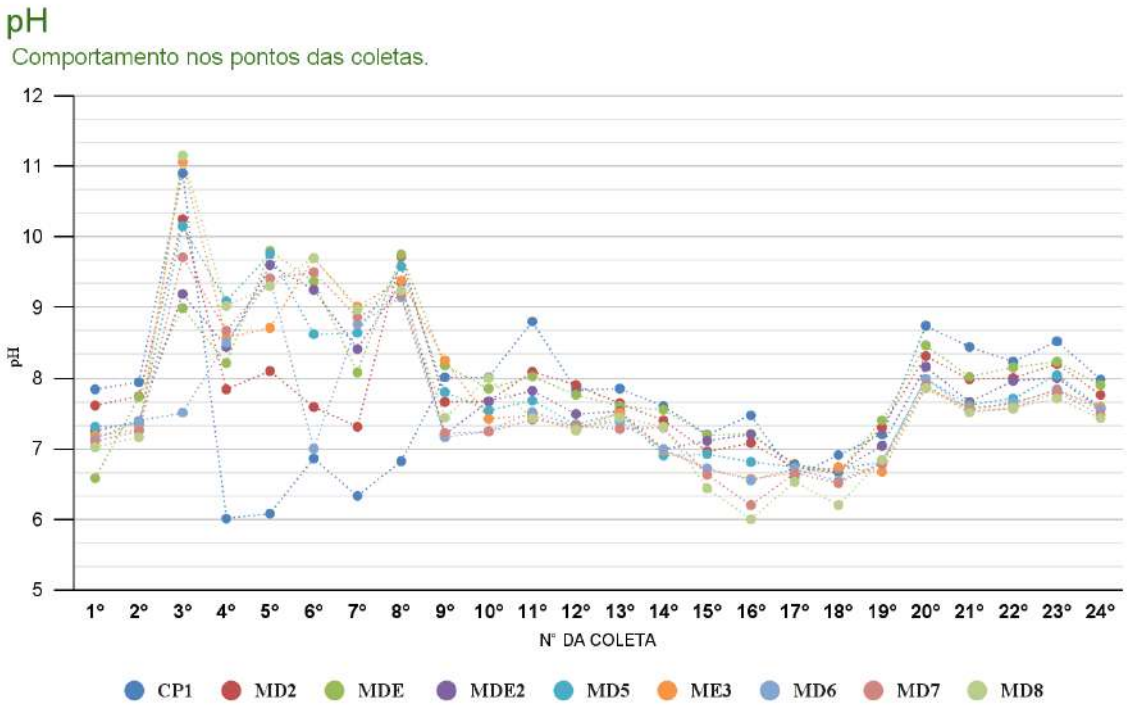
5.1.2. Potencial Hidrogeniônico (pH)

O valor mínimo e máximo estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/2005, para o pH nas Águas Doces de Classe 3, é de 6,0 a 9,0; e para as Águas Salobras de Classe 1, é de 6,5 a 8,5. O comportamento do potencial hidrogeniônico na água do estuário do rio Mamanguape ao longo do tempo pode ser visualizado na Figura 14. Observa-se que houve uma certa homogeneidade no comportamento da variável pH da água ao longo do tempo, nas duas primeiras coletas e da 9ª a 24ª coleta. Entre a 3ª e 8ª coleta, observa-se certa heterogeneidade, principalmente pelo comportamento do ponto CP1 (Rio Caraca/Gamboa Caracaru, em Azul escuro), que apresentou valores destoantes em algumas coletas.

Na Figura 15 apresenta-se o comportamento do potencial hidrogeniônico referente aos pontos das coletas. As maiores amplitudes são observadas nos pontos CP1, ME3 e MD8 principalmente pelas coletas 3° (verde claro), 5° (azul médio), 6° (laranja) e 8° (rose), em que houve aumento nos valores do pH.

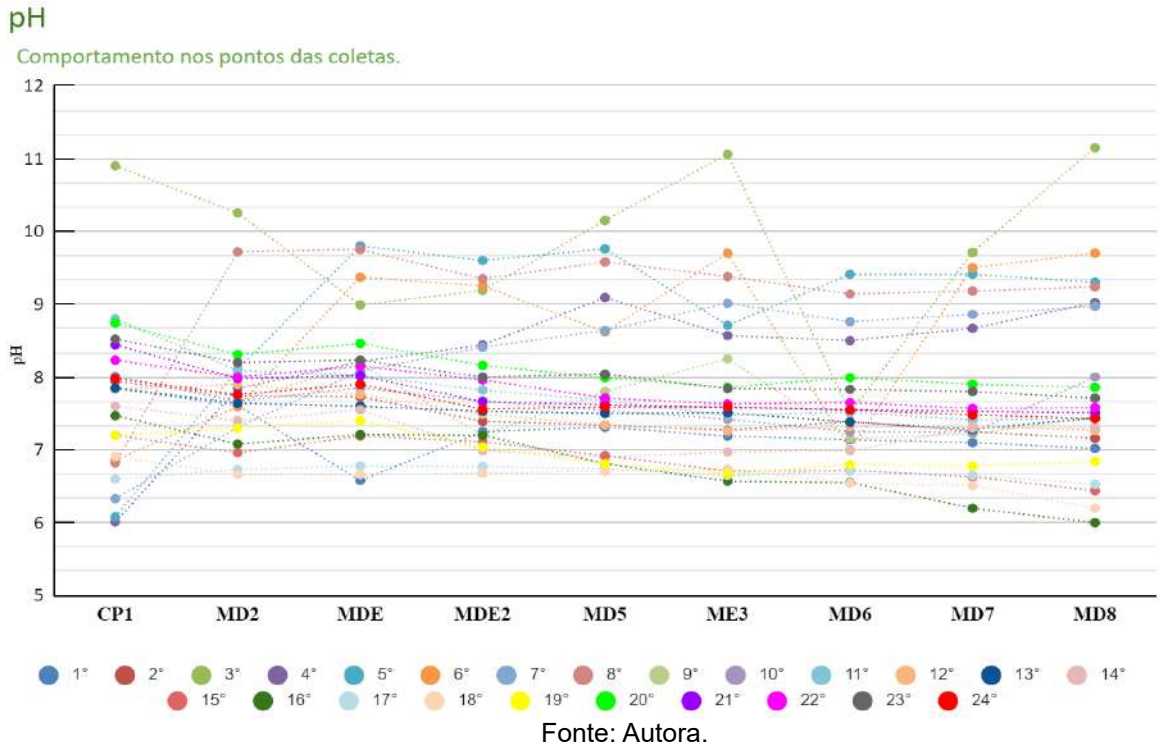
[3] O ponto C.P.4 corresponde a um ponto mais ao interior do estuário.

Figura 14: Comportamento do pH ao longo das coletas.



Fonte: Autora

Figura 15: Comportamento do pH nos pontos das coletas.

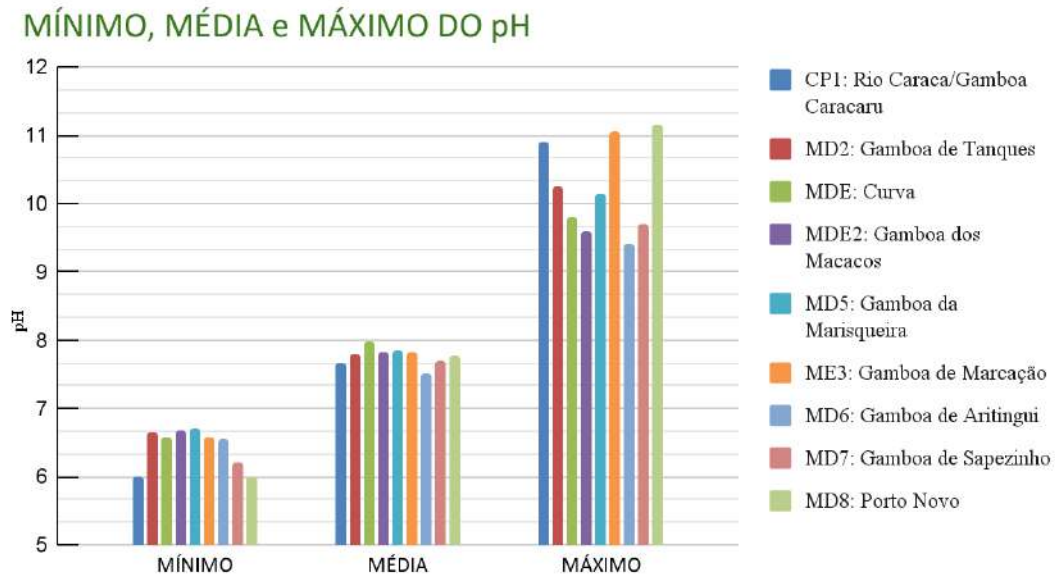


Fonte: Autora.

Em comparação com os valores estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005, aos obtidos para o parâmetro potencial hidrogeniônico da água, observa-se a não conformidade para as Águas Doces de Classe 3 (6,0 a 9,0) em 77% das amostras e em pelo menos uma amostra de todos os nove pontos (CP1 a MD8) houve valores acima de 9,0. E para Água Salobra de Classe 1 (6,5 a 8,5), observa-se novamente que em pelo menos uma coleta todos os nove pontos (CP1 a MD8) houve valores acima de 8,5, como nas coletas 3° a 8°, 11°, 20° e 23°; e CP1 (Rio Caraca/Gamboa Caracaru), MD7 (Gamboa de Sapezinho) e MD8 (Porto Novo) com valores abaixo de 6,5 nas coletas 4°, 5°, 7°, 15°, 16° e 18°.

Os valores mínimos, médios e máximos do potencial hidrogeniônico da água nos pontos das coletas estão apresentados na Figura 16.

Figura 16: Valores mínimo, médio e máximo do pH.



Fonte: Autora

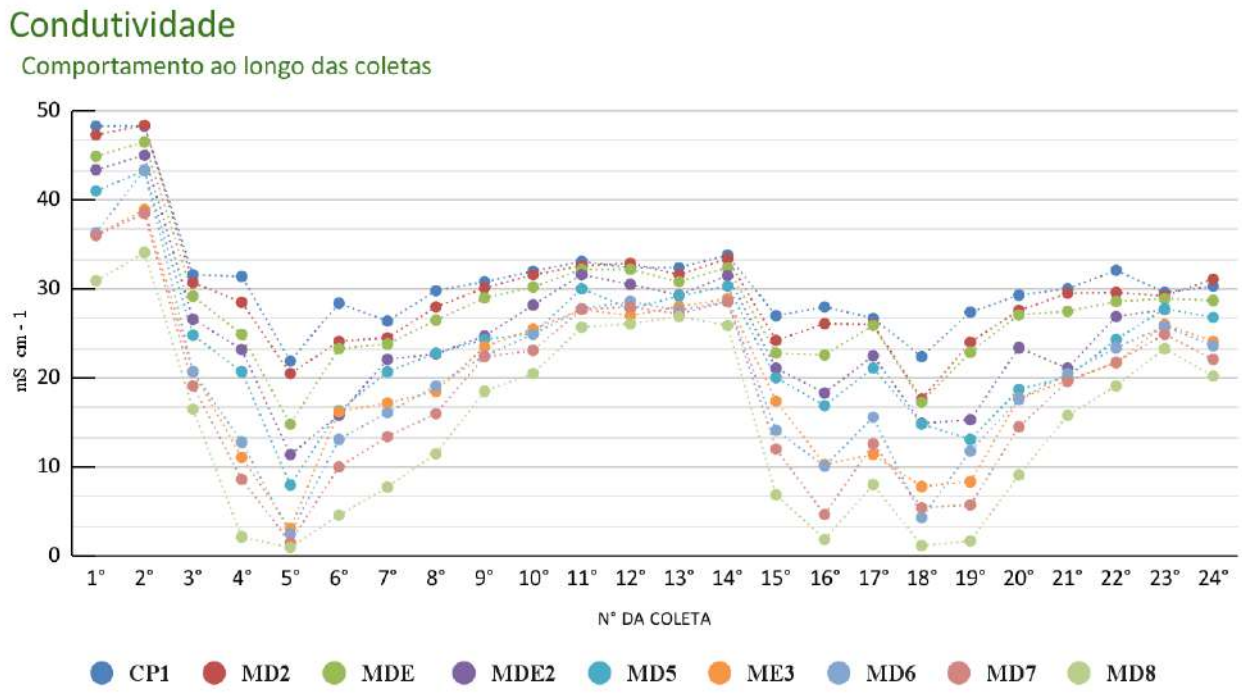
Os valores mínimos variaram de 6,00 no ponto MD8 (Porto Novo) a 6,71 no ponto MD5 (Gamboa de Marisqueira). Os valores médios variaram de 7,52 no ponto MDE (Curva) a 7,98 no ponto MD6 (Gamboa de Aritingui). E os valores máximos variaram de 9,41 no ponto MD6 (Gamboa de Aritingui) a 11,15 no ponto MD8 (Porto Novo). A média geral do pH da água resultou em 7,77.

Em estudo realizado por Projeto para Conservação e Uso Sustentável Efetivos de Ecossistemas Manguezais no Brasil (Projeto PNUD BRA/07/G32 em outubro de 2015), com os resultados registrados oscilando de 7,12 no ponto CP4 a máximo de 7,95 no MD1 próximo a foz, com a média geral de 7,46 na faixa alcalina.

5.1.3. Condutividade Elétrica

O comportamento da condutividade elétrica da água no estuário do rio Mamanguape ao longo do tempo pode ser visualizado na Figura 17. Observa-se que houve homogeneidade no comportamento da variável condutividade elétrica da água ao longo do tempo, sem exceções destoantes se destacando dos demais.

