



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AMBIENTE, TECNOLOGIA E SOCIEDADE
MESTRADO EM AMBIENTE, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

JOILSON MARQUES FERREIRA FILHO

**A PROBLEMÁTICA DO SANEAMENTO NAS COMUNIDADES LITORANEAS DA
RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTAVEL ESTADUAL PONTA DO
TUBARÃO E OS IMPACTOS NA QUALIDADE DA ÁGUA ESTUARINA**

MOSSORÓ

2017

JOILSON MARQUES FERREIRA FILHO

**A PROBLEMÁTICA DO SANEAMENTO NAS COMUNIDADES LITORANEAS DA
RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTAVEL ESTADUAL PONTA DO
TUBARÃO E OS IMPACTOS NA QUALIDADE DA ÁGUA ESTUARINA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, campus de Mossoró, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ambiente, Tecnologia e Sociedade.

Linha de Pesquisa: Tecnologias Sustentáveis e Recursos Naturais do Semiárido.

Orientador: Orientador: Prof. Dr. Francisco Marlon Carneiro Feijó – UFERSA

Coorientador: Prof. Dr. Rodrigo Guimarães de Carvalho

MOSSORÓ

2017

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei n° 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei n° 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Mp Marques Ferreira Filho, Joilson.
A PROBLEMÁTICA DO SANEAMENTO NAS COMUNIDADES
LITORANEAS DA RESERVA DE DESENVOLVIMENTO
SUSTENTAVEL ESTADUAL PONTA DO TUBARÃO E OS
IMPACTOS NA QUALIDADE DA ÁGUA ESTUARINA / Joilson
Marques Ferreira Filho. - 2017.
88 f. : il.

Orientador: Francisco Marlon Carneiro Feijó.
Coorientador: Rodrigo Guimarães de Carvalho.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Ambiente, Tecnologia e Sociedade, 2017.

1. Balneabilidade. 2. Unidades de Conservação.
3. Bioma Caatinga. 4. Percepção Ambiental. 5.
RDSEPT. I. Marlon Carneiro Feijó, Francisco ,
orient. II. Guimarães de Carvalho, Rodrigo , co-
orient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

JOILSON MARQUES FERREIRA FILHO

**A PROBLEMÁTICA DO SANEAMENTO NAS COMUNIDADES LITORANEAS DA
RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTAVEL ESTADUAL PONTA DO
TUBARÃO E OS IMPACTOS NA QUALIDADE DA ÁGUA ESTUARINA**

Dissertação apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA,
campus de Mossoró, como parte das exigências
para obtenção do título de Mestre em Ambiente,
Tecnologia e Sociedade.

Linha de Pesquisa: Tecnologias Sustentáveis e
Recursos Naturais do Semiárido.

Defendida em: 21/ 02 / 2017.

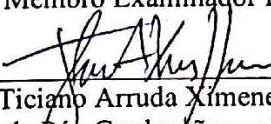
BANCA EXAMINADORA



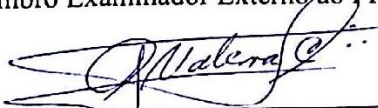
Prof. Dr. Francisco Marlon Carneiro Feijó (UFERSA)
Programa de Pós-Graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade
Presidente



Prof. Dr. Rodrigo Guimarães de Carvalho (UERN)
Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais
Membro Examinador Externo



Prof. Dr. José Ticiano Arruda Ximenes de Lima (UFERSA)
Programa de Pós-Graduação em Produção Animal
Membro Examinador Externo ao PPGATS



Prof. Dr. Ramiro Gustavo Valera Camacho (UERN)
Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais
Membro Examinador

PONTA DO TUBARÃO – Zelito Coringa / Élio Souza

“TÃO BELO SOL BRILHA NO HORIZONTE
PINTANDO NO CÉU UM NOVO DIA
O PINCEL COLORINDO AQUARELA
QUE O BOM PESCADOR PRINCIPIA
HORA DE PARTIR PARA O MAR
ENFRENTAR COM CERTEZA O REMANSO
DEPOIS DE PESCAR UM DESCANSO
NA REDE QUE APRENDEU NAVEGAR
TAINHEIRA EM SUA PERSISTÊNCIA
COM TANTAS LINHAS A ARTE LHE DEU
SUA IMAGEM BEM RETRATADA
NAS HISTÓRIAS QUE O TEMPO ESCOLHEU
SEMPRE FIRME NESSA CAMINHADA
SUSTENTANDO A LUTA COM ATITUDE
PARA ENSINAR A NOSSA JUVENTUDE
PRESERVAR ESSA TERRA SAGRADA
CACIMBA DA BAIXA E BAIXA DO GRITO
LAGOA DOCE, VARJOTA, SOLEDADE
PAU FEITO, CANTO DA IMBURANA
MANGUE SECO UM E DOIS IGUALDADE
DIOGO LOPES, BARREIRAS, SERTÃOZINHO
CHICO MARTINS A COMUNIDADE
SEGUE A FORÇA DA UNIDADE
E DESENHADA NO MESMO PERGAMINHO
O RIO NA UNIÃO DA RESERVA
FAZ MAIS FORTE, MAIS FÉRTIL ESSE CHÃO
ESTUÁRIO QUE A MÃE NATUREZA
FEZ QUESTÃO DE JUNTAR NO SERTÃO
ENTRE CAMPOS DE DUNAS LEVEZA
DO VENTO NAS FLORES DA CAANTINGA
ENSEADA QUE ACOLHE A RESTINGA

COM SEU POVO PLENO DE GENTILEZA
O FACHEIRO BROTA NO CRISTALINO
TRAZ O CHEIRO DA PRETA JUREMA
O CARANGUEIJO CORRENDO LIGEIRO
MENINO CATA COMO UM POEMA
LIÇÃO DO MESTRE CARPINTEIRO
QUE CONSTRÓI BARCO DA QUIXABEIRA
VAI SUBINDO A MARÉ PESQUEIRA
E MOTIVANDO CADA COMPANHEIRO
QUALIDADE DE VIDA QUE MOVE
RESPEITANDO O MANGUE SAPATEIRO
PARA TIRAR DELE VOSSO SUSTENTO
TEM NAS MÃOS O BRAVO CANOEIRO
O GOLFINHO QUE SEMPRE APARECE
NAS ÁGUAS DO CAVALO MARINHO
O MILAGRE DE CADA PEIXINHO
FAZ A VELA SE ERGUER NUMA PRECE
TÃO BELA A NOSSA RIBEIRA
SIMPLICIDADE NATIVA UM LUGAR QUE CONVIDA
DE GENTE HOSPITALEIRA
ÁREA DE CONSERVAÇÃO DO SERTÃO COM O MAR
ENTÃO VEM VER E CUIDAR DA PONTA DO TUBARÃO. ”

Dedico,
Aos moradores da Reserva de Desenvolvimento
Sustentável Estadual Ponta do Tubarão.

AGRADECIMENTOS

Ao grandioso Deus, por me conceder a proteção necessária para desfrutar de uma vida cheia de oportunidades e realizações.

À minha tia Josselene Marques por, de uma maneira extraordinária, ser capaz de me oferecer um amor duradouro, forte, obstinado, sincero e, acima de tudo, incondicional, a ponto de fazer da minha felicidade a sua.

Aos meus pais, Joilson Marques Ferreira e Gilvaneide da Silva Teles, por todo amor e carinho dedicados durante a minha vida.

A todos da minha família que, de alguma forma, incentivaram-me na constante busca pelo conhecimento, em especial, as minhas avós Maria Rita e Marlene, por todo carinho, incentivo e confiança. Essa vitória também é de vocês!

Ao meu amor, Ana Karla, pelo carinho, amor, dedicação e compreensão, principalmente nos meus momentos de ausência.

Às minhas duas amigas e fiéis escudeiras, Palloma e Tayná, pela paciência, persistência e doação incondicional a este trabalho. Compartilhamos momentos inesquecíveis e gostaria que soubessem: sem vocês, este trabalho não seria o mesmo.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Francisco Marlon Carneiro Feijó, pelos ensinamentos e orientações, pela paciência e confiança, sempre me incentivando e me fazendo acreditar que, com esforço e perseverança, daria tudo certo.

Ao meu coorientador, Dr. Rodrigo Guimarães de Carvalho, por todo o suporte, atenção, conselhos, amizade e orientação, desde os tempos de graduação, que sempre me incentivaram a seguir adiante na vida acadêmica.

Aos colegas do Laboratório de Microbiologia Veterinária (LAMIV), pelo intercâmbio cultural e conhecimentos compartilhados; em especial, ao amigo Caio, pelo carinho e por toda dedicação a esta pesquisa.

Ao professor da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Genevile Carife Bergamo, pela infinita paciência nos ensinamentos na parte estatística.

Ao meu primo Kássio Teles, pela ajuda na tabulação dos questionários. Você tem um futuro maravilhoso, meu amigo! Pode acreditar!

Aos professores e aos amigos do Programa de Pós-Graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade – PPGATS, em especial ao Lucas, Gonzaga, Marcelino e Peterson, pelos momentos felizes e aventuras vividas.

Às amigas da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN, Larissa Calado e Louize Nascimento, pela amizade, dedicação e, também, pelo ótimo trabalho realizado na aplicação dos questionários.

Aos amigos do Setor de Transporte da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, pelo excelente trabalho prestado; em especial, aos amigos Rodrigo e Milanês, pela confiança e amizade construída em várias madrugadas na estrada.

Ao amigo Élio Souza, pelo apoio dado no período de coleta de dados.

Aos moradores da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão, pela participação e contribuição nesta pesquisa. Desejo que este trabalho possa ser utilizado da melhor maneira possível, na conservação dos recursos naturais e dos seus modos de vida e cultura, com o propósito de uma melhor qualidade de vida dos habitantes da reserva.

“Nas grandes batalhas da vida, o primeiro passo para a vitória é o desejo de vencer.”

Mahatma Gandhi

“Os sonhos precisam de persistência e coragem para serem realizados. Nós os regamos com nossos erros, fragilidades e dificuldades. Quando lutamos por eles, nem sempre as pessoas que nos rodeiam nos apoiam e nos compreendem. Às vezes somos obrigados a tomar atitudes solitárias, tendo como companheiros apenas nossos próprios sonhos.”

Augusto Cury

RESUMO

A balneabilidade é a qualidade das águas com destino à recreação de contato primário, por tempo significativo com a água, em que há possibilidade de ingerir quantidades significativas da mesma. Assim, tem-se como objetivo geral verificar a qualidade das águas estuarinas da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão (RDSEPT) através de indicadores ambientais e sociais. Para tanto, a pesquisa foi realizada no estuário que banha as comunidades de Chico Martins, Barreiras, Diogo Lopes e Sertãozinho, pertencentes à RDSEPT. Os dados foram mensurados na orla estuarina das comunidades de Chico Martins, Barreiras, Diogo Lopes e Sertãozinho em cinco pontos georreferenciados distintos e ainda o levantamento de impactos ambientais negativos por meio de check-list e registros fotográficos. Para mensuração dos indicadores ambientais, foram colhidas amostras de água para análises microbiológicas e físico-químicas e observação dos impactos ambientais negativos por meio de check-list e registros fotográficos. Quanto aos dados socioambientais, a coleta de dados foi realizada entre os meses de agosto e dezembro de 2016, através de pesquisa de campo e uma entrevista estruturada com o auxílio de um questionário semiestruturado com múltiplas respostas, respondido por 384 moradores. Os dados físico-químicos foram colhidos através de equipamento multiparâmetro e a pesquisa microbiológica foi realizada através da análise citológica, macroscópica e provas bioquímicas para identificação dos micro-organismos. De acordo com o padrão para água salina e os resultados para coliformes totais e termotolerantes da água, foram encontrados valores dentro dos limites estabelecidos na legislação em 90% das amostras, e 100% das amostras de *Escherichia coli* e *Enterococcus* sp, sendo consideradas próprias na categoria excelente. Por outro lado, por meio do check-list foram georreferenciados 205 pontos de lançamento de efluente doméstico e 7 áreas de disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos em área de estuário, o que classifica a água do estuário como inapropriada para o banho. Quanto aos dados sociodemográficos, foi observado que a maioria dos moradores é do sexo masculino, com baixo nível de escolaridade e que a grande maioria pesca e vive há mais de 20 anos em sua comunidade. Ainda de acordo com os resultados obtidos, a maior parte dos entrevistados utiliza a água do estuário para pesca ou lazer, considera a qualidade da água boa, no entanto, afirma a presença de efluentes domésticos, a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos e a presença de animais domésticos em área de estuário. Conclui-se que as águas da orla estuarina da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão apresentam os índices físico-químicos de acordo com os padrões estabelecidos e estão contaminadas com bactérias de origem fecal, com concentrações inferiores aos limites permitidos, no entanto, por todo o seu percurso, a orla apresenta a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos, lançamento de efluentes domésticos e/ou sanitários, considerando o trecho pesquisado inapropriado pela Resolução nº 274/2000 do CONAMA. Já quanto à percepção ambiental, apesar do número elevado de esgotos e resíduos lançados no estuário e a presença de animais na orla, os moradores afirmam que a água estuarina é adequada para o consumo.

Palavras – chave: Balneabilidade; Unidades de Conservação; Bioma Caatinga; Percepção Ambiental; RDSEPT.