Figura 17: Comportamento da Condutividade Elétrica ao longo das coletas

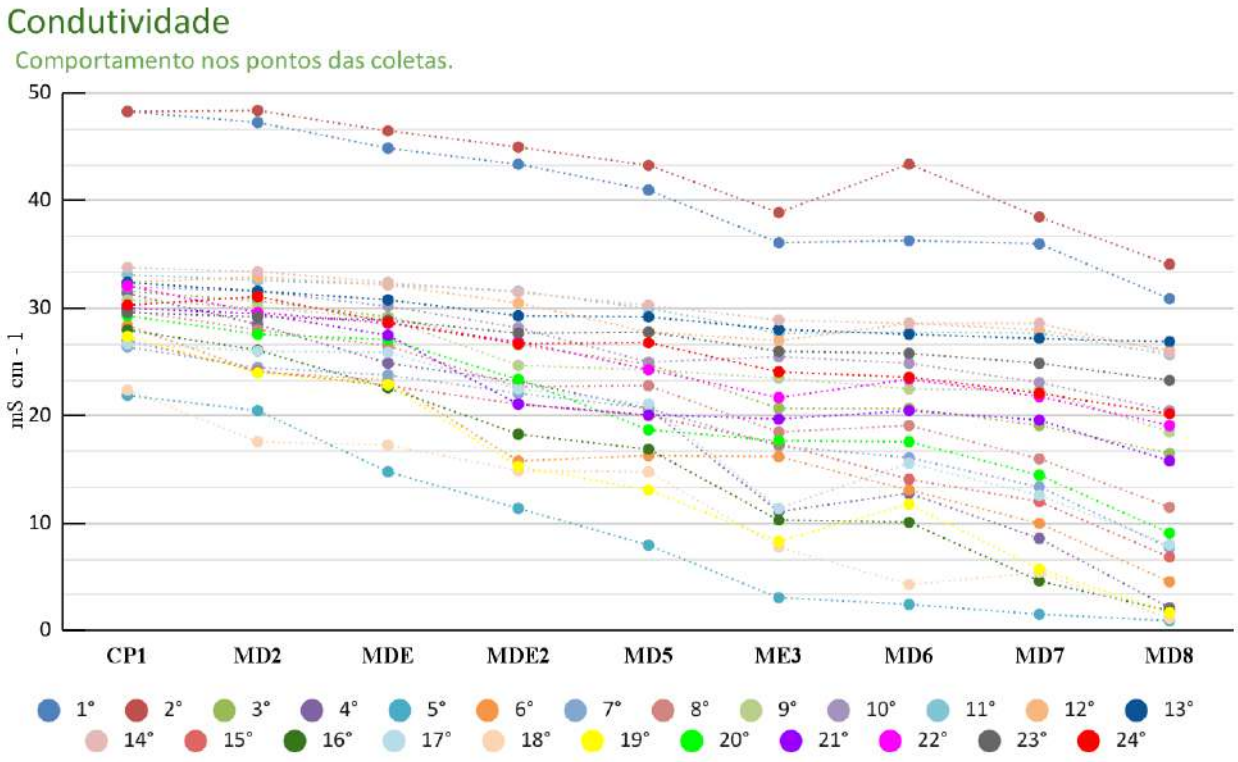


Fonte: Autora

Na Figura 18 apresenta-se o comportamento da condutividade elétrica da água referente aos pontos das coletas. Observa-se também certa homogeneidade dos pontos em comparação com os demais e o mesmo, além do padrão já esperado, em que haveria uma diminuição dos valores no interior do estuário, decorrente da baixa influência da salinidade.

Na Resolução CONAMA nº 357/2005, não há um valor máximo ou mínimo para a comparação com os valores obtidos para o parâmetro condutividade elétrica da água. Nesse sentido, não há como estabelecer se o Estuário do Rio Mamanguape está de acordo com os padrões estabelecidos sob o ponto de vista da condutividade elétrica da água.

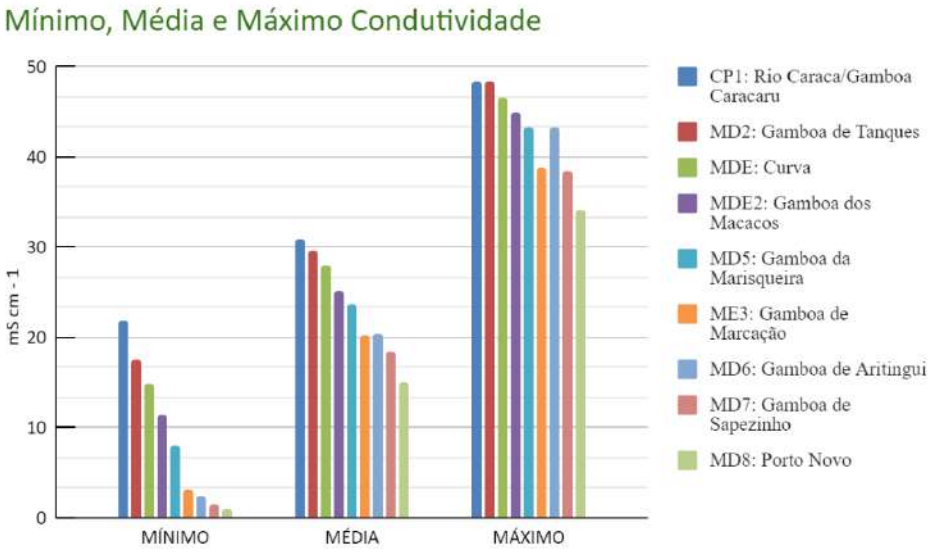
Figura 18: Comportamento da Condutividade Elétrica nos pontos das coletas



Fonte: Autora.

Os valores mínimos, médios e máximos da condutividade da água nos pontos das coletas estão apresentados na Figura 19.

Figura 19: Valores mínimo, médio e máximo da Condutividade Elétrica



Fonte: Autora

Os valores mínimos variaram de 0,96 mS cm-1 no ponto MD8 (Porto Novo) a 21,09 mS cm-1 no ponto CP1 (Rio Caraca/Gamboa Caracaru). Os valores médios variaram de 14,97 mS cm-1 no ponto MD8 (Porto Novo) a 30,98 mS cm-1 no ponto CP1 (Rio Caraca/Gamboa Caracaru). E os valores máximos variaram de 34,10 mS cm-1 no ponto MD8 (Porto Novo) a 48,40 mS cm-1 no ponto MD2 (Gamboa de Tanques). A média geral da condutividade elétrica da água resultou em 23,51 mS cm-1.

Em estudo realizado por Projeto para Conservação e Uso Sustentável Efetivos de Ecossistemas Manguezais no Brasil (Projeto PNUD BRA/07/G32 em outubro de 2015), apresentou tendência de acréscimo da seção superior do estuário até a sua foz, com os resultados variaram de 0,60 µS/cm no ponto C.P.4, onde não foi observado decorrência da maré salina, à 48,59 µS/cm no ponto M.D.1 localizado nas proximidades da foz. Os valores médios entre C.P.4 (Comunidade Veloso) e C.P.1 (Calha da Foz do Rio Mamanguape) foram de 34,99 µS/cm.

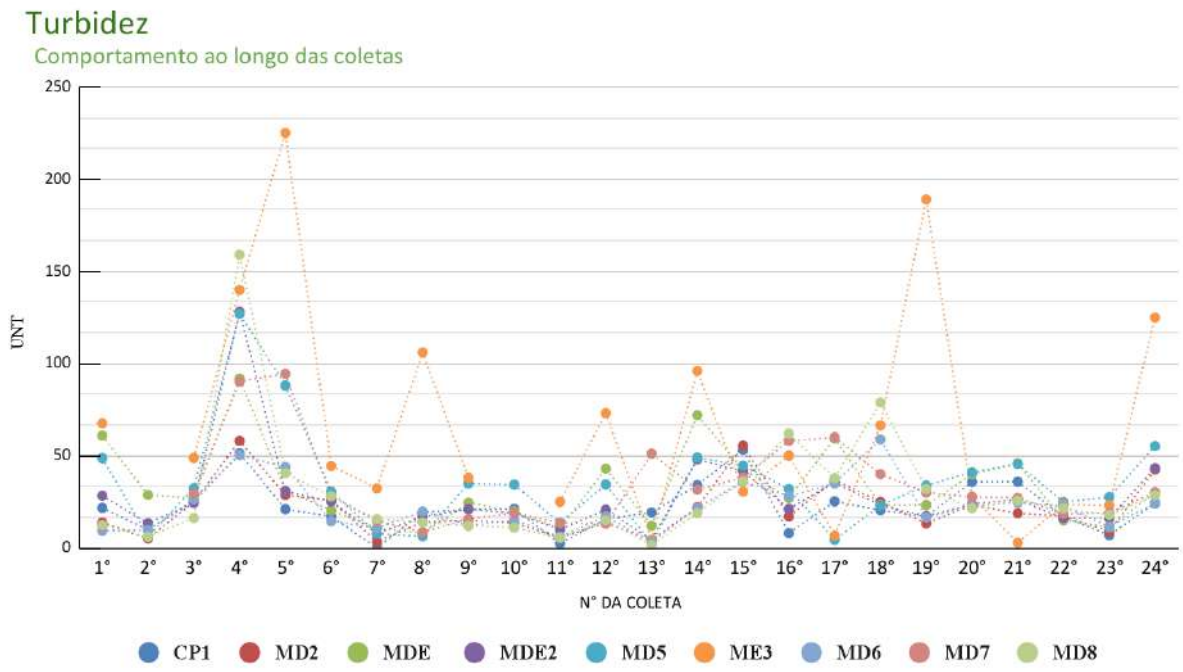
Outro resultado médio de condutividade para o mesmo estuário foram publicados pela SUDEMA entre 2008 e 2012, registrando médias de 0,73 µS/cm no ponto MM01 a montante de C.P.4, de 0,88 µS/cm no MM02 (próximo ao C.P.4) e de

47,13 mS/cm no MM03 (próximo ao M.D.1) na foz, não havendo variações significativas no período (SUDEMA, 2008/2012 apud SANTOS, 2015).

5.1.4. Turbidez

Na Resolução CONAMA nº 357/2005 o valor estabelecido para a turbidez, nas Águas Doces de Classe 3, é de até 100 UNT; já para as Águas Salobras de Classe 1, não há um valor máximo ou mínimo, nesse caso a turbidez deve ser virtualmente ausente. O comportamento da turbidez da água no estuário do rio Mamanguape ao longo do tempo pode ser visualizado na Figura 20. Observa-se que houve uma certa homogeneidade no comportamento da variável turbidez da água ao longo do tempo, com exceções dos pontos MDE2 (Gamboa Tanques, em roxo), MD5 (Gamboa da Marisqueira, em azul), ME3 (Gamboa de Marcação, em laranja) e MD8 (Porto Novo, em verde claro), que apresentaram valores maiores em algumas coletas, se destacando dos demais com poucos valores acima de 100 UNT.

Figura 20: Comportamento da Turbidez ao longo das coletas.

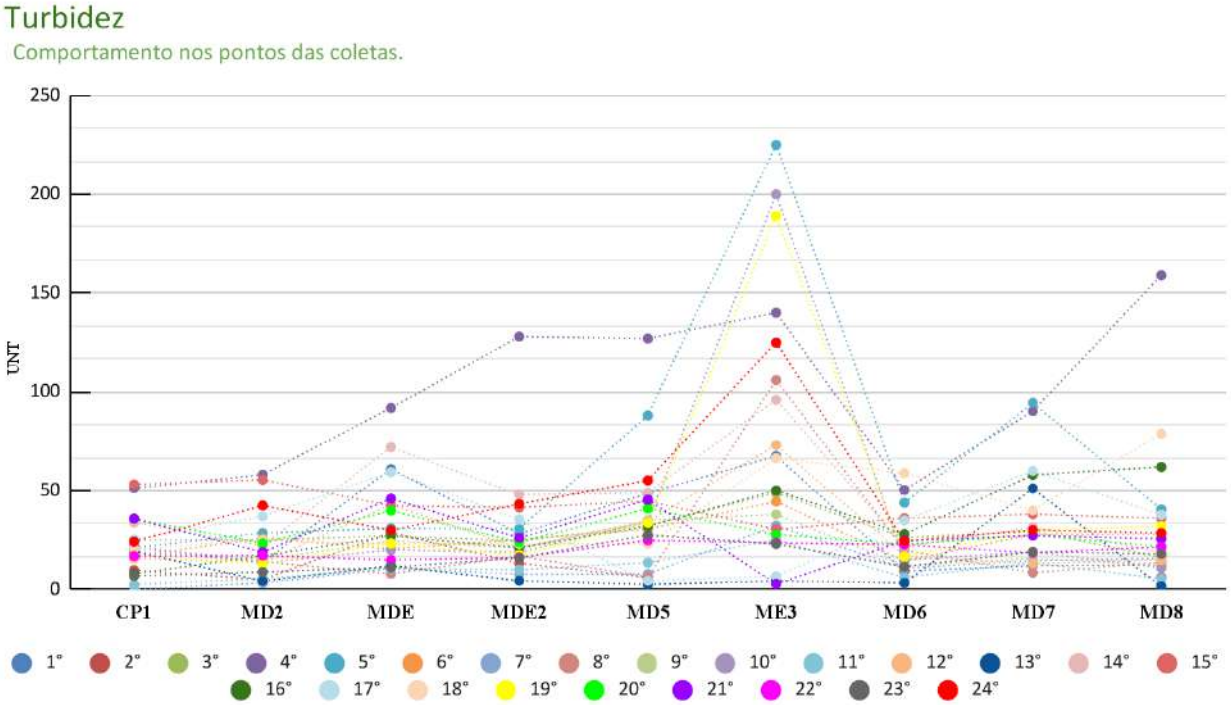


Fonte: Autora

Na Figura 21 apresenta-se o comportamento da turbidez referente aos pontos das coletas. Observa-se também certa homogeneidade dos pontos em comparação com os demais e o mesmo, com exceção novamente do ponto de coleta ME3

(Gamboa de Marcação), em que houve aumentos em diversas coletas. E a coleta 4° com valores acima de 100 UNT em mais de um ponto de coleta.