ABSTRACT

Balneability is the quality of the water destined to the recreation of primary contact, for a significant time with water, where it is possible to ingest significant amounts of it. Thus, the general objective is to verify the quality of the estuarine waters of the Ponta do Tubarão State Sustainable Development Reserve (RDSEPT) through environmental and social indicators. For this, the research was carried out in the estuary that bathes the communities of Chico Martins, Barreiras, Diogo Lopes and Sertãozinho, belonging to RDSEPT. The data were measured in the estuarine border of the communities of Chico Martins, Barreiras, Diogo Lopes and Sertãozinho in five distinct geo-referenced points and also the negative environmental impact survey through checklist and photographic registers. For the measurement of the environmental indicators, water samples were collected for microbiological and physico-chemical analyzes and observation of negative environmental impacts through checklist and photographic registers. As for socio-environmental data, data collection was carried out between August and December 2016, through a field survey and a structured interview with the help of a semi-structured questionnaire with multiple answers, answered by 384 residents. The physico-chemical data were collected through multi-parameter equipment and the microbiological research was performed through cytological, macroscopic and biochemical tests to identify microorganisms. According to the standard for saline water and the results for total coliforms and thermotolerant water, values within the limits established in the legislation were found in 90% of the samples, and 100% of the *Escherichia coli* and *Enterococcus* sp samples, being considered Excellent category. On the other hand, the checklist was georeferenced 205 points of domestic effluent discharge and 7 areas of inadequate disposal of urban solid waste in an estuary area, which classifies estuary water as inappropriate for bathing. Concerning the sociodemographic data, it was observed that the majority of the residents are male, with low level of schooling and that the vast majority have been fishing and have lived for more than 20 years in their community. Still according to the results, most of the interviewees use the estuary water for fishing or leisure, considers the water quality good, however, it affirms the presence of domestic effluents, the inadequate disposal of urban solid waste and the presence of domestic animals in an estuary area. It is concluded that the estuarine waters of the Ponta do Tubarão State Sustainable Development Reserve present the physico-chemical indices according to established standards and are contaminated with faecal bacteria, with concentrations below the permitted limits, however, all along its path, the shoreline presents the inadequate disposal of municipal solid waste, the launching of domestic and / or sanitary effluents, considering the section searched inappropriate by Resolution No. 274/2000 of CONAMA. Regarding the environmental perception, despite the high number of sewage and waste streams in the estuary and the presence of animals on the waterfront, residents say that estuarine water is adequate for consumption.

Key - words: Balneability; Conservation units; Caatinga Biome; Environmental Perception; RDSEPT.

LISTA DE FIGURAS

GERAL

Figura 1	–	Localização da RDS Ponta do Tubarão.....	37
Figura 2	–	Esboço dos sistemas ambientais da RDSEPT.....	40
Figura 3	–	Pluviometria anual nos municípios da região da RDSEPT	41

CAPÍTULO I - ANÁLISE DA BALNEABILIDADE DAS ÁGUAS ESTUARINAS DA RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL ESTADUAL PONTA DO TUBARÃO – RIO GRANDE DO NORTE.

Figura 1	–	Mapa da área de estudo, indicando os pontos de coleta na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão. Coordenadas geográficas em Sirgas 2000 UTM zone 24: P1: 771760.90 m E - 9437058.33 m S; P2: 774924.05 m E - 9437535.72 m S; P3: 778224.71 m E - 9437997.39 m S; P4: 781170.95 m E - 9437965.21 m S; P5: 782765.51 m E - 9437353.83 m S.....	57
Figura 2	–	Boxplots das análises físico-químicas. (I) pH; (II) Temperatura (°C); (III) Salinidade (ppm). Os pontos de coleta P1, P2, P3, P4 e P5 correspondem, respectivamente, ao acesso principal de água marinha no estuário, à comunidade de Chico Martins, à comunidade de Barreiras, à comunidade de Diogo Lopes e à comunidade de Sertãozinho, pertencentes à Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão, localizada no município de Macau no Rio Grande do Norte. Na análise estatística foi empregado o teste de Friedman com auxílio do programa R (R Core Team, 2016), considerando o nível de significância de 5.....	60
Figura 3	–	Boxplots das análises microbiológicas. (I) Coliformes Totais; (II) Coliformes Termotolerantes; (III) <i>Escherichia coli</i> e (IV) <i>Enterococcus sp.</i> , expressos em $\log_{10} ((\text{NMP}/100\text{mL}) + 1)$. Os pontos de coleta P1, P2, P3, P4 e P5 correspondem, respectivamente, ao acesso principal de água marinha no estuário, a comunidade de Chico Martins, a comunidade de Barreiras, a comunidade de Diogo Lopes e a comunidade de Sertãozinho, pertencentes à Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão, localizada no município de Macau no Rio Grande do Norte.	

	Na análise estatística foi empregado o teste de Friedman com auxílio do programa R (R Core Team, 2016), considerando o nível de significância de 5%.....	62
Figura 4	– Balneabilidade, em porcentagem, da Orla do Estuário da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão ao longo das 10 coletas realizadas.....	63
Figura 5	– I – Lançamento de efluentes domésticos na orla estuarina; II – Animais domésticos pastando em área de estuário; III – Disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos na orla do estuário.....	64

CAPÍTULO II - ASPECTOS SOCIAIS DOS MORADORES DA RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL ESTADUAL PONTA DO TUBARÃO QUANTO À BALNEABILIDADE DE ÁGUAS ESTUARINAS

Figura 1	– Localização das comunidades das comunidades Barreira, Diogo Lopes e Sertãozinho.	73
----------	--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	–	Parâmetros utilizados para análise da balneabilidade.....	26
Quadro 2	–	Alguns patógenos de interesse no uso recreacional das águas.....	28

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II - ASPECTOS SOCIAIS DOS MORADORES DA RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL ESTADUAL PONTA DO TUBARÃO QUANTO À BALNEABILIDADE DE ÁGUAS ESTUARINAS

Tabela 1	–	Perfil dos moradores das comunidades de Barreira, Diogo Lopes e Sertãozinho, pertencentes a Reserva Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão (RDSEPT)	74
Tabela 2	–	Características gerais sobre a utilização e qualidade da água do estuário da Reserva Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão (RDSEPT-RN), segundo os moradores das comunidades de Barreira, Diogo Lopes e Sertãozinho.....	76
Tabela 3	–	Características gerais sobre efluentes domésticos e/ou industriais lançados na água do estuário da Reserva Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão (RDSEPT-RN), segundo os moradores das comunidades de Barreira, Diogo Lopes e Sertãozinho.....	77
Tabela 4	–	Características gerais sobre resíduos sólidos urbanos dispostos em área de estuário na Reserva Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão (RDSEPT), segundo os moradores das comunidades de Barreira, Diogo Lopes e Sertãozinho.....	79
Tabela 5	–	Características gerais sobre a presença de animais domésticos em área de estuário na Reserva Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão (RDSEPT), segundo os moradores das comunidades de Barreira, Diogo Lopes e Sertãozinho.....	79

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AL – Alagoas

APHA – American Public Health Association

AWWA – American Water Works Association

BHI – Caldo Infusão Cérebro Coração

br – indica site brasileiro

CAAE – Certificado de Apresentação para Apreciação Ética

CAD – Caldo Azida Dextrose

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CF – Coliforme fecal

CO₂ – Gás carbônico

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

Ct – Coliformes Totais

Cto – Coliformes Termotolerantes

E – East (leste)

EC – *Escherichia coli*

ed. – edição

EDUFRN – Editora da UFRN.

EMB – ágar Eosina Azul de Metileno

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EMPARN – Empresa de Pesquisa Agropecuária

ET – *Enterococcus sp.*

et. al – E outros

FATMA – Fundação do Meio Ambiente

gov. – site do governo

GPS – Global Positioning System

ha – hectare

HANNA – Fabricante de instrumentação eletroanalítica

html – Hyper Text Markup (Linguagem de Marcação de Hipertexto)

http – Hypertext Transfer Protocol (Protocolo de Transferência de Hipertexto)

IDEMA – Instituto de Defesa do Meio Ambiente

IFRN – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

IGARN – Instituto de Gestão das Águas do Estado do RN

IMVIC – Indol, Vermelho de Metila, Voges Proskauer e Citrato

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

Kg – quilograma

km – Quilômetro

km/h – Quilômetro por hora

L – leste

LAMIV – Laboratório de Microbiologia Veterinária

LECAP – Laboratório de Estudos Costeiros e Áreas Protegidas

log₁₀ – logaritmo de base 10

MA – Maranhão

mL – Mililitros

mm – milímetros

n° - número

NaCl – Cloreto de sódio

NE – Nordeste

NMP – Número mais provável

Orgs. – Organizadores

P1 – Ponto de coleta 1

P2 – Ponto de coleta 2

P3 – Ponto de coleta 3

P4 – Ponto de coleta 4

P5 – Ponto de coleta 5

pH – Potencial Hidrogeniônico

PPGATS – Programa de Pós-Graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade

ppm – Partes por milhão

RDS – Reserva de Desenvolvimento Sustentável

RDSEPT – Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão

RN – Rio Grande do Norte

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

S – Sul

SE – Sergipe

SE – Sudeste

SEMA – Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Naturais

SEMACE – Superintendência Estadual do meio Ambiente

Sirgas – Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

SP – São Paulo

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TO – Tocantins

UERN – Universidade Estadual do Rio Grande do Norte

UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

URL – Uniform Resource Locator (Localizador Uniforme de Recursos)

UTM – Universal Transversa de Mercator

VB – Caldo verde brilhante

W – West (oeste)

WEF – World Economic Forum

WWF – World Wildlife Fund (Fundo Mundial para a Natureza)

www – World Wide Web (Rede de Alcance Mundial)

% - Porcentagem

© - Copyright

® – Marca registrada

°C – Grau Celsius

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	20
2 REFERENCIAL TEÓRICO	22
2.1. MONITORAMENTO AMBIENTAL	22
2.2. BALNEABILIDADE	24
2.2.1. Bactérias indicadoras de contaminação fecal	27
2.2.1.1. Coliformes totais	29
2.2.1.2. Coliformes termotolerantes	30
2.2.1.3. Escherichia coli	30
2.2.1.4. Enterococos	31
2.2.2. Fatores ambientais limitantes	33
2.2.2.1. Potencial Hidrogeniônico (pH)	33
2.2.2.2. Temperatura	34
2.2.2.3. Salinidade	35
2.3. RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL ESTADUAL PONTA DO TUBARÃO (RDSEPT)	35
2.3.1. Dinâmica ambiental no estuário da RDSEPT	38
2.3.1.1. Aspectos gerais	38
2.3.1.2. Processos	40
2.3.1.3. Dinâmica integrada da paisagem do estuário	41
2.3.2. Percepção da comunidade quanto a balneabilidade	42
3 OBJETIVOS	44
3.1. Geral	44
3.2. Específicos	44
4 REFERÊNCIAS	45
5 CAPÍTULO I – ANÁLISE DA BALNEABILIDADE DAS ÁGUAS ESTUARINAS DA RESERVA DE DESENVOLVIMENTO ESTADUAL PONTA DO TUBARÃO – RIO GRANDE DO NORTE	53
6 CAPÍTULO II – ASPECTOS SOCIAIS DOS MORADORES DA RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL ESTADUAL PONTA DO TUBARÃO QUANTO À BALNEABILIDADE DE ÁGUAS ESTUARINAS	68
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
ANEXOS	85

1 INTRODUÇÃO

A qualidade de vida da população e o desenvolvimento ambientalmente correto de atividades econômicas estão diretamente relacionados com o manejo planejado das águas, sejam elas destinadas ao uso agrícola, à produção de energia elétrica, ao uso recreacional ou ao consumo humano. A ausência de manejo planejado das águas na má qualidade deste recurso, acarretando riscos à saúde humana que, geralmente, são associados a poluentes provenientes de ações e atividades potencialmente poluidoras. Esses poluentes, quando na forma de efluentes domésticos e/ou industriais, acabam desaguando em rios e chegando até o litoral. No atual contexto de crise hídrica, fontes não poluídas de água são cada vez mais escassas.

A qualidade das águas é bastante influenciada pela ausência de saneamento básico – realidade da maioria das cidades litorâneas brasileiras, possibilitando que corpos de água sejam contaminados por esgotos domésticos e/ou industriais e cheguem até as águas dos balneários, expondo os banhistas a doenças de veiculação hídrica (CETESB, 2014).

Águas recreacionais estuarinas, foco desta pesquisa, onde existe recreação de contato primário, estão susceptíveis a receber quantidades significativas de efluentes, expondo os banhistas a agentes patogênicos, como vírus, bactérias, fungos, protozoários e helmintos, sendo necessário o monitoramento adequado da qualidade da água, já que as descargas de esgoto doméstico não tratado são consideradas como uma das maiores fontes de poluição de ambientes marinhos (UNEP/GPA, 2006).

Frente a estas realidades surge a necessidade de pesquisas e programas de monitoramento que forneçam informações sobre os fatores que influenciam o estado de conservação, preservação, degradação e recuperação ambiental de uma determinada região estudada, sendo essas informações importantes, pois subsidiam medidas de planejamento, controle, recuperação, preservação e conservação do ambiente em estudo, além de auxiliarem na definição de políticas ambientais. O monitoramento ambiental é um processo de coleta de dados, estudo e acompanhamento contínuo e sistemático das variáveis ambientais, com o objetivo de identificar e avaliar – qualitativa e quantitativamente – as condições dos recursos naturais em um determinado momento, assim como as tendências ao longo do tempo, sendo objetivos do monitoramento dos recursos hídricos o acompanhamento das alterações de sua qualidade, a elaboração de previsões de comportamento, o fornecimento de instrumentos de gestão e o fornecimento de subsídios para ações saneadoras (EMBRAPA, 2016).

O monitoramento ambiental deve ser realizado em ambientes de unidade de conservação (UC), como forma de preservação e conservação dos recursos naturais existentes, pois essas UC têm sido historicamente criadas, na maioria das vezes e em todo o mundo, com base em

valores como belezas naturais, potencial para recreação e turismo, proteção dos mananciais, proteção de valores históricos, buscando proteger as amostras de toda a diversidade dos ecossistemas naturais (PRESSEY, 1994), embora somente a criação de áreas protegidas seja insuficiente quanto à eficácia em proteger as amostras de toda diversidade biológica dos ecossistemas naturais, uma vez que, normalmente, no Brasil, as ações de criação, gestão, monitoramento e fiscalização de UC são efetivadas por meio de decisões unilaterais, ou seja, por imposição do governo (SANTILLI, 2005).

A Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão (RDSEPT), foco desta pesquisa, situada no litoral do Estado do Rio Grande do Norte, criada em 2003, caracteriza-se como uma exceção, devido ao fato que sua criação foi motivada por uma demanda da própria comunidade local. A história da criação da RDSEPT significa oito anos de lutas, movimentos e ações comunitárias em defesa da preservação e conservação dos ecossistemas, em especial a área estuarina e o seu entorno, dos modos de vida tradicional e, do direito à participação nas tomadas de decisões (NOBRE, 2011; SANTOS, 2008; MATTOS, 2011).

Assim, a ausência de plano de manejo e de ações de monitoramento ambiental, no tocante às águas estuarinas, de uma das principais unidades de conservação do Estado do Rio Grande do Norte, a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão (RDSEPT), justifica a necessidade de se conhecer os parâmetros microbiológicos e físico-químicos ressaltados na Resolução Conama nº 274 de 29 de novembro de 2000, uma vez que a qualidade das águas estuarinas da reserva está diretamente associada a percepção ambiental e a opinião da população local, uma vez que estudos relacionados à gestão dos recursos naturais destacam a importância de compreender e incorporar as percepções locais em iniciativas de conservação (DIEGUES, 2001), para que atividades potenciais de pesca artesanal e turística possam ser alavancadas como forma de desenvolvimento socioeconômico e ambiental. Nesta perspectiva, o estudo de parâmetros socioambientais permite compreender melhor a relação existente entre as ações antrópicas e o meio ambiente, bem como o resultado da atuação das instituições por meio de planos, programas, projetos, instrumentos legais e financeiros, capazes de manter o equilíbrio ecológico ou recuperar áreas e sistemas específicos da RDSEPT.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Monitoramento Ambiental

Com o aumento dos efeitos da degradação ambiental sobre a disponibilidade de recursos hídricos, a gestão de bacias hidrográficas assume importância notória no Brasil. Ao longo das últimas décadas, ocorreram avanços significativos no setor de recursos hídricos. A mudança de uma gestão institucionalmente fragmentada para uma legislação integrada e descentralizada foi o mais importante deles, principalmente com a edição da Lei Federal n.º 9.433, em 8 de janeiro de 1997 (BRASIL, 2007), e a criação da Agência Nacional de Águas (ANA), no ano de 2000 (JACOBI; BARBI, 2007).

Ações antrópicas vêm causando, ao longo do tempo, a insustentabilidade dos recursos naturais, uma vez que a ausência ou o manejo inadequado das águas, muitas vezes, compromete o equilíbrio dos ecossistemas. Nesse contexto, torna-se evidente a necessidade de considerar as interações entre os setores social, econômico e ambiental, a fim de conduzir estratégias de sustentabilidade que possibilitem segurança hídrica para a população e as condições necessárias aos seus múltiplos usos (HOEKSTRA; HUNG, 2004; SANTOS et al., 2007).

Segundo Mendonça e Santos (2006), a urbanização não planejada, no mundo e no Brasil, constitui um dos principais impactos ambientais negativos produzidos no ciclo hidrológico, cujos efeitos podem ser visualizados direta e indiretamente, ocasionando vulnerabilidades socioambientais relacionadas à escassez desse recurso, já que ela vem acompanhada da impermeabilização do solo, disposição inadequada de resíduos sólidos e líquidos, causando a contaminação de ambientes e problemas de saúde à população, problemas esses motivados pela ausência de saneamento básico.

A intensiva urbanização, como resultado do crescimento populacional presenciado nos últimos anos, está fortemente relacionada a problemas de qualidade de água (SCHIRMER et al., 2013). Atividades relacionadas ao desenvolvimento industrial causam intensas alterações em sistemas hídricos, nos quais o lançamento de cargas de efluentes podem causar efeitos significativos na dinâmica e qualidade do corpo receptor. O uso do solo destinado às atividades agropecuárias, por sua vez, contribui significativamente com o aumento das concentrações de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, em águas superficiais (LOZA et al., 2014; SMITH et al., 2013). Assim, a descarga de efluentes e a lixiviação de terras fertilizadas utilizadas para a agricultura podem alterar o ciclo de nutrientes naturais em corpos hídricos e sobrecarregá-los com nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio, e matéria orgânica. Em resposta, pode

ocorrer o aumento da produção primária. Quando excessivo este aumento pode levar a um desequilíbrio, uma vez que os decompositores desta matéria orgânica consomem o oxigênio mais rápido do que ele pode ser produzido pelos organismos fotossintetizantes, levando a uma condição de depleção de oxigênio na coluna d'água, colocando em risco a vida de organismos aeróbicos obrigatórios (RICKLEFS, 2012).

A compreensão do efeito que a ausência de saneamento básico exerce sobre as águas é fundamental para auxiliar no esclarecimento de questões como: o lançamento de efluentes domésticos e/ou industriais não tratados, em águas estuarinas, pode afetar seriamente a balneabilidade, causando contaminação por micro-organismos transmissores de doenças? E, assim, diminuindo a capacidade de atrair o turismo para regiões de águas estuarinas?

A água é um elemento fundamental para a manutenção e a preservação da vida na Terra. O uso sustentável dos recursos hídricos representa atualmente um grande desafio, uma vez que implica em colocar em prática formas de gestão que unam o crescimento econômico e populacional à preservação ambiental. A humanidade tinha, no passado, a água como um bem infinito e acreditava que os corpos hídricos possuíam elevada capacidade de autodepuração. No entanto, nas últimas décadas, o rápido desenvolvimento industrial, o aumento populacional e o desenvolvimento agrícola levaram à preocupação com a qualidade e a disponibilidade dos recursos hídricos para consumo humano, devido à rápida degradação dos mananciais (MARQUES et al., 2007).

A manutenção da qualidade da água, para os seus diferentes usos, é uma tarefa complexa que só é possível quando se tem o conhecimento do impacto que as atividades humanas causam na dinâmica de um ecossistema aquático (SCHIRMER et al., 2013). Vários fatores devem ser avaliados quando se busca determinar a qualidade de um manancial. Fatores ambientais (climáticos, físico-químicos, sanitários e biológicos) devem ser considerados, a fim de compreender a dinâmica de um ecossistema aquático e a qualidade de suas águas (DELPLA et al., 2009). A importância do saneamento para a humanidade é reconhecida por vários autores e destacada em diversos estudos. Condições adequadas de saneamento, ao mesmo tempo, é um requisito indispensável para a proteção da saúde humana, sobretudo nos países em desenvolvimento, sendo uma medida fundamental para a proteção do ambiente, satisfazendo necessidades de conforto às populações e é um elemento indissociável do planejamento e desenvolvimento urbano e rural (BRASIL, 2006).

A utilização do saneamento como instrumento de promoção da saúde pressupõe a superação dos entraves tecnológicos, políticos e gerenciais que têm dificultado a extensão dos benefícios aos residentes em áreas rurais, municípios e localidades de pequeno porte. A maioria

dos problemas sanitários, que afetam a população mundial, está intrinsecamente relacionada com o meio ambiente. Um exemplo disso é a hepatite A, cólera, febre tifoide e a diarreia que, com mais de quatro bilhões de casos por ano, é uma das doenças que mais afligem a humanidade, já que causa 30% das mortes de crianças com menos de um ano de idade. Entre as causas dessa doença destacam-se as condições inadequadas de saneamento (GUIMARÃES, CARVALHO e SILVA, 2007). No Brasil, as doenças resultantes da falta ou de um inadequado sistema de saneamento, especialmente em áreas pobres, têm agravado o quadro epidemiológico (BRASIL, 2006).

Diante disso, ações de monitoramento ambiental são cada vez mais importantes, pois fornecem informações sobre os fatores que influenciam o estado de conservação, preservação, degradação e recuperação ambiental da região estudada, bem como subsidia medidas de planejamento, controle, recuperação, preservação e conservação e auxilia na definição de políticas públicas ambientais. O monitoramento ambiental das águas estuarinas da RDSEPT permite compreender melhor a relação das ações da comunidade com os ecossistemas existentes, bem como o resultado da atuação das instituições por meio de planos, programas, projetos, instrumentos legais e financeiros, capazes de manter o equilíbrio ecológico ou recuperar áreas e sistemas específicos da reserva. Assim, o monitoramento da qualidade da água do estuário possibilita o acompanhamento das alterações de sua qualidade (por meio de variáveis físico-químicas, microbiológicas e estudos de impactos ambientais), fornece previsões de comportamento, desenvolve instrumentos de gestão e fornece subsídios para ações saneadoras.

2.2 Balneabilidade

Ao longo dos últimos anos, o interesse por práticas de recreação em ambientes aquáticos tem crescido significativamente, de modo especial, devido à procura pelo contato com a natureza, como forma de sair da rotina estressante do meio urbano.

A Organização Mundial da Saúde define ambientes de recreação de águas salgadas e doces como qualquer área costeira, estuarina ou de águas doces onde qualquer tipo de uso recreacional da água seja feito por um número significativo de usuários (WHO, 2003). No Brasil, alguns ambientes de recreação (balneários) apresentam concentrações de indicadores de contaminação fecal, muito superiores aos valores de referência adotados pelos principais órgãos ambientais do mundo. Isto se deve à poluição advinda, principalmente, de atividades potencialmente poluidoras e, sobretudo, ao despejo de esgotos domésticos, conforme apontam os estudos realizados por Vasconcelos et al. (2006), Lopes et al. (2008), Magalhães Jr e Lopes (2010) e Weerelt *et al.* (2012). A recreação, quando realizada em águas contaminadas, oferece

riscos de uma série de doenças de veiculação hídrica, especialmente se os usuários forem pessoas idosas, pessoas com baixa resistência imunológica ou crianças. Considera-se que as crianças constituem um grupo de maior risco, pois tendem a permanecer em contato com as águas por longos períodos de tempo, em comparação aos demais grupos etários e, durante suas atividades, há maior possibilidade de ingestão acidental de água (POND, 2005), principalmente em corpos de água poluídos e/ou contaminados que apresentam um risco potencial de expor os banhistas a doenças de veiculação hídrica, como as gastroenterites e dermatites (FRANCENER et al., 2010).

As águas recreacionais contêm geralmente uma mistura de micro-organismos patogênicos e não patogênicos, que podem ser derivados dos efluentes do esgoto, do uso pela população e por animais. Além disso, podem também conter micro-organismos patogênicos de vida livre, que causam infecções gastrointestinais após ingestão, ou infecções respiratórias (WHO, 2003). Ainda de acordo com o mesmo autor, as infecções e doenças, devido ao contato recreacional da água, são geralmente suaves e assim difíceis de detectar por meio dos sistemas médicos rotineiros.

Atualmente, no Brasil, a avaliação da qualidade das águas de rios, lagoas e mares para atividades que envolvam o contato primário com as águas, ou seja, a balneabilidade, deve atender aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000. De acordo com a referida resolução, as condições de balneabilidade das águas doces, salobras e salinas destinadas à recreação de contato primário terão sua condição avaliada nas categorias própria (excelente, muito boa e satisfatória) e imprópria, definidas de acordo com os teores de coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* e/ou Enterococos, conforme o Quadro 1 (BRASIL, 2000).

Considerando a função balneária dos corpos hídricos, o monitoramento da qualidade da água assume importância fundamental, em função de dois fatores principais: o risco de contaminação de banhistas e o tempo, relativamente curto, entre a contaminação e o decaimento bacteriano, uma vez que a Resolução CONAMA nº 274/00 estabelece ser desaconselhável tomar banhos em praias classificadas como impróprias, bem como se deve evitar o banho nas primeiras 24 horas após chuvas intensas, e ainda em canais que desembocam na praia, pois apresentam grande chance de estarem contaminados por esgotos. Isto implica na necessidade de o monitoramento da balneabilidade ser realizado por meio de coletas e análises de amostra de água, por um período de, no mínimo, cinco semanas consecutivas (BRASIL, 2000).

Os Estados da Federação devem executar o monitoramento das águas estuarinas e alguns Estados brasileiros são destacados por apresentarem programas de monitoramento das

suas águas costeiras e/ou interiores. No Estado de São Paulo, por exemplo, o monitoramento da balneabilidade das praias é realizado, desde a década de 1970, pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), que mantém uma rede de 155 pontos de amostragem ao longo de 427 km de costa (CETESB, 2016). Em Santa Catarina, o monitoramento da balneabilidade das praias é realizado pela Fundação do Meio Ambiente – FATMA, desde 1976, contando com 194 pontos de coleta, distribuídos ao longo de 500 km de costa (FATMA, 2015).

Quadro 1 – Parâmetros utilizados para análise da balneabilidade.

CARACTERÍSTICAS	AVALIAÇÃO DA BALNEABILIDADE	
Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras houver, no máximo, 250 coliformes fecais (termotolerantes) ou 200 <i>Escherichia coli</i> ou 25 enterococos por 100 mililitros;	PRÓPRIA	EXCELENTE
Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras houver, no máximo, 500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 400 <i>Escherichia coli</i> ou 50 enterococos por 100 mililitros;		MUITO BOA
Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras houver, no máximo, 1.000 coliformes fecais (termotolerantes) ou 800 <i>Escherichia coli</i> ou 100 enterococos por 100 mililitros.		SATISFATÓRIA
a) Não atendimento aos critérios estabelecidos para as águas próprias; b) Valor obtido na última amostragem for superior a 2500 coliformes fecais; ou 2000 <i>Escherichia coli</i> ou 400 enterococos por 100 mililitros; c) Incidência elevada ou anormal, na Região, de enfermidades transmissíveis por via hídrica, indicada pelas autoridades sanitárias; d) Presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação; e) pH < 6,0 ou pH > 9,0 (águas doces), à exceção das condições naturais; f) Floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana; g) Outros fatores que contraindiquem, temporária ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário.	IMPRÓPRIA	

Fonte: Adaptado da Resolução CONAMA nº 274.

Já o governo do Mato Grosso, através da Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SEMA, realiza o monitoramento da balneabilidade nas praias fluviais do estado desde o ano de 1995 e, como as demais instituições citadas, disponibiliza os resultados do monitoramento para consulta pública através de relatórios publicados na Internet (SEMA, 2015). No Ceará, o monitoramento da balneabilidade é concentrado basicamente na região de Fortaleza, sob a responsabilidade da Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE, que monitora, desde 1978, 31 pontos de coleta, distribuídos ao longo do litoral, em uma extensão de 25 km, entre os rios Cocó e Ceará (SEMACE, 2015).

No Rio Grande do Norte, ao longo dos últimos anos, é desenvolvido o Programa “Água Azul” (IDEMA, 2016) que tem por objetivos realizar o monitoramento sistemático da qualidade das águas dos principais corpos d'água interiores norte-rio-grandenses, bem como das águas subterrâneas, verificar as condições de balneabilidade de praias do Estado, além de promover uma investigação passivo ambiental, decorrente da contaminação, por derivados de petróleo, do aquífero na Cidade de Natal. Sua operação está sendo realizada pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Norte (IDEMA), Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN) e Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio Grande do Norte (EMPARN), com o apoio técnico-científico da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte (UERN) e do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFRN).