Figura 21: Comportamento da Turbidez nos pontos das coletas



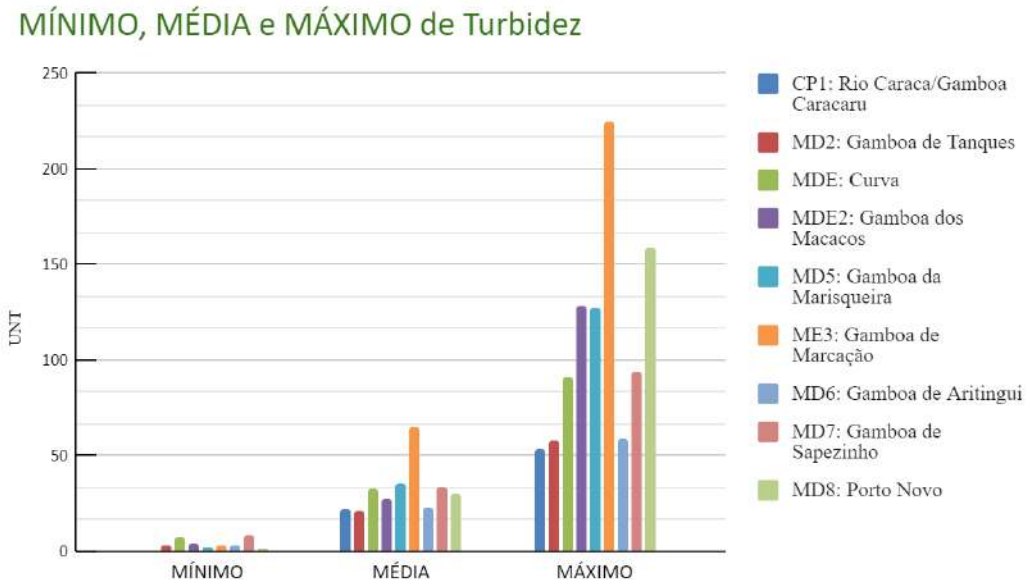
Fonte: Autora.

Em comparação com os valores estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005, aos obtidos para o parâmetro turbidez da água, observava-se a não conformidade para as Águas Doces de Classe 3 em 4% das amostras (pontos MDE2 (Gamboa dos Macacos), MD5 (Gamboa da Marisqueira), ME3 (Gamboa de Marcação) e MD8 (Porto Novo)). Nas coletas, se destacam com a não conformidade as coletas 4°, 5°, 8°, 10°, 19° e 24°; e para Água Salobra de Classe 1 (virtualmente ausente), existiu conformidade em todos os nove pontos (CP1 a MD8).

Nesse sentido, pode estabelecer que o estuário rio Mamanguape está de acordo com os padrões estabelecidos sob o parâmetro da turbidez da água, para água doce de Classe 3 (até 100 UNT), com exceção do ponto de coleta ME3 (Gamboa de Marcação) com valores do estabelecido em diversas coletas; e de acordo com o estabelecido para salobra de Classe 1 (virtualmente ausente), pela Resolução CONAMA 357/05.

Os valores mínimos, médios e máximos da turbidez da água nos pontos das coletas estão apresentados na Figura 22.

Figura 22: Valores mínimo, médio e máximo da Turbidez



Fonte: Autora.

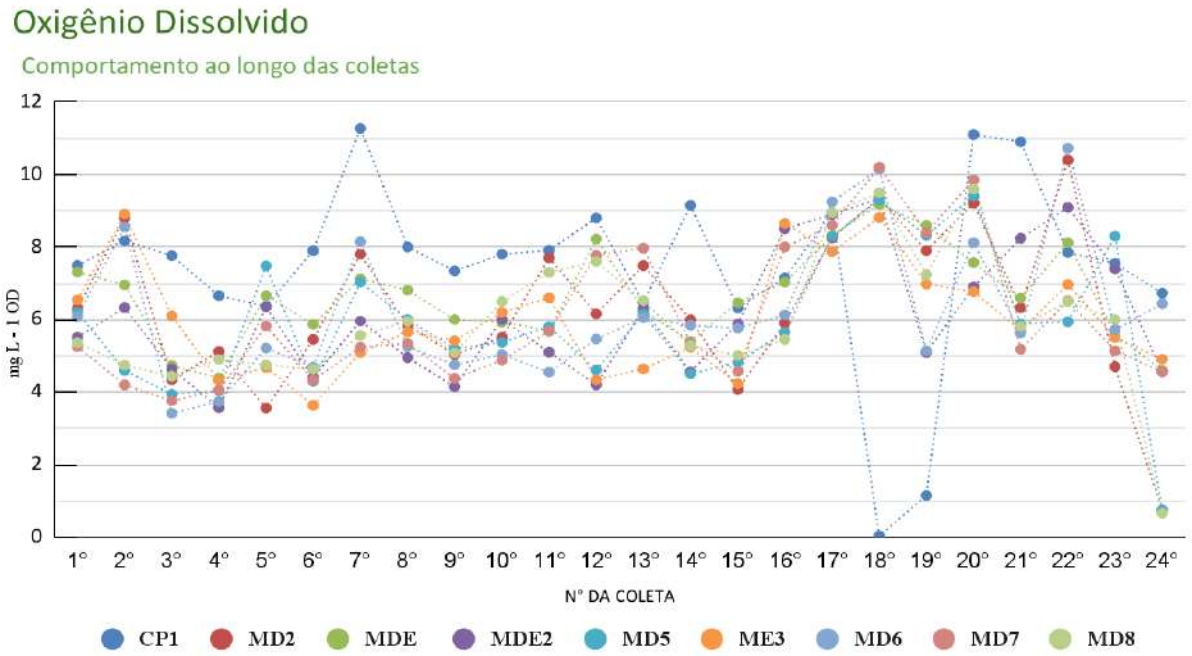
Os valores mínimos variaram de 8,50 UNT no ponto MD7 (Gamboa de Sapezinho) a 1,60 UNT no ponto MD8 (Porto Novo). Os valores médios variaram de 21,08 UNT no ponto MD2 (Gamboa de Tanques) a 65,70 UNT no ponto ME3 (Gamboa de Marcação). E os valores máximos variaram de 53,20 UNT no ponto CP1 (Rio Caraca/Gamboa Caracaru) a 225,00 UNT no ponto ME3 (Gamboa de Marcação). A média geral da turbidez da água resultou em 36,66 UNT.

Em estudo realizado por Projeto para Conservação e Uso Sustentável Efetivos de Ecossistemas Manguezais no Brasil (Projeto PNUD BRA/07/G32 em outubro de 2015), apresentou variação de 2,43 UNT no ponto M.E.4 conhecido como três rios à 14,0 UNT em ME3 (Gamboa de Marcação), com média de 5,31 UNT para todos os pontos. Observa-se dois padrões distintos para o estuário, teores médios de 3,33 UNT para a porção do alto curso (CP4 a MD6 - Gamboa Aritingui) e teores médios mais elevados (8,02 UNT) para porção do baixo e médio curso, localizadas entre ME3 e a foz. E o ponto C.P.4, único que se enquadra como água doce pela Classificação do CONAMA, apresentou teores (6,64 UNT) em acordo ao recomendado para águas de Classe 3 (≤100 UNT).

5.1.5. Oxigênio Dissolvido

O valor mínimo estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/2005, para o oxigênio dissolvido nas Águas Doces de Classe 3, é que em qualquer amostra, não seja inferior a 4 mg/L O2; e para as Águas Salobras de Classe 1, é que em qualquer amostra, não seja inferior a 5 mg/L O2. O comportamento do oxigênio dissolvido da água no estuário do rio Mamanguape ao longo do tempo pode ser visualizado na Figura 23. Observa-se que houve uma certa homogeneidade no comportamento da variável oxigênio dissolvido da água ao longo do tempo, com exceção dos pontos CP1 (Rio Caraca/Gamboa Caracaru, em azul escuro), MD2 (Gamboa de Tanque, em vermelho), MD5 (Gamboa de Marisqueira, azul médio) e MD8 (Porto Novo, verde claro), que apresentaram valores abaixo de 2 mg/L em algumas coletas, se destacando dos demais.

Figura 23: Comportamento do Oxigênio Dissolvido ao longo das coletas

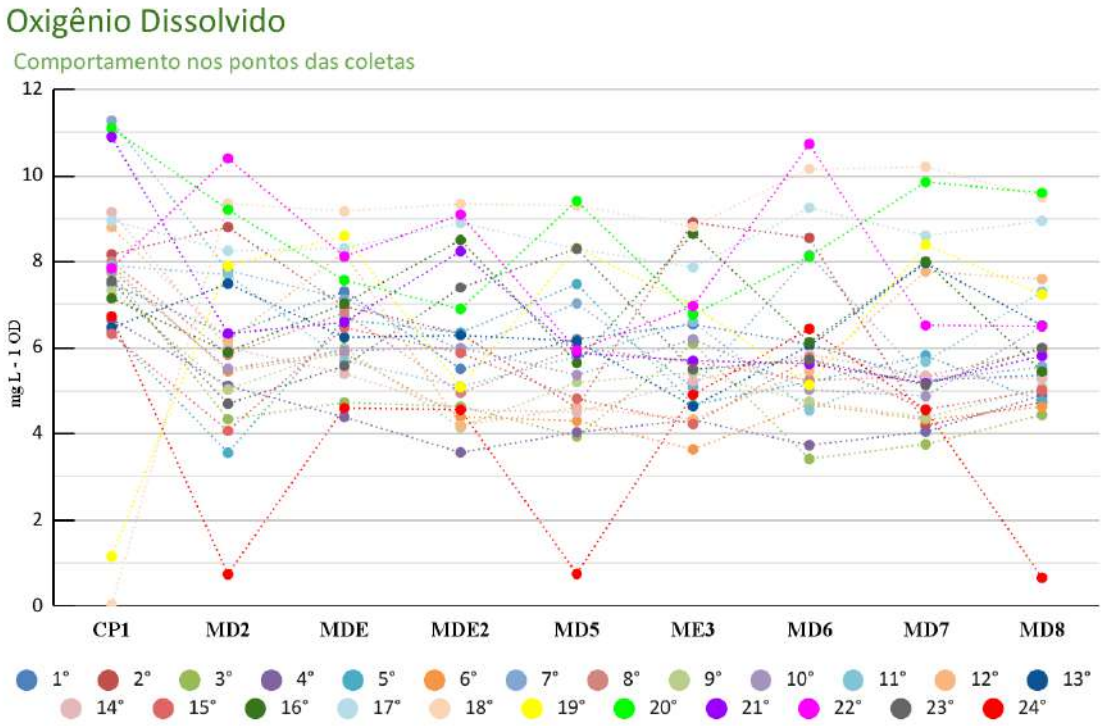


Fonte: Autora

Na Figura 24 apresenta-se o comportamento do oxigênio dissolvido referente aos pontos das coletas. Observa-se também certa homogeneidade dos pontos em comparação com os demais e o mesmo, mas a coleta 24° (em vermelho) se destaca, já que houveram valores baixos em três pontos de coleta.

Figura 24: Comportamento do Oxigênio Dissolvido nos pontos das coletas

Fonte: Autora.

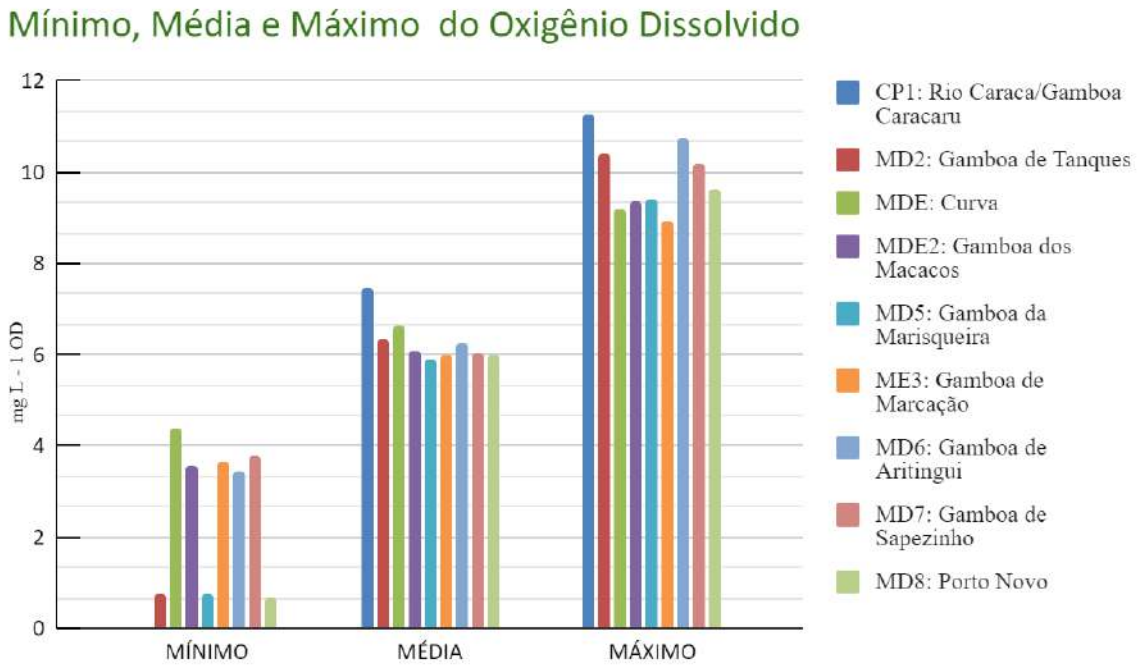


Em comparação com os valores estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005, aos obtidos para o parâmetro oxigênio dissolvido da água, observa-se a não conformidade para as Águas Doces de Classe 3 (≥ 4 mg/L O2) em 3% das amostras, nos pontos CP1 (Rio Caraca/Gamboa Caracaru), MD2 (Gamboa de Tanques), MDE2 (Gamboa dos Macacos) e MD5 (Gamboa da Marisqueira) a MD8 (Porto Novo), nas coletas 3° a 6°, 18°, 19° e 24°; e para Água Salobra de Classe 1 (≥ 5 mg/L O2), em todos os nove pontos (CP1 a MD8), nas coletas 3° a 6°, 8° a 15°, 18°, 19°, 23° e 24°.

Nesse sentido, pode estabelecer que o estuário rio Mamanguape, está em desconformidade com os padrões estabelecidos sob o parâmetro do oxigênio dissolvido da água, pela Resolução CONAMA 357/05 para água doce de Classe 3 (≥4,0 mg/L) ou salobra de Classe 1 (≥5,0 mg/L)

Os valores mínimos, médios e máximos do oxigênio da água nos pontos das coletas estão apresentados na Figura 25.