2.2.1. Bactérias Indicadoras de contaminação fecal

Um dos principais desafios para a avaliação das condições de balneabilidade consiste no estabelecimento de indicadores que possam, efetivamente, apresentar uma boa correlação entre a sua presença no ambiente aquático e a incidência de doenças em banhistas. Dentre os diversos micro-organismos capazes de transmitir infecções através da água, no Quadro 2 é possível visualizar alguns que podem comprometer a segurança da prática da atividade recreacional.

No entanto, por questões práticas relacionadas à identificação de uma vasta variedade de micro-organismos, o uso de indicadores microbiológicos, tais como os coliformes fecais, tem sido contemplado em diversos trabalhos de investigação epidemiológica relacionados à balneabilidade.

O monitoramento de organismos patogênicos consiste em um componente essencial de qualquer avaliação de qualidade das águas, em que o uso possibilite sua ingestão direta ou indireta. Dessa forma, a utilização de organismos indicadores de qualidade de águas, para fins de recreação de contato primário, apresenta a vantagem de estes serem facilmente isolados e identificados por técnicas simples e de baixo custo, além de apresentarem sobrevivência semelhante às das bactérias enteropatogênicas (CETESB, 2009; CECH, 2005, PARKHURTS *et al.*, 2007).

Quadro 2 – Grupos de micro-organismos capazes de transmitir doenças no uso recreacional das águas.

Organismo	Agente Causal
Bactérias	<i>Campylobacter</i> <i>E. coli</i> <i>Helicobacter pylori</i> <i>Legionella</i> <i>Leptospira</i> <i>Mycobacterium avium</i> <i>Salmonella typhi</i> <i>Shigella</i> <i>Vibrio vulnificus</i>
Vírus	Adenovírus humano Coxsackievirus Echovirus Hepatite A Hepatite E
Protozoários e helmintos	<i>Cryptosporidium parvum</i> <i>Giardia duodenalis</i> Microsporidia <i>Naegleria fowleri</i> <i>Schistosoma spp.</i>

Fonte: Adaptado de Pond (2005).

As excretas de origem humana e animal, quando em contato com água, caracterizam-se como o principal meio de transmissão de micro-organismos patogênicos. As doenças mais comuns são a febre tifoide, a febre paratifoide, cólera, disenteria bacilar, diarreias, hepatites A e E. Pesquisa que envolve micro-organismos patogênicos requer procedimentos contínuos, longos e, muitas vezes, complexos, que se utilizem de organismos indicadores de contaminação

fecal para avaliar a qualidade bacteriológica da água e consequentemente as condições de balneabilidade. Dentre os principais estão os coliformes totais, coliformes fecais, *Escherichia coli* e o estreptococos fecais.

2.2.1.1. Coliformes Totais

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. O grupo coliforme inclui todos os bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de crescer na presença de sais biliares ou outros compostos ativos de superfície (surfactantes) com propriedades similares de inibição de crescimento e que fermentam a lactose com produção de aldeído, ácido e gás a 35°C (trinta e cinco graus Celsius), em 24-48 (vinte quatro – quarenta e oito) horas. Exemplos de coliformes totais são os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia* e *Enterobacter*, bactérias que estão associadas às fezes de animais de sangue quente e com matéria orgânica poluída no solo.

No que diz respeito às técnicas de detecção, considera-se do grupo coliformes totais aqueles organismos que na técnica dos tubos múltiplos (ensaio presuntivo e confirmatório) fermentam a lactose, com produção de gás, a 35°C (trinta e cinco graus Celsius). Já no caso da técnica de membrana filtrante, aqueles que produzem colônias escuras, com brilho metálico, a 35°C (trinta e cinco graus Celsius), em meios de cultura do Caldo Verde Brilhante Bile Lactose 2%, no prazo máximo de 24 horas (TORTORA et al., 2000).

Ao longo dos últimos anos, vários estudos têm sido realizados com o objetivo de quantificar o número de coliformes totais. Em seu trabalho intitulado “Balneabilidade da Lagoa Rodrigo de Freitas: Variação Temporal e Espacial”, Van Weerelt et al. (2012) afirma que os coliformes totais apresentaram valores entre 2.400NMP/100mL e 240.000NMP/100mL, o que indica que a água está imprópria ao contato primário (balneabilidade). Vieira e Vasconcelos (2005) obtiveram valores para o NMP de CF/100 mL de <1,8 a 160.000 e < 1,8 a 170.000, respectivamente, quando realizavam o monitoramento microbiológico das praias do Meireles e de Iracema através do Número Mais Provável (NMP) de coliformes fecais (CF) e de *Escherichia coli*, a fim de caracterizá-las se Próprias ou Impróprias para balneabilidade.

Assim torna-se necessário um monitoramento permanente dessas águas, uma vez que o aumento de frequentadores tende a aumentar o nível de poluição e, consequentemente, os riscos patogênicos.

2.2.1.2. Coliformes Termotolerantes

Os coliformes termotolerantes, comumente chamados de coliformes fecais, é um subgrupo dos coliformes totais, restrito aos membros capazes de fermentar a lactose em 24 horas a 44,5-45,5°C, com produção de gás. A princípio, esta definição teve por objetivo selecionar apenas as enterobactérias originárias do trato gastrointestinal (*E. coli*), porém, atualmente, sabe-se que o grupo inclui membros de origem não fecal (várias cepas de *Klebsiella* sp., *Enterobacter agglomerans*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter cloacae*, *Citrobacter freundii*). Em função disso, o termo coliforme fecal tem sido, gradativamente, substituído por coliformes termotolerantes (SILVA et al., 2010).

Como indicador de poluição fecal recente, os coliformes termotolerantes apresentam-se em grande quantidade nas fezes, sendo, portanto, facilmente isolados e identificados na água por meio de técnicas simples e rápidas, além de apresentarem sobrevivência praticamente semelhante a bactérias enteropatogênicas. No entanto, a presença de coliformes termotolerantes nas águas não confere a estas uma condição infectante. Este subgrupo das bactérias coliformes não é por si só prejudicial à saúde humana, apenas indica a possibilidade da presença de quaisquer organismos patogênicos (CETESB. 2009).

A determinação da concentração dos coliformes termotolerantes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de micro-organismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifoide, febre paratifoide, disenteria bacilar e cólera. Em média, a contribuição per capita de coliformes termotolerantes e sua principal representante, a bactéria *Escherichia coli*, pode variar de 10^9 a 10^{10} células/habitante/dia e sua concentração de 10^6 a 10^8 ml de esgoto (SPERLING, 2005).

2.2.1.3. *Escherichia coli*

A *Escherichia coli* pertence à família Enterobacteriaceae, sendo caracterizada, de acordo com a resolução nº 274 do CONAMA, pela presença das enzimas β -galactosidase e β -glicuronidase. Desenvolve-se em meio complexo na temperatura de 44-45°C, fermenta lactose e manitol produzindo ácido e gás, e produz indol, a partir do aminoácido triptofano (CONAMA, 2000). Essa bactéria é abundante em fezes humanas e de animais, tendo apenas sido encontrada em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente. Vale ressaltar que a *E. coli* é o único coliforme exclusivo das fezes de animais homeotérmicos (homens, animais selvagens, domésticos e de granja, mamíferos e aves). Sua concentração é de aproximadamente 10⁹ bactérias por grama de fezes (CEBALLOS, 2000).

Cerca de 95% dos coliformes existentes nas fezes humanas e de outros animais são *E. coli* e, dentre as bactérias de habitat reconhecidamente fecal, dentro do grupo de coliformes termotolerantes, a *E. coli*, embora também possa ser introduzida a partir de fontes não fecais, é o melhor indicador de contaminação fecal conhecido até o momento, pois satisfaz todas as exigências de um indicador ideal de poluição. Por esse motivo, as tendências atuais se direcionam no sentido da detecção específica da *E. coli* (SILVA et al., 2010). Essa bactéria é uma espécie comensal predominante na microbiota anaeróbia facultativa do trato gastrointestinal dos humanos e dos animais de sangue quente. É também, de um modo geral, um comensal inofensivo, mesófilo típico que cresce na faixa de temperatura de 7°C-37°C, sendo que algumas cepas enteropatogênicas crescem a 4°C. Essas cepas patogênicas são classificadas de acordo com a sua ação no hospedeiro, podendo ser enteropatogênicas, enterotoxigênicas, enteroinvasivas, enterohemorrágicas, enteroagregativas, uropatogênicas, neonatalmeningite, e facultativamente enteropatogênicas (JAY, 2005).

Segundo Lourenço et al. (2009), no monitoramento das águas das praias Odus e Barreiras, situadas no município de Camocim – CE, foram coletadas 21 amostras das águas, representando 17 semanas, de cada uma das praias, durante os meses de fevereiro a julho de 2003. Os resultados mostraram que a praia do Odus é a mais contaminada, estando imprópria para balneabilidade durante oito semanas (47,0%), enquanto a praia de Barreiras foi considerada própria durante todas as semanas estudadas.

2.2.1.4. *Enterococcus* sp.

Os enterococos, anteriormente classificados no gênero *Streptococcus*, grupo sorológico D de Lancefield (*S. avium*, *S. bovis*, *S. faecalis* e *S. faecium*) encontram-se atualmente reclassificados no novo gênero *Enterococcus*. O novo gênero inclui: *E. faecalis*, *E. faecium*, *E. avium*, *E. classeliflavus*, *E. durans*, *E. gallinarum*, *E. hirae*, *E. maloduratus* e *E. mundtii*. Os enterococos mais comumente encontrados em alimentos são *E. faecalis* e *E. faecium* (SILVA et al., 2010; FRANCO; LANDGRAF, 2005). São bactérias na forma de cocos ou coco bacilos gram-positivos, que ocorrem isolados, aos pares ou em pequenas cadeias, sendo catalase negativos e anaeróbios facultativos. Alguns são móveis e a temperatura ótima de crescimento é de 35°C-37°C. São típicos da microbiota de animais de sangue quente ou frio e suas principais características diferenciadas são a capacidade de hidrolisar a esculina, crescer a 45° C, a 10° C e em pH 9,6, na presença de NaCl 6,5%. Estes microrganismos não requerem atmosfera contendo elevada concentração de CO₂ para sua multiplicação, embora algumas cepas o façam melhor sob essa condição. O metabolismo fermentativo resulta em L (+) ácido lático como

principal componente da fermentação da glicose. Devido a isso, são conhecidos como típicas bactérias ácido-láticas homofermentativas (SILVA et. al., 2010).

A natureza abriga, extensivamente, as bactérias do grupo dos enterococos, podendo ser encontradas tanto em solos, plantas, vegetais, águas, produtos alimentícios derivados de leite, microbiota autóctone de vários alimentos, com também, e em grandes quantidades, na microbiota normal do trato gastrointestinal e das fezes de animais vertebrados. Este último fator, associado à habilidade de sobrevivência no meio ambiente e à significativa resistência ao calor, justificam o uso dos enterococos como indicadores de contaminação fecal. A relação entre a presença de enterococos em alimentos e aspectos relacionados à segurança alimentar tem sido amplamente revisada pelo fato de, geralmente, os enterococos não estarem presentes em águas e solos virgens ou não poluídos – portanto, sua identificação pode dar indicação de contaminação fecal (humana ou animal) recente. Segundo Jay (2005), a maior resistência aos processos de tratamento de esgoto, em comparação com coliformes fecais, permite uma correlação mais direta com a sobrevivência sanitária. Além disso, as taxas de resistência são similares às daquelas das bactérias patogênicas aquáticas. As principais aplicações das contagens de enterococos são a avaliação de mananciais e corpos d'água, a avaliação da qualidade da água tratada e a avaliação e o monitoramento das condições higiênicas de sistemas industriais.

A comprovação de que o número de gastroenterites, associadas a banhistas dos locais de análise, está diretamente relacionado com a qualidade da água e que os enterococos são os mais eficientes indicadores bacterianos da qualidade da água foi demonstrada através de estudos em praias (APHA, 2005).

A maioria das espécies de enterococos é de origem fecal humana, embora possam ser isolados de fezes de animais (CONAMA, 2000). Em relação à qualidade das águas marinhas, os enterococos são contemplados na legislação brasileira, através da Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, para avaliação da qualidade sanitária das águas para balneabilidade. As águas são consideradas impróprias quando no trecho avaliado for verificado valor obtido na última amostragem superior a 2500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 2000 *Escherichia coli* ou 400 enterococos por 100 mililitros.

Enterococos podem causar infecções no trato urinário, na corrente sanguínea, no endocárdio, no abdome, na mucosa nasal e no trato biliar; sendo reconhecidos como a segunda causa de infecções urinárias de feridas e a terceira causa mais comum de bacteremia hospitalar. A maior parte das infecções por enterococos no ambiente hospitalar origina-se da microbiota normal do paciente, embora esses microrganismos possam também ser transferidos de paciente

para paciente ou adquiridos através do consumo de água ou alimentos contaminados (MURRAY et al., 2004).

É um grupo que tem se tornado questão central dentro das diferentes áreas de pesquisa. Por um lado, eles desempenham um importante papel na fermentação de diversos produtos e por outro lado são considerados como indicadores de contaminação fecal, ou ainda como micro-organismos com algum potencial patogênico. Além disso, apresentam resistência intrínseca a vários agentes antimicrobianos como penicilinas, cefalosporinas, sulfonamidas, cloranfenicol, eritromicina, entre outros (HORNER et al., 2005).

2.2.2. Fatores ambientais limitantes

A existência de fatores ambientais como o pH, a salinidade e a temperatura foram citados em diversos estudos como inativadores de bactérias de contaminação fecal em ambientes aquáticos.

2.2.2.1. Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH representa a concentração de íons H^+ promovendo uma condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade na água. A faixa de pH é de 0 a 14, e as alterações desses valores podem afetar a vida da fauna e da flora aquáticas. Os valores afastados da neutralidade podem afetar a vida aquática. Os valores muito altos podem estar associados à proliferação de algas. A neutralidade ocorre com pH igual a 7,0. Valores abaixo disso causam condições ácidas e valores acima condições básicas. O constituinte responsável pelo pH ocorre na forma de sólidos dissolvidos e de gases dissolvidos (SPERLING, 2005). Alterações bruscas no pH podem acarretar o desaparecimento dos seres nela presentes. Valores fora das faixas recomendadas podem alterar o sabor da água e contribuir para a corrosão dos sistemas de distribuição de água, ocorrendo, com isso, uma possível extração de ferro, cobre, chumbo, zinco, e cádmio, e dificultar a descontaminação das águas. O pH afeta o metabolismo de várias espécies aquáticas. 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 (ANA, 2016).

Os valores de pH estão relacionados a fontes naturais, como dissolução de rochas, absorção de gases atmosféricos, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese, e a fatores antropogênicos pelos despejos de esgotos domésticos e industriais, devido à oxidação da matéria orgânica e à lavagem ácida de tanques, respectivamente (SPERLING, 2005).

A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Também o efeito indireto é muito importante podendo, em determinadas condições de pH, contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados; em outras condições pode exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes.

Desta forma, as restrições de faixas de pH são estabelecidas, tanto de acordo com a legislação federal, quanto pela legislação estadual. Os critérios de proteção à vida aquática fixam o pH entre 6 e 9 (CETESB, 2014). Ainda a principal causa de alteração do pH da água, de origem antropogênica, são os despejos industriais. Este parâmetro não apresenta riscos em termos de saúde pública, a menos que seu valor seja muito baixo ou muito alto, podendo provocar irritações nos olhos e na pele (SPERLING, 2005; 2007).

2.2.2.2. Temperatura

A temperatura é a medição da intensidade de calor na água. Ela desempenha um papel principal de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de variáveis físico-químicas (SPERLING, 2007). Em geral, à medida que a temperatura aumenta, de 0 a 30°C, viscosidade, tensão superficial, compressibilidade, calor específico, constante de ionização e calor latente de vaporização diminuem, enquanto a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam (CETESB, 2009). Além da influência sobre as variáveis físico-químicas, a variação da temperatura influi nos organismos aquáticos, uma vez que estes possuem limites de tolerância térmica superior e inferior, temperaturas ótimas para crescimento, temperatura preferida em gradientes térmicos e limitações de temperatura para migração, desova e incubação do ovo (SPERLING, 2005).

Todos os corpos d'água apresentam variações de temperatura ao longo do dia e das estações do ano. No entanto, o lançamento de efluentes com altas temperaturas pode causar impacto significativo nos corpos d'água (ANA, 2016). A temperatura da água altera a solubilidade dos gases e a cinética das reações químicas, fazendo com que a interação dos poluentes com o ecossistema aquático seja bastante influenciada (BRAGA et al., 2005). As variações de temperatura fazem parte do regime climático normal e corpos de água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical. A temperatura superficial é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade (CETESB, 2014). Ainda a principal causa de alteração da temperatura da água, de origem antropogênica, são os despejos industriais (SPERLING, 2007).

2.2.2.3. Salinidade

Com relação à salinidade é importante assinalar o fato que bactérias do gênero *Enterococcus* são capazes de tolerar altas concentrações de sais (16,5%) comparada com *E. coli* e com os coliformes fecais, o que contribui para sua melhor atuação como indicador de risco à saúde humana em ambientes recreacionais marinhos do que membros do grupo coliforme (BYAPPANAHALLI et al., 2012). Algumas pesquisas têm comentado sobre a relação inversa entre a detecção de enterococos e a salinidade (BERNARDO, 2007; PINTO; PEREIRA; OLIVEIRA, 2012; STRADIOTTO, 2013).

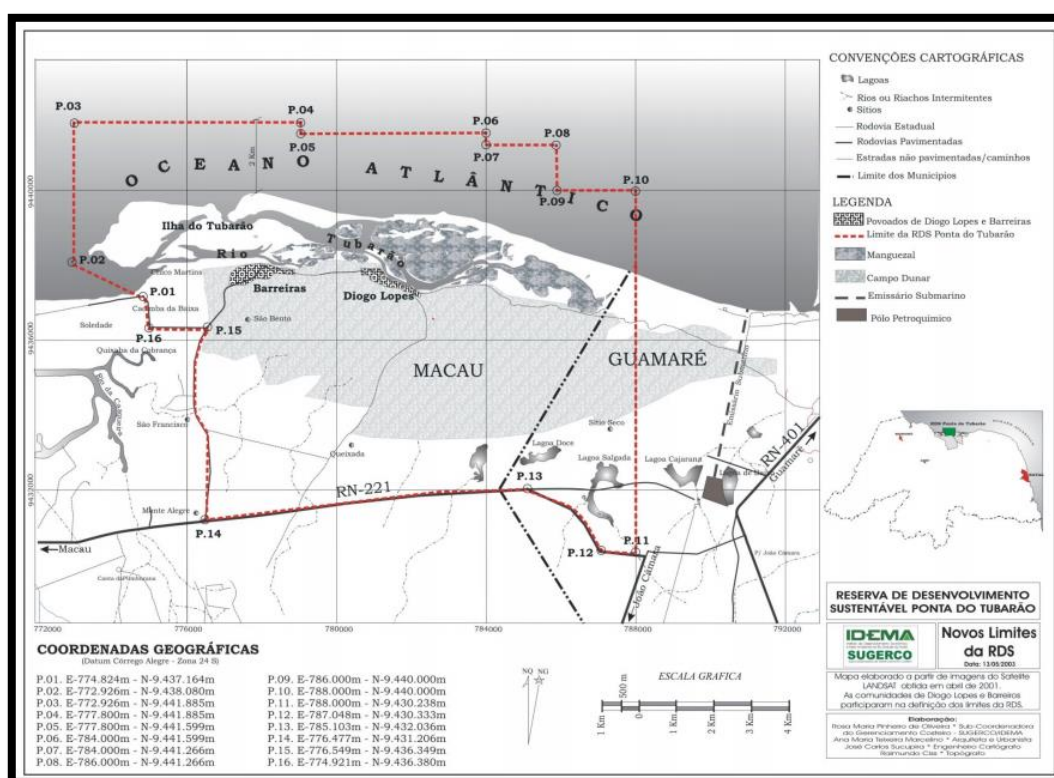
Em pesquisa realizada por Sinton et al. (2002), na Nova Zelândia, por meio de experimentos com mesocosmos utilizando águas doces e marinhas e posteriormente inoculadas com água residual, observaram maior persistência dos enterococos em águas doces que em águas marinhas, já os enterococos de esgotos brutos responderam de forma mais sensível à salinidade que aqueles da lagoa de estabilização. Anderson et al. (2005) pesquisaram a persistência e a sobrevivência de bactérias indicadoras fecais em águas doces, marinhas e sedimentos, mediante experimentos em mesocosmos. Conforme os autores, as taxas de diminuição de coliformes fecais foram, significativamente, mais baixas que as de enterococos em águas doces, mas não foram, significativamente, diferentes em águas marinhas. Outra pesquisa bastante interessante foi a de Carr et al. (2010), na qual avaliaram o uso combinado de enriquecimento com a técnica da PCR para a detecção de *Salmonella* em águas costeiras e sedimentos do Mississippi e a correlação da possível presença com níveis de enterococos e variáveis climatológicas. Foi relatada uma correlação altamente significativa entre a presença detectável de *Salmonella* e o valor médio na contagem de enterococos. Foi observada uma relação inversa entre a frequência de detecção e os níveis de salinidade, turbidez e radiação solar.

2.3. RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL ESTADUAL PONTA DO TUBARÃO (RDSEPT)

A Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão (RDSEPT) está situada no litoral setentrional do Estado do Rio Grande do Norte (Figura 1) localizada entre as coordenadas geográficas 5°2' S e 5°16' W e 36°26' S e 36°32' W nos municípios de Macau e Guamaré. A reserva abrange uma área total de 12.940,07 ha, e está situada aproximadamente a 176 km da capital do Estado. As vias de acesso de Natal – Macau se dão pela BR 406 e Mossoró – Assu – Macau pela BR 304 e RN 118 (DIAS; SALLES, 2006). Foi a primeira Reserva de

Desenvolvimento Sustentável criada no Rio Grande do Norte, no ano de 2003, por meio da Lei Estadual nº 8.341, devido à iniciativa das comunidades de pescadores e agricultores de Barreira, Diogo Lopes e Sertãozinho que, através das suas representações comunitárias, requereram a implantação de uma Unidade de Conservação Estadual na categoria de Reserva de Desenvolvimento Sustentável, denominada “Ponta do Tubarão”, visando proteger esse ambiente contra os efeitos negativos do turismo e da carcinicultura, assegurando, desta forma, o modo de vida tradicional das comunidades (IDEMA, 2004; IDEMA, 2008).

Figura 1 – Localização da RDS Ponta do Tubarão



Fonte: Idema, 2004.

Assim, os princípios que motivaram a sua criação, com ênfase na resistência da comunidade às práticas de descaracterização cultural, ambiental e de especulação imobiliária, a RDSEPT é reconhecida hoje como uma experiência exitosa de luta pela preservação dos recursos naturais disponíveis e de organização social (MAMERI et al., 2013). A RDSEPT é composta por comunidades do município de Guamaré: Mangue Seco I, Mangue Seco II e Lagoa Doce e no município de Macau: Chico Martins, Cacimba da Baixa, Baixa do Grito, Varjota, Canto da Imburana, Pau Feito, Diogo Lopes, Sertãozinho e Barreiras, que juntas possuem uma população com cerca de 10.000 habitantes (LIMA, 2010). O núcleo urbano da RDSEPT corresponde ao margeamento da RN-403, a saber, os distritos de Barreiras e Diogo Lopes,

estendendo-se à comunidade de Sertãozinho. Esse núcleo limita-se ao sul com as dunas e ao norte com o canal do braço de mar e o mangue. As comunidades dos distritos de Guamaré – Mangue Seco I e Mangue Seco II e Lagoa Doce – são essencialmente rurais, com pequenas áreas de monocultura e criação de animais (CUNHA, 2006).

Grande parte da população vive às margens do estuário Ponta do Tubarão, em Diogo Lopes, Barreiras e Sertãozinho, no município de Macau/RN. As comunidades sobrevivem da pesca artesanal realizada tanto no mar quanto na costa e no estuário. Localmente, esses ambientes são denominados maré e costa, respectivamente, tendo como principal destaque a pesca marítima da sardinha e do avoador. A atividade pesqueira feita no estuário é principalmente de marisco e tainha. O estuário é formado por manguezais e restinga que, com o formato alongado e parecido com um tubarão, deu origem ao nome desta unidade de conservação (NOBRE, 2005; DIAS, 2006; NOBRE, 2011).

O manguezal da Reserva é fortemente influenciado pelo regime de marés. Durante a baixa-mar, formam-se dezenas de crôas de areia ao longo do manguezal, resultantes do acúmulo de sedimento em alguns pontos. Os canais do rio ficam estreitos e com baixo volume de água e, em alguns pontos, formam-se pequenos alagados, semelhantes a pequenas poças de maré. Toda essa dinâmica de marés determina as atividades pesqueiras que podem ou não ser realizadas no manguezal (DIAS et al., 2007). Na RDSEPT, embora a pesca de alto mar e a pesca marinha costeira contribuam significativamente com a renda obtida pelas comunidades, a pesca estuarina é a base da subsistência dos moradores da Reserva. A pesca realizada no manguezal não é apenas uma fonte de renda para as comunidades, mas ela é, sobretudo, uma fonte de alimento disponível e acessível a qualquer momento. Os recursos do manguezal são a principal fonte de subsistência para os pescadores e moradores em geral. A região estuarina compreende uma área de cerca de 1.900 ha, representando aproximadamente 14,7% da área total da RDSEPT, sendo de fundamental importância para as populações das comunidades de Diogo Lopes, Barreiras e Sertãozinho (DIAS; SALLES, 2006).

Em toda extensão da RDSEPT, é possível observar diversos ecossistemas como área marinha costeira, estuário e manguezais, restinga, campos de dunas e área de caatinga hiperxerófila. A vegetação da RDSEPT é basicamente formada por *manguezais* com a presença de espécies “bredo do mangue”, “pirixiu”, mangue vermelho, mangue branco, mangue canoé; *vegetação de praias e dunas*, onde podemos destacar “bredo da praia”, “salsa da praia”, “fedegoso”, “pinhão”, “marmeleiro”, “catingueira”; e *caatinga* destacando-se as espécies “quixabeira”, “catingueira”, “carnaubeira”, “algaroba”, “jurema preta”, “umbuzeiro”. A Reserva (como é chamada pelos moradores) situa-se na região do Estado onde o semiárido

alcança o litoral e dessa forma os manguezais fazem limite com a caatinga (IDEMA, 2007). O campo de dunas engloba a vegetação litorânea das praias, das dunas e das restingas, já os manguezais são encontrados tanto nos trechos do litoral, em áreas protegidas, quanto no interior de lagunas e nos baixos cursos dos rios. A velocidade média anual de deslocamento dos ventos, na região, é de 20 Km/h, formando uma planície de deflação com os sedimentos mais grossos que não migraram (MIRANDA apud SOUTO, 2004). A área centro-sul da reserva é totalmente cercada por dunas, tanto fixas quanto móveis. Afloramentos rochosos das formações Potengi, Barreiras e Tibau também podem ser encontrados no sentido da mais superficial à base, na forma de falésias, localizadas em Chico Martins e Barreiras (SOUTO, 2004).

O clima da região do tipo semiárido e muito quente, seguindo um regime tropical de zona equatorial, apresenta uma estação seca de 7 a 8 meses, entre junho e janeiro, com período chuvoso de curta duração nos meses de fevereiro a maio, forte insolação, elevada evaporação e constantes ventos secos de leste. Essa porção setentrional do Estado do Rio Grande do Norte é caracterizada pela grande incidência de energia solar, com regime térmico uniforme marcado por temperaturas elevadas e pequenas variações no decorrer do ano. Esta situação ocorre devido aos fatores geográficos da região, como a baixa latitude, a baixa altitude, a proximidade do mar e o relevo plano a suavemente ondulado (SOUTO, 2004). Segundo Lima (2010), a insolação é bastante elevada, principalmente nos meses de agosto a janeiro, chegando a 8,3 horas/dia, fato importante para a produção do sal, uma vez que essa atividade faz parte da economia da região. A baixa quantidade de chuvas, que limita o aporte de água doce pela temperatura elevada e por ventos secos, não favorece apenas a extração do sal, mas também contribui para a existência de "rios" salinos, margeados por vegetação de mangue, parte da qual tem suas raízes totalmente expostas durante a maré baixa. Ainda conforme a autora, o ambiente marinho tem um valor ambiental, paisagístico e produtivo muito grande, e é considerado por todos como espaço de viver e de trabalho. Presume-se que este fato deve ter direcionado a formação de uma consciência coletiva dos residentes em relação a esses espaços. Essa consciência é fortalecida por todos por meio de ações voltadas à preservação ambiental (LIMA, 2010).