Figura 25: Valores mínimo, médio e máximo do Oxigênio Dissolvido



Fonte: Autora

Os valores mínimos variaram de 0,66 mg L-1 OD no ponto MD8 (Porto Novo) a 4,39 mg L-1 OD no ponto MDE (Curva). Os valores médios variaram de 5,91 mg L-1 OD no ponto MD5 (Gamboa de Marisqueira) a 7,45 mg L-1 OD no ponto CP1 (Rio Caraca/Gamboa Caracaru). E os valores máximos variaram de 8,91 mg L-1 OD no ponto ME3 (Gamboa de Marcação) a 11,27 mg L-1 OD no ponto CP1 (Rio Caraca/Gamboa Caracaru). A média geral do oxigênio dissolvido da água resultou em 6,30 mg L-1 OD.

Em estudo realizado por Projeto para Conservação e Uso Sustentável Efetivos de Ecossistemas Manguezais no Brasil (Projeto PNUD BRA/07/G32 em outubro de 2015), apresentou que em 35% dos pontos teores ≤ 3,0 mg/L, em 60% dos pontos ≥ 3,0 e ≤ 5,0 mg/L e em apenas 5% dos pontos ≥5,0 mg/L. Com os menores teores registrado no ponto C.P.4 (1,93 mg/L), que sofre mais influência de águas de origem continental, bem como entre os pontos M.D.8 (2,67 mg/L) e M.D.7 (2,31 mg/l), e os teores mais elevados registrados na zona estuarina inferior, onde as águas marinhas são mais saturadas, registrando-se valor máximo de 4,83 mg/L em M.D.1 no rio Mamanguape e de 5,41 mg/L na Foz do rio Camurupim. Considerando o conjunto de

todos os pontos avaliados, os teores médios do OD foram de 3,31 mg/L, inferiores ao recomendado pela Resolução CONAMA nº. 357/2005.

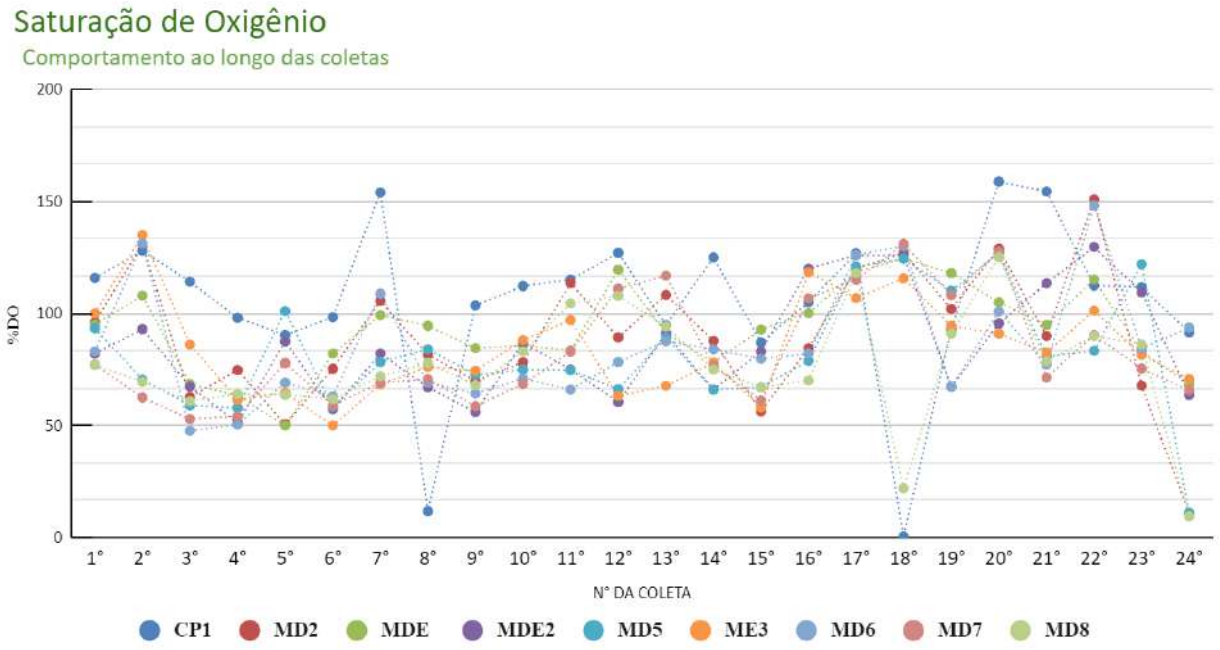
5.1.6 Saturação de Oxigênio

Na Resolução CONAMA nº 357/2005 não há um valor máximo ou mínimo para a comparação com os valores obtidos para o parâmetro saturação de oxigênio da água. Nesse sentido, não há como estabelecer se o estuário do rio Mamanguape está de acordo com os padrões estabelecidos sob o ponto de vista da saturação de oxigênio da água para as Águas Doces de Classe 3 e para as Águas Salobras de Classe 1.

O comportamento da saturação de oxigênio da água no estuário do rio Mamanguape ao longo do tempo pode ser visualizado na Figura 26. Observa-se que houve uma certa homogeneidade no comportamento da variável saturação de oxigênio da água ao longo do tempo, com exceção do ponto CP1 (Rio Caraca/Gamboa Caracaru, em azul escuro), que apresentou valores destoantes em algumas coletas, se destacando dos demais; e o ponto MD8 (Porto Novo, em verde claro) com dois valores abaixo de 25%.

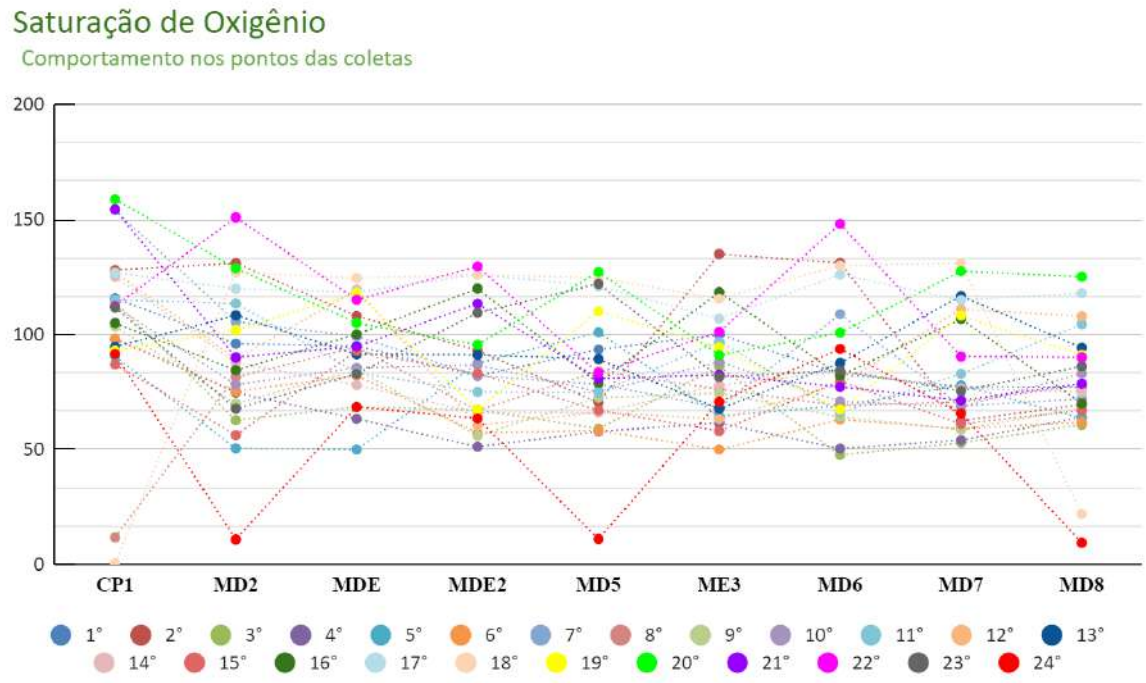
Na Figura 27 apresenta-se o comportamento da saturação de oxigênio referente aos pontos das coletas. Observa-se também certa homogeneidade dos pontos em comparação com os demais e o mesmo. Apenas destaca-se a coleta 24° (em vermelho), em que houveram valores abaixo de 25% em três pontos de coleta.

Figura 26: Comportamento da Saturação de Oxigênio ao longo das coletas.



Fonte: Autora

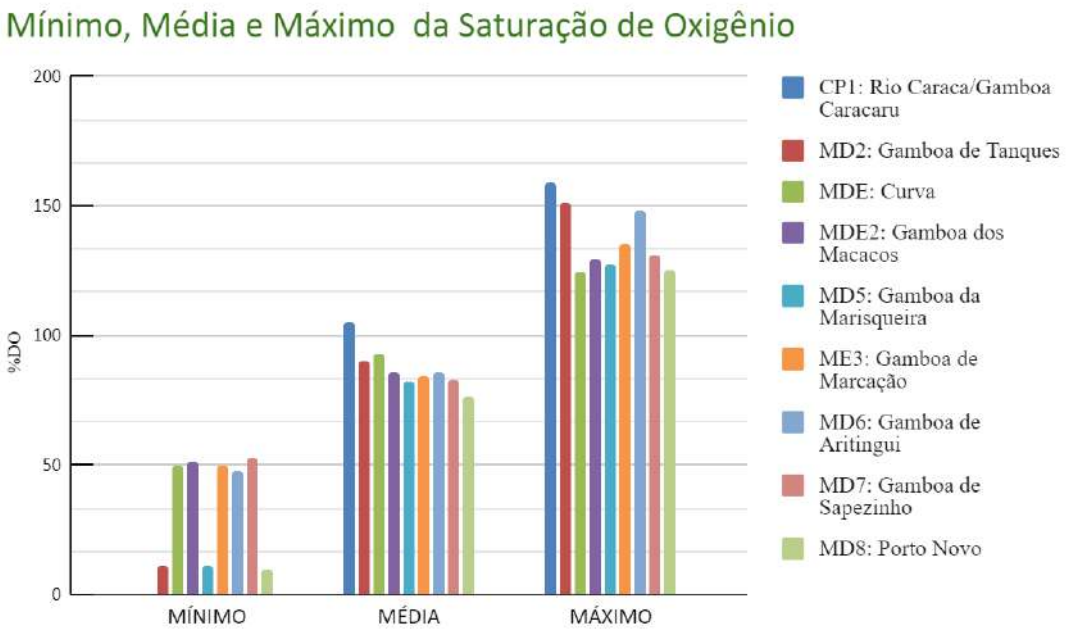
Figura 27: Comportamento da Saturação de Oxigênio nos pontos das coletas.



Fonte: Autora.

Os valores mínimos, médios e máximos da saturação de oxigênio da água nos pontos das coletas estão apresentados na Figura 28.

Figura 28: Valores mínimo, médio e máximo da Saturação de Oxigênio



Fonte: Autora

Os valores mínimos variaram de 0,50% no ponto CP1 (Rio Caraca/Gamboa Caracaru) a 52,90% no ponto MD7 (Gamboa de Sapezinho). Os valores médios variaram de 76,53% no ponto MD8 (Porto Novo) a 105,38% no ponto CP1 (Rio Caraca/Gamboa Caracaru). E os valores máximos variaram de 124,50% no ponto MDE (Curva) a 158,80% no ponto CP1 (Rio Caraca/Gamboa Caracaru). A média geral da saturação de oxigênio da água resultou em 87,33 %.

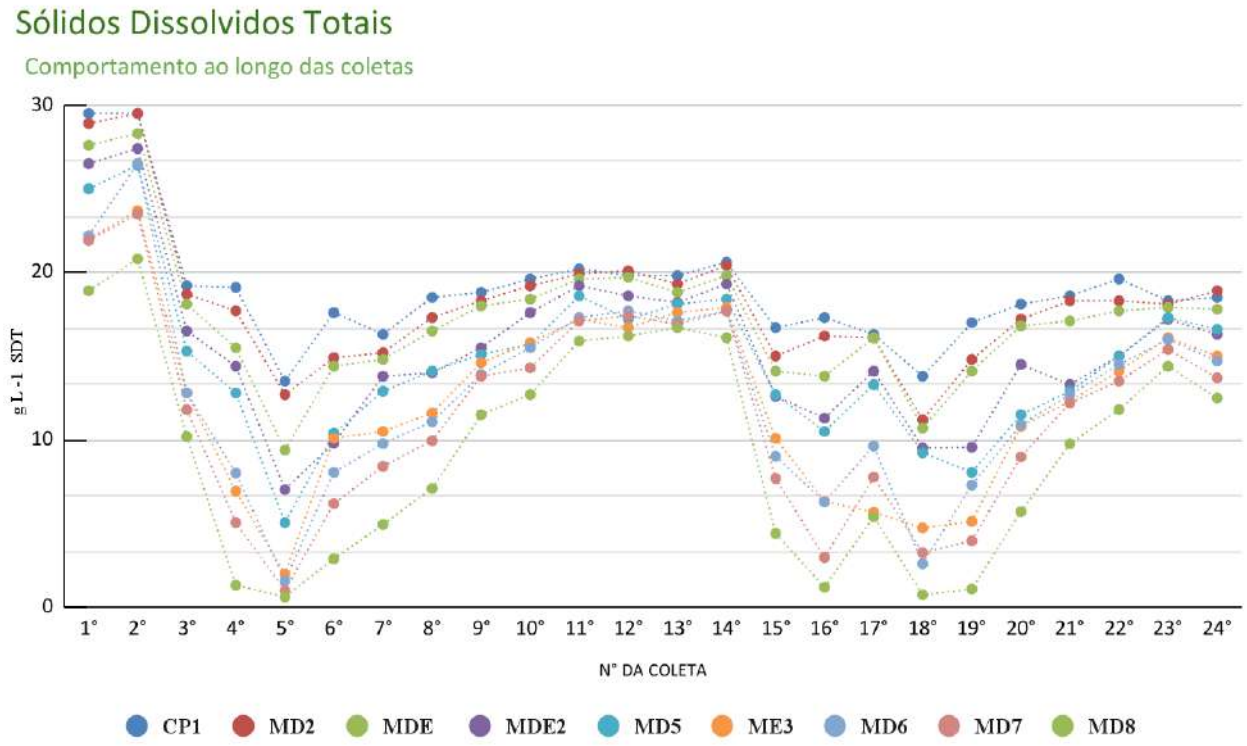
Em estudo realizado por Projeto para Conservação e Uso Sustentável Efetivos de Ecossistemas Manguezais no Brasil (Projeto PNUD BRA/07/G32 em outubro de 2015), apresentou que entre os pontos M.D.8 (2,67 mg/L OD) e M.D.7 (2,31 mg/l OD), representando respectivamente uma saturação de 22,60 %, 41,60% e 40,40 %. E para o que registrando-se o valor máximo de 4,83 mg/L OD em M.D.1 no rio Mamanguape e de 5,41 mg/L na Foz do rio Camurupim, representando saturações de respectivamente 80,20 % e 81,80 %.