2.3.1 Dinâmica ambiental no estuário da RDSEPT

2.3.1.1. Aspectos gerais

A Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão (RDSEPT) abriga um conjunto de sistemas ambientais que tem como marca uma intensa dinâmica comandada por processos litorâneos que envolvem três grandes sistemas terrestres: a

hidrosfera, a atmosfera, a litosfera. Podem-se distinguir, a partir das características estruturais, morfodinâmicas e biológicas, os seguintes sistemas ambientais continentais: Restinga; Planície de Maré com Manguezais; Dunas e Planícies de Deflação Eólica; Tabuleiro Litorâneo. (Figura 2).

Figura 2 – Esboço dos sistemas ambientais da RDSEPT.



Fonte: Modificado de Google Earth, 2016.

Esses sistemas ambientais vêm se estruturando desde o Pleistoceno e o Holoceno, sendo diretamente influenciados pelas mudanças no nível relativo do mar (SUGUIO, 2010). A Restinga revela a linha de costa atual e ocorre em função da disponibilidade de sedimentos que são distribuídos pela deriva litorânea. A Planície de Maré representa um caso atípico de estuário onde não existe um canal fluvial concorrente à dinâmica da maré, sendo denominado como um estuário negativo ou falso estuário. A ocorrência do manguezal na Planície de Maré apresenta dependência da Restinga e dos fluxos de água doce continentais. As Dunas e Planícies de Deflação Eólica representam espaços com forte fluxo de sedimentos a partir do trabalho do vento. Já o Tabuleiro Litorâneo apresenta estrutura tabular e é sustentado pela Formação Barreiras.

É nessa composição paisagística que se desenvolve o intrincado jogo de relações geoambientais, responsável pela sustentabilidade ecológica dos ecossistemas da RDSEPT. Também é onde se desenvolvem os sistemas socioecológicos, no caso em tela, representados pelas comunidades que, tradicionalmente, realizam a atividade de pesca e que protagonizaram

as lutas iniciais pela conservação da área, que culminou na criação da RDS Ponta do Tubarão em 2003.

2.3.1.2. *Processos*

Tomando por base Meireles (2012), os principais processos que ocorrem nos sistemas ambientais da RDSEPT são os seguintes:

- i) Ondas e Deriva litorânea: As ondas formadas no Oceano Atlântico por meio da ação dos ventos locais (ondas SEA) e dos ventos distantes (ondas SWELL) chegam até o litoral da RDSEPT onde dissipam sua energia na faixa de praia. A direção predominante de chegada do trem de ondas é de NE – SE, e ocasiona uma corrente de deriva litorânea no sentido L – O. De acordo com Christofolletti (1980), a deriva litorânea é responsável pelo balanço sedimentar das praias da costa na medida em que dinamiza os sedimentos arenosos e, conseqüentemente, também é responsável pelo abastecimento sedimentar da Restinga, pois parte dos sedimentos que chegam às praias da RDSEPT são mobilizados diariamente pelo vento mantendo o volume arenoso da Restinga.
- ii) Marés: O fluxo das marés na RDSEPT obedece a um sistema de periodicidade semidiurno, com duas marés diárias. Corresponde a mesomarés com variação entre 2 a 4 m, ocorrendo marés vivas (lua cheia e lua nova) e marés mortas (lua crescente e lua minguante) (GARRISON, 2010). As marés apresentam um significado importante na RDSEPT, especialmente do ponto de vista biológico, pois proporcionam as condições para o desenvolvimento dos manguezais e da fauna aquática.
- iii) Transporte eólico: A constância dos ventos na região da RDSEPT proporciona um constante transporte eólico que ganha intensidade a partir de agosto até dezembro. Nos meses de janeiro a julho, devido à quadra chuvosa, o transporte eólico tem um menor significado na mobilização dos sedimentos. O vetor predominante de transporte eólico gerado pela ação dos ventos alísios e ventos locais se posiciona no sentido NE – SO, e influencia o deslocamento das dunas frontais na Restinga e dos campos de dunas móveis já na área continental.
- iv) Precipitação: Os aspectos climáticos e hídricos da RDSEPT apresentam uma importância fundamental para a compreensão dos ecossistemas. Nessa perspectiva, o principal elemento climático que deve ser discutido é a precipitação, pois representa o *input* de água doce nos sistemas ambientais. A Figura 3 apresenta os dados da série histórica pluviométrica de 07(sete)

municípios da região da RDSEPT entre os anos de 2002 e 2015. Apenas os municípios de Assu e Pedro Avelino apresentam todos os dados do período.

v) Fluxo de águas subterrâneas: A RDSEPT apresenta dois ambientes extremamente favoráveis à acumulação de águas subterrâneas. São os campos dunares que apresentam uma possibilidade de infiltração máxima das águas pluviais e o Tabuleiro Litorâneos, cujos sedimentos da Formação Barreiras também apresentam um potencial médio de acumulação de água subterrânea. Os fluxos das águas subterrâneas se direcionam para a Planície de Maré onde encontra a água salgada proveniente do mar. Na área existem diversos “olheiros” como são denominadas localmente as nascentes de águas provenientes das dunas que desaguam no estuário.

2.3.1.3. Dinâmica integrada da paisagem do estuário

A percepção dos sistemas ambientais da RDSEPT possibilita uma visão integrada dos componentes e processos ambientais. Este tem sido o paradigma dominante nos estudos ambientais e permite, inclusive, associar o sistema socioeconômico como um agente integrante do sistema, promotor de alterações e receptor de feedbacks. Portanto, compreender a formação e integração das paisagens da RDSEPT é importante na investigação científica, especialmente, aquela que tem como linha as ciências ambientais.

Considerando o objeto de estudo desta pesquisa, tem-se as águas da planície de maré como o principal alvo de investigação, no caso sobre seus aspectos microbiológicos. Inicialmente, destaca-se a relação da planície de maré com a dinâmica oceânica, tanto sob o ponto de vista da ação da mesomaré semidiurna, como no trabalho da deriva litorânea que promove a sedimentação da costa (restinga), possibilitando uma circulação de águas diferenciada dentro do estuário em função de uma maior proteção aos processos marítimos como ondas, correntes e ventos. Essas condições são extremamente dinâmicas ao longo do tempo geológico (especialmente no Pleistoceno e Holoceno), podendo haver ciclos de sedimentação e de erosão na costa.

A possibilidade da formação do manguezal se dá a partir da interação da planície de maré com os sistemas dunares que estão posicionados mais adentro do continente. Estes recebem as precipitações anuais e funcionam como um armazenador e redistribuidor das águas ao longo dos períodos secos. Isso se dá pela grande permeabilidade existente nas dunas, possibilitando uma infiltração significativa das chuvas.

Contudo, percebe-se uma forte interferência antrópica na dinâmica desses sistemas, por um lado com a sistemática retirada de água do subsolo para usos múltiplos nas comunidades de Sertãozinho, Diogo Lopes e Barreiras, o que contribui para o rebaixamento do lençol freático e diminuição do aporte de água doce para a planície de maré. Por outro lado, a ausência de saneamento ambiental implica diretamente na qualidade das águas subterrâneas e também nas águas da maré. As águas negras e águas cinzas encontram um ambiente propício à infiltração nas dunas da Reserva e se misturam ao lençol subterrâneo, ao mesmo tempo em que, as canalizações construídas pelos próprios moradores depositam o esgoto in natura na planície de maré.

2.3.2. A percepção ambiental da comunidade quanto à balneabilidade

A Reserva do Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão – RDSEPT, possui uma população com cerca de 10.000 moradores. A população das comunidades de Diogo Lopes, Barreiras e Sertãozinho, município de Macau/RN, representa mais de 90% do total de moradores da RDSEPT (LIMA, 2010), e sua grande maioria vive às margens do estuário Ponta do Tubarão, ambiente no qual se pesca o peixe, captura-se o caranguejo e o siri, cata-se o marisco, retira-se a rama do mangue para alimentar as criações, a madeira grossa de mangue para a fabricação de embarcações, como também a casca da planta para tingir os tresmalhos (NOBRE, 2011), sendo a base da economia da RDSEPT a pesca artesanal, que é praticada tanto em alto-mar, como na costa e no estuário.

No estado do Rio Grande do Norte, a pesca artesanal é considerada como uma das principais atividades econômicas (IBAMA, 2008). Dentre os 25 municípios costeiros potiguaros, que realizam esta atividade, o município de Macau é um dos mais importantes do estado. A produção artesanal se dá, principalmente, nos municípios de Natal (34% da produção), Macau (9,4%), Touros (8,4%), Caiçara do Norte (6,9%), Maranguape (5,4%), Tibau do Sul (3,6%) e Baía Formosa (2,3%) (SILVA et al., 2009). A pesca em Macau é bastante representativa, devido ao fato deste município ser o maior produtor de sardinha-laje (*Opisthonema oglinum*) e de peixe-voador (*Cheilopogon melanurus*) do estado, sendo que as comunidades de Diogo Lopes, Barreiras e Sertãozinho são responsáveis por cerca de 80% do pescado do município (NOBRE, 2011), e são banhadas por um dos mais importantes estuários norte-rio-grandenses, denominado Ponta do Tubarão, que não possui apenas funções ambientais, mas também finalidades sociais, mais precisamente no que diz respeito ao sustento e ao lazer das comunidades localizadas à sua margem.

Outras atividades realizadas nas comunidades da RDSEPT são agricultura e pecuária de subsistência, criação de caprinos, suínos e galináceos, bem como o turismo de base comunitária realizado, principalmente, no estuário e por toda costa da unidade de conservação. O estuário é o ambiente, no que se refere ao lazer, onde a população toma banho, pratica a natação informal, realiza competições de regatas, de miniaturas de barcos à vela, canoas de pesca profissional à vela, brinca nas catraias, joga o futebol e o voleibol de praia (NOBRE, 2011).

Frente à importância do ambiente estuarino para as comunidades da RDSEPT, a ausência de saneamento básico possibilita que a população deposite seus resíduos sólidos e líquidos, de forma inadequada, nas margens do estuário, o que pode estar causando diversos impactos ambientais negativos e comprometendo a qualidade de vida dos próprios moradores. Segundo Pereira (2004), a água pode ser infectada por organismos patogênicos, existentes nos esgotos. Assim, essa pode conter bactérias, as quais provocam infecções intestinais epidérmicas e endêmicas; vírus, que provocam hepatites e infecções nos olhos; protozoários, responsáveis pelas amebíases e giardíases; e outras infestações. Um dos mais importantes aspectos de poluição das águas está relacionado com a contaminação por coliformes totais e fecais, que está diretamente associada a doenças de veiculação hídrica (APOITIA, 2003). De acordo com alguns moradores das comunidades banhadas pelo estuário da RDSEPT, entre os principais problemas associados ao ambiente estuarino está à disposição inadequada de lixo e esgotos (MATTOS et al., 2011).

Neste sentido, a proximidade dos usuários com os recursos naturais confere uma habilidade de observar mudanças que ocorrem diariamente no ecossistema (BERKES et al. 2000). Assim, o conhecimento dos problemas ambientais e a participação da população no seu enfrentamento podem contribuir para minimizar os impactos ambientais negativos. Além disso, os instrumentos de planejamento e as rotinas de gestão, por mais relevantes e criativos que sejam, só adquirem plena legitimidade ao terem a sua operacionalização e a sua implementação debatidas, deliberadas e monitoradas pelos cidadãos (SOUZA, 2006). Ribeiro (2004) explica que propostas de planejamento sustentáveis ressaltam a importância da participação da comunidade no processo de tomada de decisões e, sobretudo, na implantação de estratégias, uma vez que o sujeito ou grupo que conhece a realidade e, a partir de então, tenta encontrar soluções adequadas, geralmente, está mais apto a promover um desenvolvimento socioeconômico e ambiental menos agressivo ao meio ambiente. Assim, a comunidade deve contribuir para o conhecimento e o monitoramento da qualidade da água estuarina, desenvolvendo a adequada balneabilidade. Esse é um fator importante para a recreação, para o turismo e para a manutenção da pesca artesanal.

3. OBJETIVOS

3.1. Geral

- Analisar os aspectos físico-químicos e microbiológicos das águas estuarinas da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão e conhecer a percepção ambiental dos moradores das comunidades Chico Martins, Barreiras, Diogo Lopes e Sertãozinho no município de Macau, no Rio Grande do Norte, quanto a balneabilidade na orla estuarina.

3.2. Específicos

- Mensurar pH, temperatura, salinidade, pluviometria, coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* e *Enterococcus* sp.;
- Realizar o levantamento de impactos ambientais negativos potenciais;
- Conhecer a percepção dos moradores quanto às condições de balneabilidade.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R.R.N.; NISHIDA, A. K. Aspectos socioeconômicos e percepção ambiental dos catadores de caranguejo-uçá *Ucides cordatus cordatus* (L. 1763) (Decapoda, Brachyura) do Estuário do Rio Mamanguape, Nordeste do Brasil. **Interciencia**, v 28 p. 36-43. 2003.

ANA – **Agência Nacional de Águas**. (2016). Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx>> Acesso em 14 jan. 2016.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Apresenta indicadores da qualidade da água**. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em: 02 fev. 2016.

ANDERSON, K.L.; WHITLOCK, J.E.; HARWOOD, V.J. Persistence and Differential Survival of Fecal Indicator Bacteria in Subtropical Waters and Sediments. **Applied and Environmental Microbiology**. Washington, v. 71, n.6, p. 3041-3048, 2005.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21st. Washington DC: APHA; AWWA; WEF, 2005.

APOITIA, L.F.M. Caracterização preliminar do quimismo das águas subterrâneas em Cuiabá - MT. 2003. 130 f. **Dissertação** (Mestrado em Geologia) – Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

BATISTA, P. T. **O meio ambiente, as cidades, as árvores urbanas e a SBAU**. Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 2006. Disponível em: Acesso em: 9 fev. 2016.

BERNARDO, M.S.M.V. **Comparação dos métodos aplicados na detecção de bactérias coliformes, Escherichia coli e Enterococcus sp. em águas para fins recreativos**. 121f. Dissertação (Mestrado em Qualidade em Análises. Especialização em Análises de Águas). Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade de Algarve, Faro, 2007.

BERKES, F. **Cross-scale institutional linkages: perspectives from the bottom up**. In: E. OSTROM et al. *The drama of the commons*. Washington: National Academy Press, 2002. p.293-321.

BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL (2000). Decreto Lei nº 274, de 29 de novembro de 2000. Estabelece instrumentos para avaliar a balneabilidade, de forma a assegurar as condições necessárias à recreação de contato primário. **Diário Oficial da União, Brasília**, 08 de janeiro de 2001, Seção 1.

BRASIL, 2000. Decreto-Lei N o 9.985 de julho de 2000 que 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. 32p.

BRASIL. Portaria MS/GM No. 67, 30 de março de 2006. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 31 mar. 2006. Seção 1, p. 138.

BRASIL. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. **Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf> >. Acesso em: 05 fev. 2016.

BRASIL. Secretaria Especial da Aquicultura e Pesca. **Pescado Fresco**. Brasília: SEAP, 2007.

BYAPPANAHALLI, M.N; NEVERS, M.B; KORAJKIC, A; STALEY, Z.R; HARWOOD, V.J. Enterococci in the Environment. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. Washington, v. 76, n.4, p. 685–706, 2012.

CARR, M.R.; WANG, T.I.; McLEAN, T.I.; FLOOD, C.J.; ELLENDER, R.D. **Salmonella rarely detected in Mississippi coastal waters and sediment**. *Journal of Applied Microbiology*. Oxford, v. 109, p. 2191–2199, 2010.

CEBALLOS, Beatriz S. O. de. Microbiología sanitaria y ambiental. In_____. MENDONÇA, Sérgio Rolim (Org.). **Sistemas de lagunas de estabilización: cómo utilizar aguas residuales tratadas em sistemas de regadío**. Colombia: McGraw-Hill Interamericana, 2000. cap. 3.

CECH, T.V. **Principles of water resources: History, development, management, and policy**. 2ed. New Jersey, US, 2006. 468p.

CETESB - **Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**. (2016). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/>> Acesso em 14 jan. 2016.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Apresenta variáveis de qualidade da água**. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/variaveis.pdf>>. Acesso em: 28 jan. 2016.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo - Apêndice D – Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas**. 2014. Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/wpcontent/uploads/sites/32/2013/11/Ap%C3%AAndice-D-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade.pdf>>. Acesso em: 28 dez. 2016.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANAMENTO AMBIENTAL - CETESB. **Relatório de balneabilidade das praias paulistas** 2002. São Paulo: CETESB, 2003. 206p.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução 274 de 29 de novembro de 2000**. Estabelece condições de balneabilidade das águas brasileiras. Brasília, 2000.

_____. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.22; p. 2015 2903 lançamento de efluentes e dá outras providências. Brasília, 2005. Disponível em: Acesso em: 29 de out. de 2016.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2 ed. São Paulo, Edgard Blucher, 1980.

DECRETO Nº 6.040, DE 7 DE FEVEREIRO DE 2007. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais.

DELPLA, I.; JUNG, A. V.; BAURES, E.; CLEMENT, M.; THOMAS, O. **Impacts of climate on surface water quality in relation to drinking water production**. Environment International, v. 35, p. 1225-1233, 2009.

DIAS, T. L. P.. **Os peixes, a pesca e os pescadores da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão (Macau-Guamaré/RN) Brasil**. 167 f. Tese (Doutorado em Zoologia) - Programa de pós-graduação em ciências biológicas, Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, João Pessoa, . 2006.

DIAS, T. L. P ; SALLES, R. **Diagnóstico da pesca artesanal e proposta de plano de ordenamento da pesca na reserva de desenvolvimento sustentável Ponta do Tubarão (Macau Guamaré/RN)**; relatório técnico IDEMA. [S.l]:[S.n], ago. 2006. 106 p.

Dias TLP, Rosa SR, Damasceno LCP Aspectos socioeconômicos, percepção ambiental e perspectivas das mulheres marisqueiras da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão (Rio Grande do Norte, Brasil). **Revista Gaia Scientia** v. 1, n. (1). (2007)

DIEGUES, A. C. **O mito moderno da natureza intocada**. 3 ed., São Paulo: Editora Hucitec, 2001. 169p.

DRIDER, D. et al. **The continuing story of class IIa bacteriocins**. Microbiology and Molecular Biology Reviews, v. 70, p.564-582, 2006.

DUDLEY. N (organizador). 2008. **UICN - Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas**. Grand, Suíça: UICN. 116p.

AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. **Monitoramento ambiental**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/contag01_73_711200516719.html>. Acesso em: 20 out. 2016.

FRANCENER, N. F. et al. **Avaliação do Índice de Balneabilidade em uma Área de Lazer no Município de Ji-Paraná Rondônia, 2010**. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/09f44b3b03ec92d633a2db01293fad9b_b486c4a734897208064b86613140663d.pdf>. Acesso em 25/07/2016.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2005. 182 p.

FUZINATTO, C. F. **Avaliação da qualidade da água de rios localizados na ilha de Santa Catarina utilizando parâmetros toxicológicos e o índice de qualidade de água**. Florianópolis: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Santa Catarina. 2009.

GARRISON, T. **Fundamentos de oceanografia**. 1 ed. São Paulo, Cengage Learning, 2010.

GOMES, M. A. S.; SOARES, B. R. **Reflexões sobre a qualidade ambiental urbana**. Estudos Geográficos, Rio Claro, v. 2, n. 2, p. 21-30, jul-dez 2004.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. da. **Saneamento básico**. Disponível em:

<<http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf>> . Acesso em: 9 jan. 2016.

HOEKSTRA, A. Y.; HUNG, P. Q. Virtual Water Trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. **Value of Water Research Report Series**, n. 11, p. 25-47, 2004.

HORNER et al. Suscetibilidade antimicrobiana entre amostras de Enterococcus isoladas no Hospital Universitario de Santa Maria. J. Patol. Med Lab. v. 41, p. 391-395, 2005.

IBAMA. Monitoramento da atividade pesqueira no litoral nordestino – Projeto Estatpesca. Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do litoral do nordeste. CEPENE – Tamandaré, Brasil. 384p. 2008

IDEMA – Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte., 2004. Mapeamento geoambiental da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão. Relatório Técnico, Natal.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE. **Programa água azul.** Disponível em: <<http://www.idema.rn.gov.br/conteudo.asp?tran=item&targ=5962&act=null&page=0&parm=null&lbl=gest%3a3o+ambiental>>. Acesso em: 28 out. 2016.

JACOBI, P. R; BARBI, F. Democracia e participação na gestão dos recursos hídricos no Brasil. **Revista Katálysis**, v. 10 n. 2 p. 237-244, 2007.

JAY, J.M. **Microbiologia de alimentos**. 6 ed., Porto Alegre: Artmed, 711p. 2005.

LOPES, F.W.A; MAGALHAES JR; A.P.; PEREIRA, J.A. Avaliação da qualidade das águas e condições de balneabilidade na bacia do Ribeirão de Carrancas-MG. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.13, n.4, p -111-119, 2008.

LOURENÇO, E. M. L.; VIEIRA, G. H. F.; FESTIVO, M.L.; RODRIGUES, D. P.; VIEIRA, R. H. S. F. **Boletim. Técnico. Científico**. CEPNOR, Belém, v.6, n.1, p.19-32, 2009.

LOZA, V.; PERONA, E.; MATEO, P. **Specific responses to nitrogen and phosphorus enrichment in cyanobacteria**: Factors influencing changes in species dominance along eutrophic gradients. Water Research, v. 48, p. 622-631, 2014.

MACHADO, C.J.S.; VILANI, R.M. Aspectos jurídicos ambientais na exploração do Pré-Sal: uma leitura do novo marco regulatório sobre a perspectiva constitucional. **Revista Forense**, v. 412, pp. 413-427, 2010.

MAGALHÃES JUNIOR, A. P. M & LOPES, F. W. A. Avaliação da qualidade das águas para recreação de contato primário na bacia do alto Rio das Velhas- MG. **Revista Brasileira de Geografia**. v.6, n. 11, p. 133-149. 2010.

MAMERI, S. F. **Comunidades Tradicionais em Áreas Protegidas**: convergências e lacunas da Política Urbana e Ambiental na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão. 2011. 149 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN.

MARINELLI, C.E.; CARLOS, H.S.A.; BATISTA, R.F.; Rohe, F.; WALDEZ, F.; KASECKER, T.P.; ENDO, W.; GODOY, R.F. 2007. **O programa de monitoramento da biodiversidade e do uso dos recursos naturais em unidades de conservação estaduais do Amazonas**. Relatório Técnico. 3p.

MARINELLI, C.E.; CREADO, E.S.J.; LEUZINGER, M.; IRVING, M.; WEIGAND Jr., R.; MORA, S.A.; CAMARGO, Y.R. 2011. **Avaliação de impactos sociais de áreas protegidas no Brasil: caminhos e desafios**. Instituto Internacional de Educação do Brasil – IEB. 69p.

MARQUES, M. N.; COTRIM, M. B.; PIRES, M. A. F. **Avaliação do impacto da agricultura em áreas de proteção ambiental, pertencentes à bacia hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape, São Paulo**. *Química Nova*, v. 30, n. 5, p. 1171-1178, 2007.

MATTOS, P. P.; NOBRE, I. M.; ALOUFA, M. A. I. Reserva de desenvolvimento sustentável: avanço na concepção de áreas protegidas? **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 409-422. 2011.

MENDONÇA, F.; SANTOS, L. J. C. Gestão da água e dos recursos hídricos no Brasil: Avanços e desafios a partir das bacias hidrográficas – uma abordagem geográfica. **Revista Geografia**, v. 31, n. 1, p.103-118, 2006.

MEIRELES, A. J. A. **Geomorfologia costeira: funções ambientais e sociais**. 1 ed. Fortaleza, Edições UFC, 489p. 2012.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (2006). **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília, 212p.

MURRAY et al., **Microbiologia Medica**. 4 Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.220-223, 2004.

NOBRE, I. M. **Revelando os modos de vida de ponta do tubarão**. 2005. 260 f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2005.

NOBRE, Itamar de Moraes. **Revelando os modos de vida da Ponta do Tubarão: a fotcartografia sociocultural como uma proposta metodológica**. Natal/RN: EDUFRN, 2011.

OKAMOTO, Juan. **Percepção Ambiental e Comportamento**. São Paulo: Mackenzie, 2002. 261 p.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. **Promoting the healthy safe use of recreational waters**. Temas de actualidad • Current topics. Revista Panamerocama Salud Publica/Pan. American Journal Public Health. v. 14, n 5, p. 364 -369, 2003.

PÁDUA, C.V.; CHIARAVALLOTI, R.M. 2012. **Biodiversidade e áreas protegidas**, p.91-95. In: Áreas protegidas. Fundo Vale. 171p.

PARKHURST, D.F.; CRAUN, G.F.; SOLLER, J.A. **Conceptual bases for relating illness risk to indicator concentrations**. In: WYMER, L.J (Ed). Statistical framework for recreational water quality criteria and monitoring. John Willey & Sons. UK, 2007,p. 19-43.

PINTO, A.B.; PEREIRA, C.R.; OLIVEIRA, A.J.F.C. Densidade de Enterococcus sp em águas recreacionais e areias de praias do município de São Vicente-SP, Brasil e sua relação com parâmetros abióticos. **O Mundo da Saúde**. São Paulo, v.36, n.4, p. 587-593, 2012.

POND, K. **Water recreation and disease**. Plausibility of associated infections: acute effects, sequelae and mortality. London: IWA/WHO, 2005. 231p.

PRESSEY, R. L. **Ad hoc reservations**: forward or backward steps in developing representative reserve systems? Conservation Biology, Cambridge, v. 8, n. 3, p. 662- 668. 1994.

RIBEIRO, H. **Comunicação como Instrumento do Planejamento e da Gestão Ambientais**. In: VARGAS, H. C.; RIBEIRO, H. (Orgs). Novos Instrumentos de Gestão Ambiental Urbana. 1. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

RIBEIRO, H. Comunicação como Instrumento do Planejamento e da Gestão Ambientais. In: VARGAS, H. C.; RIBEIRO, H. (Orgs). **Novos Instrumentos de Gestão Ambiental Urbana**. 1. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

RICKLEFS, R. E. **Economia da natureza**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

RIO GRANDE DO NORTE. Lei Estadual nº 8.349, de 17 de julho de 2003. Disponível em: <<http://www.gabinetecivil.rn.gov.br>>. Acesso em: 02 jul. 2016

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. **Introdução à Química Ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

ROSS, Jurandyr L. Sanches. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para o planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

SANTILLI, J. **Socioambientalismo e novos direitos**: proteção jurídica à diversidade biológica e cultural. São Paulo: Petrópolis, 2005. 303 p.

SANTOS, G. V; DIAS, H. C. T; SILVA, A. P. S; MACEDO, M. N. C. Análise hidrológica e socioambiental da bacia hidrográfica do córrego Romão dos Reis, ViçosaMG. **Revista Árvore**, v.31, n.5, p.931 -940, 2007.

SANTOS, V. A. A. dos. **Dinâmica do uso e ocupação do solo no litoral de Macau – RN, no período de 1978 a 2008**. 2008. 132f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

SCHIRMER, M.; LESCHIK, S. MUSOLFF, A. **Current research in urban hydrogeology – a review**. **Advances in Water Resources**, v.51, p.280-291, 2013.

SEMA. **Qualidade da água/balneabilidade**. Cuiabá-MT, 2011. Disponível em: <http://www.sema.mt.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=41&Itemid=85>. Acesso em: 21 dez. 2015.

SEMACE. **Programa de monitoramento da balneabilidade das praias**. Fortaleza-CE, 2015. Disponível em: <<http://www.semace.ce.gov.br/licenciamento-ambiental/monitoramento/programa-de-monitoramento-das-praias/>>. Acesso em: 26 dez. 2015.

SILVA da Neusely, JUNQUEIRA C.A Valéria, SILVEIRA F.A Neliane, TANIWAKI H. Martha, SANTOS dos F.S Rosana, GOMES A.R Renato; **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água**; 4ª edição; p.95-164; 2010.

SILVA, A.F.; MEDEIROS, T.H.L.; SILVA, V.P. 2009 Pesca artesanal - conflito, cultura e identidade: o caso potiguar. In: SEMANA DE HUMANIDADES, 17., Natal, 23-27/out./2009. **Anais...** Centro de Ciências Humanas e Letras: v.1, p.130-140.