5.1.7. Sólidos Dissolvidos Totais

O valor mínimo e máximo estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/2005, para os sólidos dissolvidos totais nas Águas Doces de Classe 3 é de ≤ 500,00 mg/L; já para as Águas Salobras de Classe 1, não há um valor máximo ou mínimo para a comparação com os valores obtidos, pois conforme a classe/diretriz/requisito os sólidos dissolvidos totais (resíduos sólidos objetáveis) devem ser virtualmente ausentes.

O comportamento dos sólidos dissolvidos totais da água no estuário do rio Mamanguape ao longo do tempo pode ser visualizado na Figura 29. Observa-se que houve uma certa homogeneidade no comportamento da variável sólidos dissolvidos totais da água ao longo do tempo, com níveis altos ou mais baixos, provavelmente causados decorrentes das ações da maré e das chuvas.

Figura 29: Comportamento de Sólidos Dissolvidos Totais ao longo das coletas.

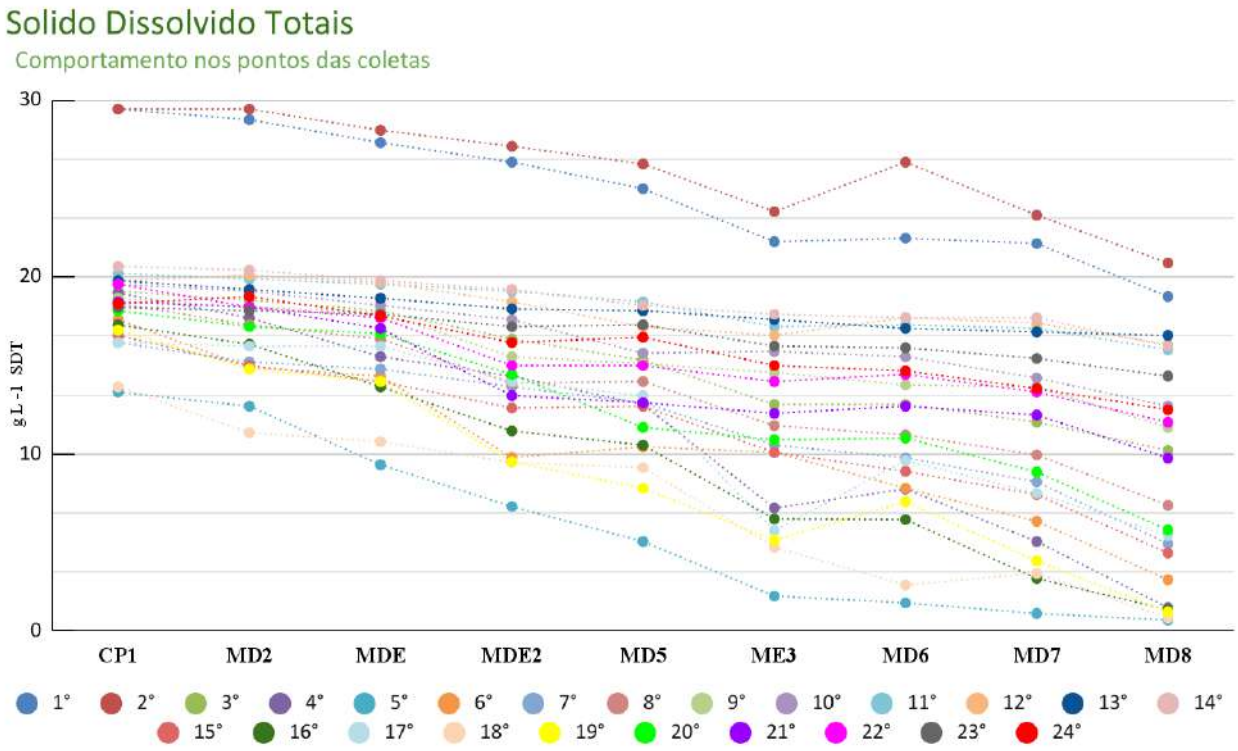


Fonte: Autora

Na Figura 30 apresenta-se o comportamento dos sólidos dissolvidos totais referentes aos pontos das coletas. Observa-se também certa homogeneidade dos

pontos em comparação com os demais e o mesmo, exceto pelas coletas 1° e 2° que se destacam, além da diminuição dos valores à medida que entramos no continente.

Figura 30: Comportamento de Sólidos Dissolvidos Totais nos pontos das coletas.



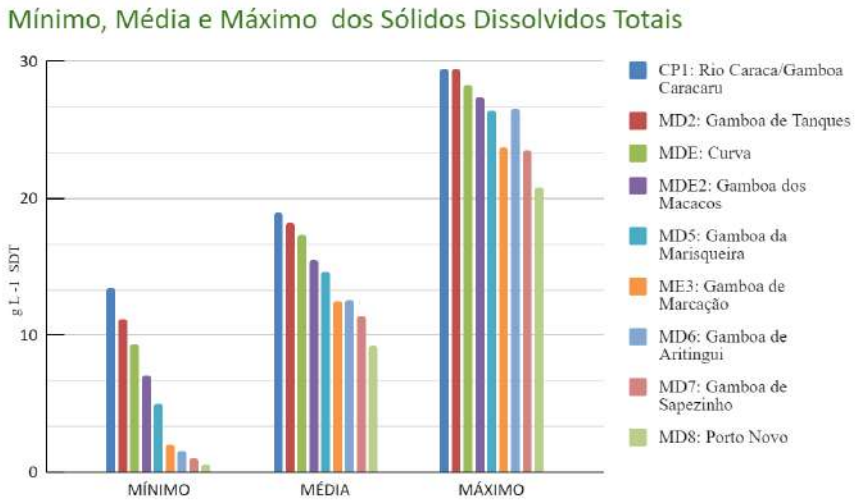
Fonte: Autora.

Em comparação com os valores estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005, aos obtidos para o parâmetro oxigênio dissolvido da água, observava-se a não conformidade para as Águas Doces de Classe 3 (≥ 500,00 mg/l), em todos os nove pontos (CP1 a MD8) que resultaram em valores maiores que o estabelecido; e para Água Salobra de Classe 1 (virtualmente ausente), a conformidade em todos os nove pontos (CP1 a MD8).

Nesse sentido, pode estabelecer que o estuário rio Mamanguape está de acordo com os padrões estabelecidos sob o parâmetro de sólidos dissolvidos totais da água, pela Resolução CONAMA 357/05 para salobra de Classe 1 (virtualmente ausente), mas não está de acordo para água doce de Classe 3 (≥ 500,00 mg/l), pela Resolução CONAMA 357/05.

Os valores mínimos, médios e máximos de sólidos dissolvidos totais da água nos pontos das coletas estão apresentados na Figura 31.

Figura 31: Valores mínimo, médio e máximo de Sólidos Dissolvidos Totais



Fonte: Autora

Os valores mínimos variaram de 0,61 g L-1 no ponto MD8 (Porto Novo) a 13,50 g L-1 no ponto CP1 (Rio Caraca/Gamboa Caracaru). Os valores médios variaram de 9,28 g L-1 no ponto MD8 (Porto Novo) a 19,01 g L-1 no ponto CP1 (Rio Caraca/Gamboa Caracaru). E os valores máximos variaram de 20,80 g L-1 no ponto MD8 (Porto Novo) a 29,50 g L-1 nos pontos CP1 (Rio Caraca/Gamboa Caracaru) e MD2 (Gamboa de Tanques). A média geral dos SDT da água resultou em 14,49 g L-1.

Em estudo realizado por Projeto para Conservação e Uso Sustentável Efetivos de Ecossistemas Manguezais no Brasil (Projeto PNUD BRA/07/G32 em outubro de 2015), os teores médios no estuário do rio Mamanguape foram de 22.845,0 mg/L, cuja tendência de acréscimo ao longo do seu curso. Os menores teores foram encontrados no ponto C.P.4 (416,5 mg/L) e na foz do Rio Camurupim (14.360,0 mg/L), enquanto os maiores valores (31.831,5 mg/L) foram encontrados na M.D.1.

Outro estudo apresentado pela SUDEMA entre 2008 e 2012 para Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), registraram teor médio de 554,04 mg/L no ponto MM01 à montante de C.P.4, de 715,6 mg/L no MM02 (próximo ao C.P.4) e de 35.060,00 mg/L no MM03 (próximo 22 ao M.D.1) na foz, os quais estiveram acima do recomendado pelo CONAMA nº. 357/2005 (≤500,00 mg/L) para água doce Classe 3 (SUDEMA, 2008/2012 apud SANTOS, 2015).

5.1.8. Salinidade

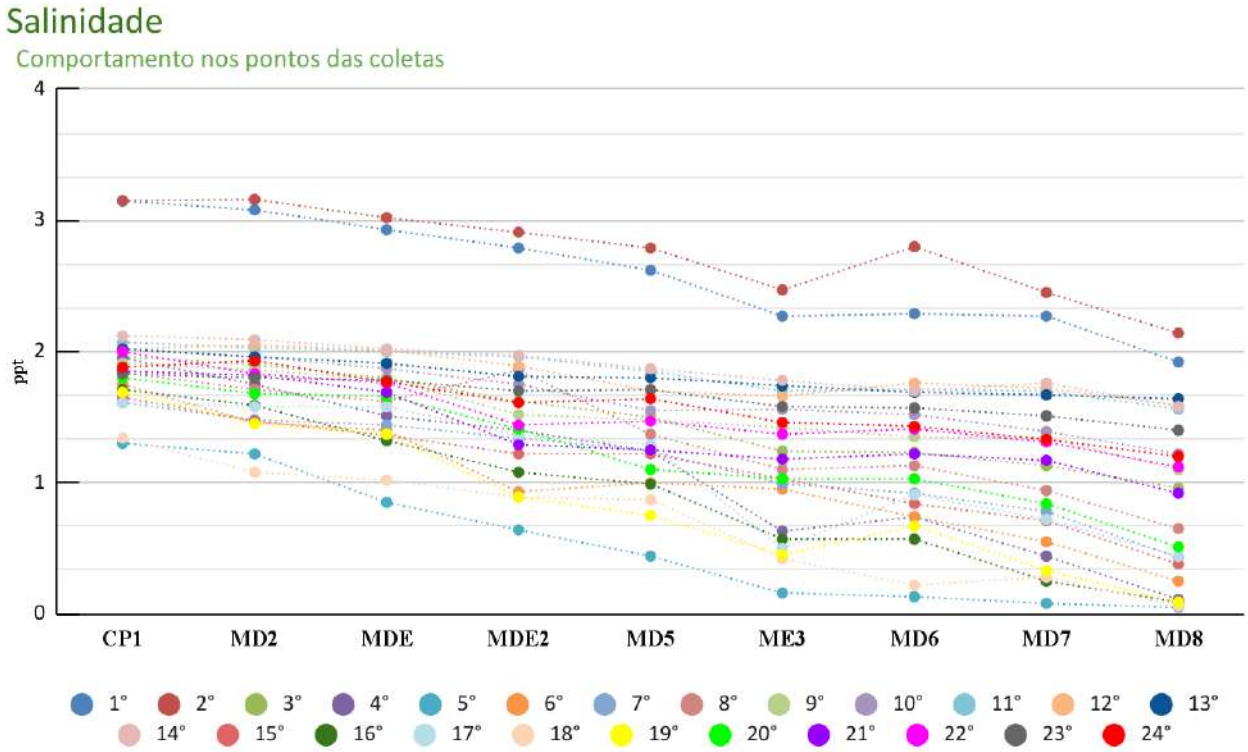
O valor mínimo e máximo estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/2005, para a salinidade nas Águas Doces de Classe 3, é de até 0,5‰ ; e para as Águas Salobras de Classe 1, é maior que 0,5 ‰ a 30‰. O comportamento da salinidade da água no estuário do rio Mamanguape ao longo do tempo pode ser visualizado na Figura 32. Observa-se que houve uma certa homogeneidade no comportamento da variável salinidade da água ao longo do tempo, com níveis altos ou mais baixos, decorrentes das ações da maré e das chuvas.

Figura 32: Comportamento da Salinidade ao longo das coletas.

Fonte: Autora

Na Figura 33 apresenta-se o comportamento da salinidade referente aos pontos das coletas. Observa-se também certa homogeneidade dos pontos em comparação com os demais, e a tendência de os valores diminuírem, à medida que entramos no continente.

Figura 33: Comportamento da salinidade nos pontos das coletas.



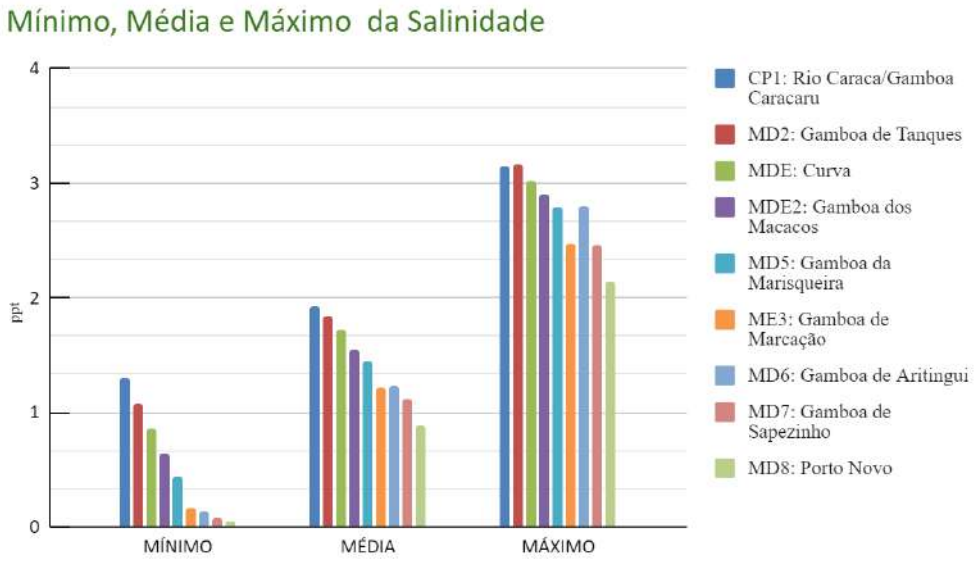
Fonte: Autora.

Em comparação com os valores estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005, aos obtidos para o parâmetro salinidade da água, observava-se a não conformidade para as Águas Doces de Classe 3 (≤ 0,5%), em todos os nove pontos (CP1 a MD8) que resultaram em valores maiores que o estabelecido; e para Água Salina de Classe 1 (0,5% a 30%), a conformidade em todos os nove pontos (CP1 a MD8).

Nesse sentido, pode-se estabelecer que o estuário rio Mamanguape está de acordo com os padrões estabelecidos sob o parâmetro da salinidade da água, pela Resolução CONAMA 357/05 para salobra de Classe 1 (0,5% a 30%), mas não está de acordo para água doce de Classe 3 (≤ 0,5%).

Os valores mínimos, médios e máximos da salinidade da água nos pontos das coletas estão apresentados na Figura 34.

Figura 34: Valores mínimo, médio e máximo da Salinidade



Fonte: Autora

os valores mínimos variaram de 0,05 ppt no ponto MD8 (porto novo) a 1,30 ppt no ponto CP1 (rio caraca/gamboa caracaru). os valores médios variaram de 0,89 ppt no ponto MD8 (porto novo) a 1,93 ppt no ponto CP1 (rio caraca/gamboa caracaru). E os valores máximos variaram de 2,14 ppt no ponto MD8 (porto novo) a 3,16 ppt no ponto MD2 (gamboa de tanques). a média geral da temperatura da água resultou em 1,44 ppt.

Em estudo realizado por Projeto para Conservação e Uso Sustentável Efetivos de Ecossistemas Manguezais no Brasil (Projeto PNUD BRA/07/G32 em outubro de 2015), apresentou que no estuário do rio Mamanguape, foi registrado salinidade média de 22,14 (faixa polihalina) e dois padrões de distribuição, inferiores no alto curso entre C.P4 e M.E.3 (17,0) e mais elevados do médio ao baixo curso entre CP2 e CP1 (27,28), e variação espacial com acréscimo em direção à foz, com teores de 0,29 (CP4) a 31,37 (CP1). Na foz do rio Camurupim a salinidade foi de 13,22, o que demonstra uma maior influência da água doce quando comparado a foz do rio Mamanguape (31,37).

Pires & Advogados (2004) apud ICMbio (2014), encontraram salinidades entre 21,24 e 32,29 para o mesmo estuário, enquanto Soares (2012) registou variações entre 15 e 30 com médias mais elevadas (26,03) no período pós-chuva (verão). Dados

publicados entre 2008 e 2011 pela SUDEMA para estação de monitoramento próximo ao ponto CP4, reportaram salinidade média de 0,05, inferior ao encontrado no presente diagnóstico (0,29) (SUDEMA, 2008; 2012 apud SANTOS, 2015).

5.2. ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA O CONTROLE DA POLUIÇÃO DAS ÁGUAS

Observando os resultados das análises, pode-se concluir que a qualidade da água no estuário do rio Mamanguape, em seu encontro com a Gamboa de Marcação (ME3) encontrava-se mais afetado pelas ações antrópicas, se destacando no parâmetro de temperatura, indicando elevadas reações químicas presentes em meio aquático; e no parâmetro da turbidez com valores acima do recomendado para o enquadramento vigente.

Além do elevado número de coliformes termotolerantes [*Escherichia coli*], de 86,7% do total das amostras, se enquadram como imprópria para os fins que de água salobra classe 1 destina-se, apresentado no trabalho “Análise do monitoramento da qualidade microbiológica da água do estuário da barra do rio Mamanguape-PB”, quantificados pelas análises de água realizadas nos tubos múltiplos, que também analisou o cultivo das ostras no local, indicando que a Gamboa de Marcação (ME3) recebe uma alta carga de efluentes líquidos contaminados por esgotamento sanitário (SANTOS, 2020). Isto provavelmente é provocado pela baixa taxa de saneamento, com apenas 0,1% das residências sendo atendidas com rede de esgoto no município de Marcação (IBGE, 2010), que está localizado a apenas 2,7 km do ponto ME3.

Ressalta-se a necessidade de um monitoramento contínuo de suas águas em períodos sazonais, para evitar alterações ambientais significativas, bem como investimento em saneamento básico no município de Marcação (área urbana, áreas rurais e aldeias indígenas) e outras localidades circunvizinhas.

5.3. PROPOSIÇÃO DE INDICATIVOS PARA A REVISÃO DO ENQUADRAMENTO DO ESTUÁRIO DA BARRA DO RIO MAMANGUAPE

A necessidade de uma reclassificação para o rio Mamanguape, se torna visível com as análises deste trabalho, considerando que o seu enquadramento está como água doce na Diretriz 206, regulamentado pela Diretriz 201 do COPAM, ambas

aprovadas no dia 23 de março de 1988, ou seja, há 33 anos, não dando importância aos outros usos existentes e preponderantes recentes ou as Leis e Resolução mais atuais, como por exemplo a Resolução CONAMA nº. 357/2005.

Segundo a Lei Federal 9.433/97, cabe aos Comitês de Bacias Hidrográficas a análise das propostas de enquadramento encaminhadas pelas agências de água. Nesse sentido, é necessário também rever o enquadramento do rio em função da existência do Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte (CBH-Litoral Norte), criado em 2006, a quem compete a aprovação do enquadramento dos corpos hídricos das bacias hidrográficas dos rios Miriri, Mamanguape e Camaratuba.

Além disso, como visto, o parâmetro do teor de salinidade da água no estuário do rio Mamanguape, não está conforme água doce, dado também citado por Harkot e Kohler (1990), relatando que a amplitude da pluma salina no interior do estuário, chega até a altura da cidade de Rio Tinto, localizada a 24 km da desembocadura.

Deste modo, deveriam ser realizadas análises da água, para o monitoramento do enquadramento dos corpos hídricos, por parceria dos órgãos da Agência Executiva de Gestão das Águas (AESA) e da Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA), para manter o enquadramento condizente com o corpo hídrico, seus aspectos e usos preponderantes.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O monitoramento da qualidade das águas do estuário da barra do rio Mamanguape, pelas análises físico-químicas com a utilização da sonda multiparâmetro da marca HORIBA, SÉRIE U-50, mostrou-se eficiente e prático nas coletas, possibilitando uma rápida geração dos dados utilizados, para a comparação com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005 aos parâmetros relacionados à qualidade da água. Mas para os paramentos de turbidez, oxigênio dissolvido e saturação de oxigênio dissolvido, pode ter ocorrido erro nos sensores, pela falta de calibração periódica.

No entanto, ao avaliar os resultados, o rio Mamanguape está fora dos padrões estabelecidos para alguns parâmetros físico-químicos da Resolução CONAMA n°357/2005 e a área prioritária (ponto ME3), que se destaca sendo o mais afetado por

ações antrópicas, provavelmente ligadas ao município de Marcação, que não possui saneamento adequado, como grande parte da região.

Conclui-se também a necessidade da reclassificação do enquadramento atual do rio Mamanguape, realizada há 33 anos, que não visa os atuais usos preponderantes recentes ou Leis e Resoluções atuais.

Diante disso, nota-se o quão é indispensabilidade haver um monitoramento contínuo da qualidade das águas em períodos sazonais, para avaliar as condições dos ecossistemas, evitar alterações ambientais e manter sua preservação. Tal monitoramento pode ser realizado através de projetos interinstitucionais, com ganhos para as instituições participantes, professores e estudantes.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C.; MARCOVALDI, G. M. Ocorrência e distribuição do peixe-boi marinho no litoral brasileiro (Sirenia, Trichechidae, Trichechus manatus, Linnaeus, 1758). In: Simpósio Internacional Sobre a Utilização de Ecossistemas Costeiros: Planejamento, Poluição e Produtividade 1. Rio Grande: resumos. p. 27. 1982.

ALBER, M. A Conceptual Model of Estuarine Freshwater Inflow Management. Estuaries, v. 25, n. 6, p. 1246–1261. 2002.

AESA - Agência Executiva da Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Meteorologia – Chuvas. Disponível em: http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas/ . Acessado em 20 de abril 2021.

ANA - Agência Nacional de Águas. Portal da Qualidade da Água. Disponível em: http://portalpnqa.ana.gov.br/enquadramento-bases-conceituais.aspx. Acesso em 31 de ago. 2020.

OECO. Atlas Mangues do Mundo revela ecossistemas em risco. 16/07/2010. Disponível em: https://www.oeco.org.br/noticias/24182-atlas-mangues-do-mundo-revela-ecossistemas-em-risco/. Acesso em jan. 2021.

BÁRBARA, V. F. Uso do Modelo QUAL2E no Estudo da Qualidade da Água e da Capacidade de Autodepuração do Rio Araguari – AP (AMAZÔNIA). 2006. 174f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia do Meio Ambiente, UFG.

BASTOS, R. B.; FEITOSA, F. A. N.; MUNIZ, K. Variabilidade espaço-temporal da biomassa fitoplanctônica e hidrológica no estuário do rio Una (Pernambuco – Brasil). *Tropical Oceanography*, v. 33, p. 1-18, 2005.

BIANCHI, T. S. Biogeochemistry of estuaries. Eos, Transactions American Geophysical Union, New York. 2007.

BRANCO, S. M. Água: Origem, Uso e Preservação. São Paulo: Moderna, 2001.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L. de.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. Introdução à Engenharia Ambiental. São Paulo, SP: Prentice Hall, pág. 318, 2005.

BRASIL. Decreto Nº 91.890, de 5 de novembro de 1985. Declara como Área de Relevante Interesse Ecológico – ARIE, uma área de mangues denominada Manguezais da Foz do Rio Mamanguape, no Estado da Paraíba, e dá outras providências. 1985.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988. Brasília.

BRASIL. Decreto n. 750, de 10 de fevereiro de 1993. Dispõe sobre o corte, a exploração e supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica e dá outras providências. 1993.

BRASIL. Decreto nº 924, de 10 de setembro de 1993. Cria a Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape no Estado da Paraíba e dá outras providências.1993.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 09/01/1997, p. 470. 1997.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

BRASIL. Decreto nº. 4.340, de 22 de agosto de 2002. Regulamenta artigos da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências. 2002.

BRASIL, Lei nº 11.428 de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. 2006.

CANUEL, E. A.; HARDISON, A. K. Sources, ages, and alteration of organic matter in Estuaries. Annual Review of Marine Science. v. 8, n. 1, p. 409-434, 2016.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Variáveis da Qualidade das Águas. 2009.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000. Dispõe sobre a definição dos critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Publicada no DOU no 18, de 25 de janeiro de 2001, Seção 1, páginas 70-77.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. 2005.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº. 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. 2011.

COPAM - Conselho de Proteção Ambiental. DZS 201 – Classificação das Águas Interiores do Estado. Disponível em: http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2016/11/DZS_01.pdf. Acesso em: 20 de abril 2021.

COPAM - Conselho de Proteção Ambiental. DZS 206 – Enquadramento dos Corpos D´Água da Bacia Hidrográfica do Rio Mamanguape. Disponível em: http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2016/11/DZS_04.pdf. Acesso em: 20 de abril 2021.

COSTA FILHO, U. A. Análise comparativa dos indicadores de impureza e de qualidade da água nos períodos de seca e de cheia: estudo de caso do ribeirão João Leite e do Rio Meia Ponte em Goiânia – Goiás. Goiânia: UCG, 37p., 2006.

COSTA, M. L. M. Monitoramento da qualidade da água do estuário da barra do rio Mamanguape. Projeto de Pesquisa Voluntário, Instituto Federal da Paraíba, João Pessoa-PB, 2019.

COSTA, R. H. P. G; TELLES, D. D. Reuso da água: conceitos, teorias e práticas. São Paulo: Blucher, 2007.

DALRYMPLE R. W.; ZAITLIN B. A.; BOYD, R. A conceptual model of estuarine sedimentation. J. Sedim. Petrol., 62: 1130-1146, 1992.

DIONNE, J. C. Towards a more adequate definition of the St. Lawrence estuary. Z. Geomorph. v. 7, p. 36-44, 1963.

DONATO, D. C.; KAUFFMAN, J. B.; MURDIYARSO, D.; KURNIANTO, S.; STIDHAM, M.; KANNINEN, M. Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. Nat Geo Sci, v. 4, p. 293 - 297, 2011.

ELLIOTT, M.; MCLUSKY. D. S. The need for definitions in understanding estuaries. Estuarine. Coastal and Shelf Science. v. 55, n. 6, pp. 815-827, 2002.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro: 3º Edição. Ed. Interferência. 2011.

FAIRBRIDGE, R. W. The estuary: its definition and geodynamic cycle. In: OLAUSSON, E.; CATO, I. (eds.). Chemistry and biogeochemistry of estuaries. Inter Science Publisher: New York, p.1-35, 1980.

FIORUCCI, A. R.; FILHO, E. B. A. Importância do Oxigênio Dissolvido Em Ecossistemas Aquáticos. Química Nova na Escola, n. 22, novembro de 2005.

FMA - FUNDAÇÃO MAMÍFEROS AQUÁTICOS. Início. sd. Disponível em: https://mamiferosaquaticos.org.br/. Acesso em: 30 jun. 2021

FREITAS, C. A. E.; NOGUEIRA, A. S.; LIMA, J. A. F.; LACERDA, L. K. V.; GONDIM, A. L. N. Influência Do Perído Chuvoso Na Qualidade Da Água Do Açude Acarape Do Meio No Estado Do Ceará. Natal – RN. 2007. Disponível em: http://www.abq.org.br/cbq/2007/trabalhos/5/5-46-156.htm . Acessado em: maio de 2021.

FRUEHAUF, S.P. Rhizophora mangle (mangue vermelho) em áreas contaminadas de manguezal na Baixada Santista. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, Brasil. 2005.

GIRI, C.; OCHIENG, E; TIESZEN, L. L.; ZHU, Z.; SINGH, A.; LOVELAND, T. R.; MASEK, J.; DUKE, N. C. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. Glob Ecol Biogeogr, v. 20, p. 154-159, 2010.

HORIBA. Multi-parameter Water Quality Meters U-50 Series. sd. Disponível em: https://pt.vwr.com/assetsvc/asset/pt_PT/id/15982395/contents/u-50-hre1930b.pdf. Acessado em : jun. 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Dados demográficos 2010 e 2017. Disponível on-line em: <https://ibge.gov.br/>. Acesso em: janeiro de 2021.

ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. *Plano de Manejo. Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape. Área de Relevante Interesse Ecológico de Manguezais da Foz do Rio Mamanguape*. 2014. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/apa_arie_manguezais_mamanguape2014.pdf. Acesso em: Janeiro de 2021.

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. *Atlas dos Manguezais do Brasil*. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 176p, 2018. ISBN 978-85-61842-75-8.

KENNISH, M. J. Estuary restoration and Maintenance: The National Estuary Program. p. 370, 1999.

KJERFVE, B. Estuarine geomorphology and physical oceanography. In: DAY, J. W.; HALL, C. A. S.; KEMP, W. M.; YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. (Ed). Estuarine Ecology. John Wiley and Sons, New York, p. 558, 1989.

LACERDA, L. D. Manguezais: Florestas de Beira-Mar, Ciência Hoje, vol. 3, n° 13, pag. 63-70. 1984.

LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. Campinas, SP: Átomo, 444p., 2008.

LUNA, F. O. Projeto Peixe-boi ICMBio: 30 Anos de Conservação de uma Espécie Ameaçada. Brasília: ICMBio. 2010.

MACEDO, J. A. B. Introdução à química ambiental: química e meio ambiente e sociedade. Juiz de Fora: O Autor, 2002.

MACEDO, S. J. *Fisioecologia dá alguns estuários do Canal de Santa Cruz (Itamaracá – Pernambuco).* 121 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 1974.

MACEDO, S. J.; COSTA, K. M. P. Estudo ecológico da região de Itamaracá Pernambuco – Brasil, condições hidrológicas do estuário do rio Botafogo. Ciência e Cultura, São Paulo, v. 30, n° 7, pag. 368, 1978.

MARINHO, E. G. A. Geomorfologia da Área de Proteção Ambiental da Barra do rio Mamanguape e adjacências, no estado da Paraíba: subsídios ao zoneamento geo-ambiental. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba. Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA), p. 194, 2002.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº. 888, de 4 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

MOTA, S. Introdução à Engenharia Ambiental. Rio de Janeiro: ABES, 416p, 2003.

MANUAL DA QUÍMICA. Conceito de pH. Definições e Métodos de Determinação do pH. sd. Disponível em : https://www.manualdaquimica.com/fisico-quimica/conceito-ph.htm. Acessado em: jun. 2021.

NAIME, R.; FAGUNDES, R. S. Controle da Qualidade da água do Arroio Portão, RS. Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre, v. 1, n. 32, p. 27-35, 2005.

NEVES, M. C. M. Plano de gestão estratégica para a implantação da APA da Barra do Rio Mamanguape. João Pessoa: IBAMA/PB. Mimeo. 2003.

NEVES, F. Esquema de um estuário e suas subdivisões de acordo com o grau de mistura. 2020. Disponível em: https://www.bioicos.org.br/post/ecologia-estrutura-de-sistemas-estuarinos. Acesso em jun. 2021.

PALUDO, D.; KLONOWSKI, V. S. Estudo do impacto do uso de madeira de manguezal pela população extrativista e da possibilidade de reflorestamento e manejo dos recursos madeireiros. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Série Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Caderno nº 16 - Série Recuperação. São Paulo. pág. 54, 1999.

PERILLO G. M. E. Geomorphology and sedimentology of estuaries. Amsterdam. Developments in Sedimentology, v. 53, p. 1-16, 1995.

RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, J. M. Tratamento de Água: Tecnologia Atualizada. São Paulo: Edgard Blücher, 2007.

SANTOS, E. C. A.; ARAÚJO, L. E.; MARCELINO, A. S. Análise climática da Bacia Hidrográfica do Rio Mamanguape. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 19, n. 1, p. 9-14, 2015.

SANTOS, G. P. C. Diagnóstico da qualidade da água no estuário e afluentes do rio Mamanguape, nas nascentes inseridas na APA da Barra de Mamanguape e seu entorno imediato. Projeto Para Conservação e Uso Sustentável Efetivos de Ecossistemas Manguezais no Brasil. PROJETO PNUD BRA/07/G32 Out. 2015.

SANTOS, N. K. X. dos. ANÁLISE DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DO ESTUÁRIO DA BARRA DO RIO MAMANGUAPE-PB. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão Ambiental). Instituto Federal da Paraíba. 66p. 2020.

SASSI, R.; WATANABE, T. Subprojeto: Levantamento das condições físicas e químicas. In: Universidade Federal da Paraíba. Projeto Estuário: Estudos ecológicos no estuário do rio Paraíba do Norte. Paraíba. Brasil. João Pessoa: UFPB/NEPREMAR. *Relatório Técnico Final*, p. 8-71, 1980.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Manguezais brasileiros: região sudeste-sul. In: Simpósio Sobre Ecossistemas Brasileiros da Costa Sul e Sudeste: Síntese dos Conhecimentos, Cananéia, 1987. Resumos. São Paulo: ACIESP, v. 1, p. 78, 1987.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Manguezal ecossistema entre a terra e o mar. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995.

SÉRGIO, C.; LEITE, E.; PITTERI, H.; MARTUSCELLI, J.; E MACHADO, P. Caracterização morfofisiológica do manguezal de Cananéia – SP. In: Environmental and Health World Congress, Anais. Santos: 2006.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Limnologia dos sistemas de cultivo. In: VALENTI, W. C. (Ed.). *Carcinicultura de água doce: Tecnologia para produção de camarões.* Brasília: IBAMA/FAPESP, Cap. 3, p. 47-75, 1998.

SOARES, B. B. F. Influência da salinidade na distribuição e abundância das assembléias de peixes juvenis do estuário do rio Mamanguape, PB. 55 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Estadual da Paraíba, Paraíba. 2012.

SPALDING, M.; KAEMIMA, M.; COLLINS, L. World Atlas of Mangroves. Earthscan. 319 pages, 129 maps. 2010.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Limnologia, São Paulo: Oficina de Textos. 631 p., 2008.

UNCLES, R. J.; STEPHENS, J. A.; SMITH, R. E. The dependence of estuarine turbidity on tidal intrusion length, tidal range and residence time. Continental Shelf Research. v. 22, n. 11-13, p. 1835 - 1856, 2002.

VON SPERLING, M. Estudos e modelagem da qualidade das águas nos rios. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2007.

WEBSTER, G. The Delaware Estuary: A management plan for the Delaware Estuary. Delaware: The Delaware Estuary Program. v. 1, n. 1, p. 300, 1996.

ANEXOS

Anexo 1

CP1 - Rio Caraca/Gamboa Caracaru								
Coleta n°	Temperatura C°	pH	Condutividade (mS cm-1)	Turbidez (UNT)	Oxigênio (mg L-1 DO)	Oxigênio (%DO)	Sól dissol (g L-1 SDT)	Salinidade (ppt)
1°	28,34	7,84	48,3	21,7	7,49	115,8	29,5	3,15
2°	28,57	7,94	48,3	9,8	8,17	128	29,5	3,15
3°	29,5	10,9	31,6	25	7,76	114,1	19,2	1,96
4°	29,78	6,01	31,4	51,3	6,66	98	19,1	1,95
5°	30,8	6,08	21,9	21	6,36	90,4	13,5	1,3
6°	27,5	6,86	28,4	17,1	7,9	98,3	17,6	1,75
7°	26,91	6,33	26,4	0	11,27	154	16,3	1,61
8°	27,13	6,82	29,8	19,3	8	11,8	18,5	1,84
9°	26,8	8,01	30,8	21	7,34	103,6	18,8	1,91
10°	27,9	8,01	32	21,1	7,8	112,2	19,6	2,02
11°	29	8,8	33,1	2,4	7,91	115,1	20,2	2,07
12°	27,82	7,83	32,4	15,7	8,8	127	19,8	2,02
13°	28,69	7,85	32,4	19,3	6,47	94,7	19,8	2,02
14°	29	7,6	33,8	34	9,15	125	20,6	2,12
15°	29,68	7,2	27	53,2	6,32	87,04	16,7	1,65
16°	30,17	7,47	28	8	7,15	105	17,3	1,71
17°	28,58	6,6	26,7	25,2	8,95	126,8	16,3	1,61
18°	26,98	6,91	22,4	20,5	0,03	0,5	13,8	1,34
19°	26,5	7,2	27,4	17,1	1,15	93	17	1,69
20°	27,7	8,74	29,3	35,8	11,1	158,8	18,1	1,8
21°	28	8,44	30	35,9	10,9	154,4	18,6	1,85
22°	27,78	8,23	32,1	16,9	7,85	112,4	19,6	2
23°	30,2	8,52	29,6	6,9	7,55	111,7	18,3	1,83
24°	31,2	7,98	30,3	24,2	6,73	91,5	18,5	1,88

Anexo 2

MD2 - Gamboa de Tanques								
Coleta n°	Temperatura C°	pH	Condutividade (mS cm-1)	Turbidez (UNT)	Oxigênio (mg L-1 DO)	Oxigênio (%DO)	Sól dissol (g L-1 SDT)	Salinidade (ppt)
1°	27,97	7,61	47,3	13,8	6,3	96	28,9	3,08
2°	28,57	7,74	48,4	5,1	8,8	131,1	29,5	3,16
3°	28,9	10,25	30,7	25	4,34	62,7	18,7	1,9
4°	29,82	7,84	28,5	58,1	5,12	74,8	17,7	1,75
5°	29,97	8,1	20,5	28,6	3,56	50,5	12,7	1,22
6°	27,95	7,59	24,1	25,7	5,45	75,3	14,9	1,46
7°	26,94	7,31	24,5	3,3	7,8	105,6	15,2	1,48
8°	26,98	9,72	28	14	5,84	81,5	17,3	1,71
9°	26,31	7,66	30,1	15	5,03	70	18,3	1,86
10°	27,65	7,67	31,6	13,5	5,51	78,2	19,2	1,96
11°	29,33	8,09	32,6	5,5	7,7	113,5	19,9	2,03
12°	28	7,9	32,9	13,6	6,16	89,3	20,1	2,05
13°	28,5	7,64	31,6	4,3	7,49	108,3	19,3	1,96
14°	28,8	7,4	33,4	22	6	87,8	20,4	2,09
15°	29,44	6,96	24,2	55,5	4,07	56,3	15	1,47
16°	30,18	7,08	26,1	17	5,9	84,5	16,2	1,59
17°	28,54	6,73	26	37	8,25	119,9	16,1	1,58
18°	27,28	6,66	17,6	24,9	9,35	127	11,2	1,08
19°	26,8	7,3	24	13,2	7,9	102	14,8	1,45
20°	27,11	8,31	27,6	23,3	9,21	128,8	17,2	1,68
21°	27,7	7,98	29,5	18,8	6,33	90	18,3	1,82
22°	28,5	8	29,6	17,2	10,4	150,9	18,3	1,83
23°	30,4	8,2	29,2	8,9	4,7	67,8	18,1	1,8
24°	30,3	7,76	31,1	42,5	0,74	10,9	18,9	1,93

Anexo 3

MDE – Curva								
Coleta n°	Temperatura C°	pH	Condutividade (mS cm-1)	Turbidez (UNT)	Oxigênio (mg L-1 DO)	Oxigênio (%DO)	Sól dissol (g L-1 SDT)	Salinidade (ppt)
1°	28,54	6,58	44,9	60,9	7,31	95	27,6	2,93
2°	28,94	7,73	46,5	28,7	6,96	108	28,3	3,02
3°	29,6	8,99	29,2	27	4,73	68,5	18,1	1,8
4°	30,16	8,21	24,9	91,8	4,39	63,3	15,5	1,51
5°	29,8	9,8	14,8	31	6,66	50	9,39	0,85
6°	28,78	9,37	23,3	20,5	5,87	82,1	14,4	1,4
7°	27,5	8,08	23,8	10,7	7,13	99,2	14,8	1,44
8°	27,13	9,75	26,5	8	6,81	94,5	16,5	1,62
9°	27,3	8,18	29	24,5	6	84,5	18	1,79
10°	28,24	7,85	30,2	20	5,93	85,6	18,4	1,87
11°	29,44	8,02	32,2	10,5	5,7	83,5	19,6	2
12°	28,33	7,76	32,2	43	8,22	119,5	19,7	2,01
13°	29,33	7,6	30,8	12	6,24	91,3	18,8	1,91
14°	29,3	7,55	32,4	72	5,4	78	19,8	2,02
15°	30,08	7,19	22,8	42,4	6,47	92,8	14,1	1,36
16°	29,9	7,21	22,6	27	7,03	100,1	13,8	1,32
17°	29,74	6,78	25,9	59,4	8,31	118,5	16,1	1,58
18°	27,87	6,66	17,3	23,2	9,17	124,5	10,7	1,02
19°	27,09	7,4	22,9	23,2	8,6	118	14,1	1,37
20°	27,58	8,46	27,1	39,9	7,57	105	16,8	1,66
21°	28,99	8,02	27,5	46	6,59	94,8	17,1	1,69
22°	29,03	8,15	28,6	14,9	8,12	115,1	17,7	1,76
23°	30,6	8,23	28,9	11,2	5,58	82,9	17,9	1,78
24°	31,4	7,9	28,7	30,1	4,6	68,5	17,8	1,77

Anexo 4

MDE2 – Gamboa dos Macacos								
Coleta n°	Temperatura C°	pH	Condutividade (mS cm-1)	Turbidez (UNT)	Oxigênio (mg L-1 DO)	Oxigênio (%DO)	Sól dissol (g L-1 SDT)	Salinidade (ppt)
1°	28,13	7,25	43,4	28,3	5,51	82	26,5	2,79
2°	29,09	7,39	45	13,3	6,33	93	27,4	2,91
3°	30,1	9,19	26,6	24,5	4,64	67,3	16,5	1,62
4°	29,82	8,44	23,2	128	3,57	51,2	14,4	1,4
5°	30,16	9,6	11,4	30,8	6,35	87,5	7,03	0,64
6°	27,7	9,25	15,8	25,2	4,4	57,3	9,81	0,93
7°	27,17	8,41	22,1	7,8	5,96	82,1	13,8	1,34
8°	26,94	9,35	22,7	16,9	4,95	67	14	1,86
9°	26,42	7,2	24,7	21	4,15	56	15,5	1,52
10°	28,31	7,67	28,2	18,8	6	86,8	17,6	1,75
11°	29,57	7,82	31,6	10	5,1	75	19,2	1,96
12°	28,19	7,49	30,5	20,7	4,2	60,5	18,6	1,89
13°	29,38	7,53	29,3	4,4	6,29	91,1	18,2	1,81
14°	28,5	6,99	31,5	48	4,56	66	19,3	1,97
15°	30,8	7,11	21,1	41,5	5,88	83	12,6	1,22
16°	30,4	7,2	18,3	21,1	8,5	120	11,3	1,08
17°	29,21	6,77	22,5	35,5	8,9	126	14,1	1,36
18°	28	6,68	14,9	23	9,34	126	9,52	0,89
19°	26,9	7,04	15,3	17,3	5,09	67,3	9,56	0,89
20°	27,65	8,16	23,4	23,8	6,9	95,5	14,5	1,41
21°	27,81	7,66	21,1	26,1	8,24	113,4	13,3	1,29
22°	29,36	7,96	26,9	16,2	9,09	129,6	15	1,44
23°	30,6	8	27,7	16	7,4	109,4	17,2	1,7
24°	30,4	7,56	26,7	43,3	4,56	63,5	16,3	1,61

Anexo 5

MD5 - Gamboa da marisqueira								
Coleta n°	Temperatura C°	pH	Condutividade (mS cm-1)	Turbidez (UNT)	Oxigênio (mg L-1 DO)	Oxigênio (%DO)	Sól dissol (g L-1 SDT)	Salinidade (ppt)
1°	28,93	7,31	41	48,7	6,2	93,4	25	2,62
2°	29,06	7,34	43,3	6,1	4,6	70,5	26,4	2,79
3°	29,96	10,15	24,8	32,4	3,94	59	15,3	1,5
4°	30,33	9,09	20,7	127	4,04	57,9	12,8	1,24
5°	29,75	9,76	7,98	88	7,48	101	5,05	0,44
6°	28,04	8,62	16,3	30,6	4,3	58,3	10,4	1
7°	27,46	8,64	20,7	7,8	7,03	78,3	12,9	1,24
8°	27,16	9,58	22,8	6,3	6	84	14,1	1,37
9°	26,93	7,8	24,3	35	5,2	72,6	15,1	1,48
10°	28,4	7,54	25	34,3	5,37	75	15,7	1,55
11°	29,93	7,68	30	13,6	5,8	74,7	18,6	1,85
12°	28,69	7,34	27,8	34,4	4,61	66,2	17,2	1,7
13°	29,48	7,5	29,2	2,5	6,15	89,3	18,1	1,8
14°	30	6,9	30,3	49	4,5	66	18,4	1,87
15°	30,01	6,92	20,02	44,7	4,82	67,06	12,7	1,22
16°	30,25	6,81	16,9	32	5,65	78,9	10,5	0,99
17°	28,97	6,74	21,1	4,4	8,3	121	13,3	1,29
18°	27,54	6,71	14,8	23	9,3	124,5	9,23	0,87
19°	27,1	6,81	13,1	33,8	8,32	110,1	8,06	0,75
20°	27,4	7,99	18,7	41	9,41	127,2	11,5	1,1
21°	28,06	7,62	20,1	45,5	5,88	80,8	12,9	1,25
22°	28,94	7,71	24,3	24,8	5,94	83,3	15	1,47
23°	30,8	8,04	27,8	27,5	8,3	122	17,3	1,71
24°	31,4	7,59	26,8	55,2	0,75	11,1	16,6	1,64

Anexo 6

MD3 - Gamboa de Marcação								
Coleta n°	Temperatura C°	pH	Condutividade (mS cm-1)	Turbidez (UNT)	Oxigênio (mg L-1 DO)	Oxigênio (%DO)	Sól dissol (g L-1 SDT)	Salinidade (ppt)
1°	30,62	7,19	36,1	67,5	6,54	100	22	2,27
2°	29,36	7,27	38,9	0	8,91	135	23,7	2,47
3°	29,96	11,06	20,7	48,8	6,1	86,1	12,8	1,24
4°	32,24	8,57	11,1	140	4,32	61,5	6,94	0,63
5°	30,4	8,71	3,09	225	4,68	64,5	1,97	0,16
6°	28,47	9,7	16,2	44,5	3,64	50	10,1	0,95
7°	27,42	9,01	17,2	32,3	5,09	68,4	10,5	0,99
8°	27,35	9,38	18,5	106	5,66	76,2	11,6	1,1
9°	27,09	8,25	23,5	38	5,42	74,5	14,6	1,42
10°	29,23	7,42	25,5	200	6,2	88,1	15,8	1,56
11°	30,3	7,47	27,7	25	6,6	97	17,2	1,7
12°	29,78	7,26	27	73,1	4,34	63,2	16,7	1,66
13°	29,93	7,51	28,04	4,3	4,64	67,7	17,6	1,74
14°	30	6,97	28,9	96	5,23	77,9	17,9	1,78
15°	29,71	6,71	17,4	30,5	4,23	58,04	10,09	1,03
16°	30,42	6,57	10,3	50,1	8,65	118,4	6,33	0,57
17°	29,12	6,65	11,4	6,74	7,87	106,9	5,67	0,5
18°	27,54	6,74	7,8	66,4	8,81	115,6	4,73	0,42
19°	29,65	6,67	8,34	189	6,98	94,4	5,12	0,45
20°	29,1	7,86	17,7	27,8	6,77	91	10,8	1,03
21°	32,11	7,58	19,7	2,85	5,7	82,5	12,3	1,18
22°	31,68	7,63	21,7	23,5	6,97	101,2	14,1	1,37
23°	31	7,84	26	23	5,5	81,5	16,1	1,58
24°	31,6	7,59	24,1	125	4,91	70,8	15	1,46

Anexo 7

MD6 - Gamboa de Aritingui								
Coleta n°	Temperatura C°	pH	Condutividade (mS cm-1)	Turbidez (UNT)	Oxigênio (mg L-1 DO)	Oxigênio (%DO)	Sól dissol (g L-1 SDT)	Salinidade (ppt)
1°	28,4	7,14	36,3	9,3	6,08	83	22,2	2,29
2°	29,01	7,39	43,4	9,7	8,55	131,2	26,5	2,8
3°	29,5	7,51	20,7	26,2	3,42	47,6	12,8	1,23
4°	28,27	8,5	12,8	50,4	3,74	50,4	8,02	0,74
5°	30,19	9,41	2,46	43,9	5,21	69,1	1,58	0,13
6°	29,18	7	13,1	14,4	4,69	63	8,06	0,74
7°	26,94	8,76	16,1	10,8	8,15	108,8	9,78	0,92
8°	26,44	9,14	19,1	19,8	5,25	69,1	11,08	1,13
9°	26,58	7,16	22,5	12,1	4,75	64,2	13,9	1,35
10°	27,94	7,25	24,9	15	5,03	71	15,5	1,52
11°	29,48	7,52	27,8	6,2	4,55	66	17,3	1,71
12°	28,42	7,32	28,6	17,1	5,46	78,3	17,7	1,76
13°	29,9	7,38	27,6	3,3	6,05	87,6	17,1	1,69
14°	29,46	6,99	28,6	21,6	5,84	84	17,7	1,7
15°	29,26	6,72	14,11	36,09	5,76	79,7	9,02	0,84
16°	29,77	6,55	10,1	28,1	6,13	82,1	6,29	0,57
17°	28,55	6,71	15,6	35	9,25	126	9,63	0,91
18°	27,11	6,54	4,32	58,9	10,15	130	2,59	0,22
19°	26,8	6,8	11,8	16,6	5,14	67,4	7,3	0,67
20°	26,99	7,99	17,6	22,8	8,12	100,8	10,9	1,03
21°	27,92	7,55	20,5	24,6	5,63	77,2	12,7	1,22
22°	28,13	7,65	23,4	22,6	10,73	148,1	14,5	1,41
23°	31,1	7,83	25,8	11,5	5,72	84,4	16	1,57
24°	30,9	7,55	23,6	24,4	6,44	93,7	14,7	1,43

Anexo 8

MD7 - Gamboa de Sapezinho								
Coleta n°	Temperatura C°	pH	Condutividade (mS cm-1)	Turbidez (UNT)	Oxigênio (mg L-1 DO)	Oxigênio (%DO)	Sól dissol (g L-1 SDT)	Salinidade (ppt)
1°	28,16	7,1	36	12,1	5,25	77,2	21,9	2,27
2°	28,83	7,25	38,5	0	4,2	62,5	23,5	2,45
3°	29,47	9,71	19,1	29,5	3,76	52,9	11,8	1,13
4°	29,07	8,67	8,6	90,2	4,05	54,1	5,05	0,44
5°	30,19	9,41	1,55	94,4	5,82	77,9	0,98	0,08
6°	28,9	9,5	10	27,9	4,33	59	6,19	0,55
7°	27,41	8,86	13,4	14,6	5,24	69	8,42	0,78
8°	26,75	9,18	16	8,5	5,34	70,7	9,95	0,94
9°	26,25	7,22	22,4	15,7	4,38	58,6	13,8	1,34
10°	28,26	7,24	23,1	19	4,88	68,5	14,3	1,39
11°	29,87	7,41	27,7	13,5	5,68	82,9	17,1	1,7
12°	28,32	7,32	28	13,1	7,77	111	17,4	1,72
13°	30,02	7,28	27,2	51,1	7,97	116,8	16,9	1,67
14°	29	7,3	28,6	31,6	5,35	76,5	17,7	1,76
15°	29,68	6,63	12,03	38,09	4,57	61,08	7,7	0,71
16°	29,67	6,2	4,65	58	8	106,8	2,96	0,25
17°	27,93	6,65	12,6	60	8,6	115	7,78	0,72
18°	27,3	6,51	5,43	40	10,2	131	3,25	0,28
19°	27,01	6,78	5,75	30	8,4	108,2	3,96	0,33
20°	27,21	7,9	14,5	27,5	9,85	127,5	8,98	0,84
21°	28,19	7,53	19,6	27,2	5,18	71,4	12,2	1,17
22°	28,9	7,57	21,8	18,5	6,52	90,4	13,5	1,31
23°	31	7,8	24,9	19	5,14	75,4	15,4	1,51
24°	30,9	7,48	22,1	30,2	4,56	65,7	13,7	1,33

Anexo 9

MD8 - Porto Novo								
Coleta n°	Temperatura C°	pH	Condutividade (mS cm-1)	Turbidez (UNT)	Oxigênio (mg L-1 DO)	Oxigênio (%DO)	Sól dissol (g L-1 SDT)	Salinidade (ppt)
1°	28,39	7,02	30,9	12,4	5,36	77	18,9	1,92
2°	28,82	7,16	34,1	6,1	4,74	69,5	20,8	2,14
3°	29,87	11,15	16,5	16,2	4,44	60,8	10,2	0,96
4°	28,68	9,02	2,15	159	4,9	64	1,31	0,11
5°	30,33	9,3	0,96	40,5	4,75	63,6	0,61	0,05
6°	28,63	9,7	4,58	28	4,63	61,8	2,89	0,25
7°	27,27	8,97	7,74	15,6	5,56	72	4,93	0,43
8°	26,78	9,24	11,5	13,8	5,95	77,9	7,1	0,65
9°	27,19	7,44	18,5	12	5,08	68	11,5	1,1
10°	28,5	8	20,5	11	6,5	83,1	12,7	1,22
11°	29,83	7,43	25,7	5,5	7,3	104,5	15,9	1,56
12°	28,42	7,27	26,1	15	7,6	107,9	16,2	1,59
13°	30,23	7,44	26,9	1,6	6,52	94,2	16,7	1,64
14°	29,2	7,31	25,9	18,9	5,28	75	16,1	1,58
15°	29,69	6,44	6,88	36,06	5,01	67,02	4,4	0,38
16°	29,79	6	1,86	62	5,45	70,1	1,19	0,09
17°	28,53	6,53	8,03	37,8	8,95	118	5,4	0,44
18°	27,23	6,2	1,17	78,8	9,5	22	0,74	0,06
19°	26,84	6,84	1,7	32	7,24	91	1,08	0,09
20°	27,43	7,86	9,09	21,6	9,6	125,1	5,7	0,51
21°	28,61	7,51	15,8	25,6	5,81	78,6	9,77	0,92
22°	28,85	7,58	19,1	21,5	6,5	90	11,8	1,12
23°	30,8	7,71	23,3	18	6	86,2	14,4	1,4
24°	31,26	7,43	20,2	28,6	0,66	9,5	12,5	1,2

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
Campus João Pessoa
Av. Primeiro de Maio, 720 - Jaguaribe, CEP 58015-435, João Pessoa (PB)
CNPJ: 10.783.898/0002-56 - Telefone: (83) 3612.1200

Documento Digitalizado Restrito

TCC Willianne Lima de Melo

Assunto: TCC Willianne Lima de Melo
Assinado por: Willianne Melo
Tipo do Documento: Relatório
Situação: Finalizado
Nível de Acesso: Restrito
Hipótese Legal: Informação Pessoal (Art. 31 da Lei no 12.527/2011)
Tipo do Conferência: Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Willianne Lima de Melo**, **ALUNO (20162620024) DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL - JOÃO PESSOA**, em 03/08/2021 19:41:01.

Este documento foi armazenado no SUAP em 03/08/2021. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/ e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 293116
Código de Autenticação: f7dda6e56f