SILVA, C. U. T. **Planejamento e gestão ambientais urbanos do município de Palmas (TO):** uma abordagem fenomenológica a partir do poder público municipal. 2012. 129 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) – Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Palmas, Palmas, TO.

SILVA, V.C; NASCIMENTO, A.R.; MOURÃO, A.P.C.; COIMBRA, N.S.V.; COSTA, F.N. Contaminação por Enterococcus da água das praias do Município de São Luís, Estado do Maranhão, **Acta.Science.Technology** „Maringá,v.30,n.2,p.187-192,2008.

SINTON, L.W.; HALL, C.H.; LYNCH, Ph.A.; DAVIES-COLLEY, R.J. Sunlight Inactivation of Fecal Indicator Bacteria and Bacteriophages from Waste Stabilization Pond Effluent in Fresh and Saline Waters. **Applied and Environmental Microbiology**. Washington, v.68, n.3, p. 1122-1131, 2002.

SMITH, A. P.; WESTERN, A. W.; HANNAH, M. C. Linking water quality trends with land use intensification in dairy farming catchments. **Journal of Hydrology**, v.476, p. 1-12, 2013.

SOUTO, F. J. B. A Ciência que veio da lama: uma abordagem etnoecológica das relações ser humano/ manguezal na comunidade pesqueira de Acupe, Santo Amaro. 2004. 319 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais)- Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

SOUZA, M. L. **A prisão e a ágora**: reflexões em torno da democratização do planejamento e da gestão das cidades. Rio de Janeiro: Bertrand, 2006.

SPERANDIO, A.M.G. **Gestão ambiental**: estratégias para o desenvolvimento saudável e sustentável de um município. Campinas: Editora da Unicamp, 2006. v. 2.

SPERLING, M. V. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: UFMG, 2007.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

STRADIOTTO, G.C. **Densidade e resistência a antimicrobianos de *Enterococcus* sp e *Escherichia coli* isolados de águas, areias e algas do gênero *Sargassum* de praias recreacionais do Litoral Norte do Estado de São Paulo**. 97f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas. Microbiologia Aplicada), Instituto de Biociências do campus de Rio Claro. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Campus de Rio Claro/SP, 2013.

STROMPFOWA, V. et al. *Enterococcus faecium* EK-13-an enterocin producing strain with probiotic character and its effect in piglets. **Anaerobe**, v. 12, p. 242-248, 2006.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais**. 2 ed. São Paulo, Oficina de Textos, 408p. 2010.

TOLEDO, L. NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. (Piracicaba, Braz.) vol.59 n.º1 Piracicaba Jan./Mar. 2002.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R. & CASE, C. L. - **Microbiologia**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2000. 827 p.

UNEP/GPA. (2006) - **The state of Marine Environment: Trends and processes**. UNEP/GPA, The Hague.

VAN WEERELT, M. D. M.; SIGNORI, C.; ENRICH-PRAST, A. Balneabilidade da Lagoa Rodrigo de Freitas: variação temporal e espacial. **Oecologia Australis**, v. 16(3), p. 566-580. . (2012).

VAN-SCHAIK, C.; RIJKSEN, H.D. **Projetos integrados de conservação e desenvolvimento: problemas e potenciais**. In: Terborgh, J.; Van-Schaik, C.; Davenport, L.; Rao, M. (Org.). Tornando os parques eficientes: Estratégias para a conservação da natureza nos trópicos. Ed. UFPR/Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza. p. 37-51. 2002.

VASCONCELOS, F.C. da S.; IGANCI, J.R.V.; RIBEIRO, G.A. Qualidade microbiológica da água do Rio São Lourenço, São Lourenço do Sul, Rio Grande do Sul. **Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo**, v.73, n.2, p.177-182, 2006.

VIEIRA, Regine Helena Silva Dos Fernandes; VASCONCELOS, Rakel Hina. **Balneabilidade das Praias de Iracema e do Meireles (Fortaleza – CE) – Isolamento de Cepas de *Escherichia Coli* e sua Sensibilidade a Antimicrobianos**. BOLETIM TÉCNICO-CIENTÍFICO DO CEPNOR, Belém, v. 6, n. 1, p. 9-18, jan. 2005. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/cepnor/images/stories/publicacoes/btc/vol06/art01-v06.pdf>>. Acesso em: 03 jan. 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Guidelines for safe recreational water environmental**. v 1: coastal and freshwater. Geneva: WHO, 2003.

WEERELT, Margaretha D. M. Van; SIGNORI, Camila; ENRICH-PRAST, Alex. **Balneabilidade da Lagoa Rodrigo de Freitas: Variação Temporal E Espacial**. *Oecologia Australis*, [S.L], v. 16, n. 3, 201./mai. 2017.

ZULPO, D. L.; PERETTI, J.; ONO, L. M.; GARCIA, J. L. **Avaliação microbiológica da água consumida nos bebedouros da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, Paraná, Brasil**. *C. Agrárias*, 2006, v. 27, n. 1, p. 107-110.

**5. CAPÍTULO I – ANÁLISE DA BALNEABILIDADE DAS ÁGUAS ESTUARINAS
DA RESERVA DE DESENVOLVIMENTO ESTADUAL PONTA DO TUBARÃO –
RIO GRANDE DO NORTE**

**Será submetido à revista *Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of
Applied Science***

CAPÍTULO I - ANÁLISE DA BALNEABILIDADE DAS ÁGUAS ESTUARINAS DA RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL ESTADUAL PONTA DO TUBARÃO – RIO GRANDE DO NORTE

**Joilson Marques Ferreira Filho^{1*}; Francisco Marlon Carneiro Feijó¹; Rodrigo
Guimarães de Carvalho²; Genevile Carife Bergamo³.**

¹Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN, Brasil
Laboratório de Microbiologia Veterinária

²Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), Mossoró, RN, Brasil
Laboratório de Estudos Costeiros e Áreas Protegidas – LECAP

³Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN, Brasil
Departamento de Ciências Vegetais

*Autor correspondente: e-mail: jmarquesff@gmail.com.

RESUMO

A maioria da população da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão (RDSEPT) vive às margens de seu estuário, nas comunidades Diogo Lopes, Barreiras, Sertãozinho e Chico Martins, município de Macau, sendo que a pesca estuarina é a base da subsistência dos moradores da RDSEPT. A inexistência de serviços de saneamento básico possibilita que esgotos domésticos sejam lançados diretamente no estuário, sem qualquer tipo de tratamento, possibilita o carreamento de uma variedade de micro-organismos patogênicos que põem em risco a saúde dos moradores e a qualidade do ambiente. Assim, este trabalho teve como principal objetivo conhecer os parâmetros microbiológicos, físico-químicos e os impactos ambientais do lançamento de efluentes domésticos e da disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no estuário da RDSEPT. As coletas de 50 amostras de água foram realizadas na orla estuarina das comunidades de Chico Martins, Barreiras, Diogo Lopes e Sertãozinho em cinco pontos georreferenciados distintos. Os parâmetros microbiológicos foram mensurados através da técnica NMP para coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* e *Enterococcus* sp. Os parâmetros físico-químicos mensurados foram pH, salinidade através de um medidor multiparâmetro com GPS (Modelo HI 9828) e os impactos ambientais negativos por meio de check-list e registros fotográficos. Quanto aos coliformes totais e termotolerantes, foram encontrados valores dentro dos limites estabelecidos na legislação em 90% das amostras, e 100% das amostras de *Escherichia coli* e *Enterococcus* sp. foram consideradas próprias na categoria excelente. Por outro lado, por meio do check-list, foram georreferenciados 205 pontos de lançamento de efluentes domésticos e 7 áreas de disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos em área de estuário, esses dados classificam que classifica a água do estuário como inapropriada para o banho. Conclui-se que as águas da orla estuarina da RDSEPT apresentam os índices físico-químicos de acordo com os padrões estabelecidos e estão contaminadas com bactérias de origem fecal, com concentrações inferiores aos limites permitidos, no entanto, em vários pontos, a orla apresenta a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos, lançamento de efluentes domésticos e/ou sanitários, considerando o trecho pesquisado inapropriado pela Resolução nº 274/2000 do CONAMA.

Palavras-chave: RDSEPT, estuário, qualidade da água, balneabilidade.

ANALYSIS OF THE BALNEABILITY OF THE ESTUARINE WATERS OF THE STATE SUSTAINABLE DEVELOPMENT RESERVE PONTA DO TUBARÃO - RIO GRANDE DO NORTE

ABSTRACT

The majority of the population of the Ponta do Tubarão State Sustainable Development Reserve (RDSEPT) lives on the banks of its estuary, in the communities Diogo Lopes, Barreiras, Sertãozinho and Chico Martins, municipality of Macao, and estuarine fishing is the basis of subsistence of residents of the RDSEPT. The lack of basic sanitation services enables domestic sewage to be dumped directly into the estuary without any kind of treatment, carrying a variety of pathogenic microorganisms that endanger the health of residents and the quality of the environment. Thus, the main objective of this work was to know the microbiological, physical-chemical and environmental impacts of the discharge of domestic effluents and the inadequate disposal of urban solid waste in the RDSEPT estuary. The samples of 50 water samples were taken in the estuarine border of the communities of Chico Martins, Barreiras, Diogo Lopes and Sertãozinho in five different georeferenced points. The microbiological parameters were measured using the NMP technique for total coliforms, thermotolerant coliforms, *Escherichia coli* and *Enterococcus* sp. The physical-chemical parameters measured were pH, salinity through a multiparameter meter with GPS (Model HI 9828) and negative environmental impacts through check-list and photographic records. For the physico-chemical values, the results were in accordance with the required standard. As for total and thermotolerant coliforms, values within the limits established in the legislation were found in 90% of the samples, and 100% of the *Escherichia coli* and *Enterococcus* sp. They were considered proper in the excellent category. On the other hand, through the checklist, 205 points of domestic effluent discharge and 7 areas of inadequate disposal of urban solid waste in an estuary area were georeferenced, which classifies estuary water as inappropriate for bathing. It is concluded that the estuarine waters of the Ponta do Tubarão State Sustainable Development Reserve present the physico-chemical indices according to established standards and are contaminated with faecal bacteria, with concentrations below the permitted limits, however, The whole of its route, the shoreline presents the inadequate disposal of municipal solid waste, the launching of domestic and / or sanitary effluents, considering the section searched inappropriate by Resolution No. 274/2000 of CONAMA.

Key words: RDSEPT, estuary, water quality, bathing.

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial para a existência de todos os organismos vivos, mas essa fonte de riqueza natural está em risco devido ao crescimento populacional com o consequente aumento da demanda da mesma para diferentes usos (CARR et al., 2010).

A qualidade das águas costeiras brasileiras é bastante influenciada pelas condições de saneamento básico existentes nas cidades litorâneas. Muitas cidades brasileiras estão localizadas à beira-mar e, na maioria dos casos, não possuem infraestrutura de saneamento suficiente para atender a toda população. Dessa forma, a disposição inadequada de esgotos domésticos para as praias se torna condição bastante comum nessas localidades (CETESB, 2016). Esgotos domésticos, quando lançados diretamente ao mar, sem qualquer tipo de tratamento, carregam uma variedade de micro-organismos patogênicos que põem em risco a saúde do homem e a qualidade do ambiente (WHO, 2003; PINTO; OLIVEIRA, 2011).

Os corpos de água contaminados por esgotos domésticos, ao atingirem as águas das praias, podem expor os banhistas a micro-organismos patogênicos, como vírus, bactérias, fungos, protozoários e ainda ovos de helmintos. Crianças, idosos ou pessoas com baixa resistência são as mais suscetíveis a infecções após o banho em águas contaminadas. Do ponto de vista de saúde pública, é importante considerar não apenas a possibilidade da transmissão de doenças de veiculação hídrica aos banhistas (gastroenterite, hepatite A, cólera, febre tifoide), mas também a ocorrência de outras doenças como conjuntivite, otite e doenças das vias respiratórias (CETESB, 2016).

No Estado do Rio Grande do Norte, o monitoramento das águas é realizado pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Norte (IDEMA), Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN) e Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio Grande do Norte (EMPARN), de acordo com a resolução nº 274/00 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), embora algumas localidades turísticas ainda não sejam monitoradas, podendo causar situações indesejáveis aos banhistas, como é o caso do estuário da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão (RDSEPT), instituída pela Lei Estadual nº 8.349/2003, que fica localizada no litoral setentrional do estado do Rio Grande do Norte, abrangendo os municípios de Macau e Guamaré (5°2' S e 5°16' S; 36°23' W e 36°32' W). Esta unidade de conservação ambiental apresenta uma diversidade de ecossistemas: porção marinha, caatinga, restinga, estuário, manguezais, dunas, falésias e está incluída entre as áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade, sendo considerada de importância biológica muito alta (DIAS, 2006), o que a torna um importante destino turístico regional. Entretanto, a ausência de planejamento e zoneamento ambiental resultou na ocupação desordenada da orla estuarina, agravada pela falta de saneamento básico, que favorece, dentre outros aspectos, o lançamento de efluentes domésticos em águas estuarinas, aliada à disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos e à presença de animais circulantes em área estuarina, tornando a exposição a essas águas, por meio de atividades de contato primário, um risco iminente à saúde de seus usuários.

No tocante às águas estuarinas, a ausência de monitoramento ambiental em uma das principais unidades de conservação do Estado do Rio Grande do Norte, a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão (RDSEPT), justifica a necessidade de se conhecer os parâmetros microbiológicos, físico-químicos e os impactos ambientais ressaltados na Resolução Conama nº 274 de 29 de novembro de 2000, para que atividades potenciais de pesca artesanal e turística possam ser alavancadas como forma de desenvolvimento socioeconômico. Assim, a presente pesquisa objetivou conhecer os parâmetros microbiológicos, físico-químicos e os impactos ambientais do lançamento de efluentes domésticos e da disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no estuário da RDSEPT.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Durante 10 semanas, no período de julho a outubro de 2016, foram colhidas em 5 pontos do estuário da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão (Figura 1), no município de Macau – Rio Grande do Norte, 50 amostras de 1.000 mL de água, em vidro de cor âmbar, esterilizado. A amostragem foi realizada em locais com lâmina d'água média de 1,0 metro, pois se caracteriza como a principal faixa de uso do estuário para a recreação. As amostras foram acondicionadas em bolsa isotérmica e transportadas para o Laboratório de Microbiologia Veterinária – LAMIV do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, em Mossoró/RN para a realização das análises microbiológicas e físico-químicas.

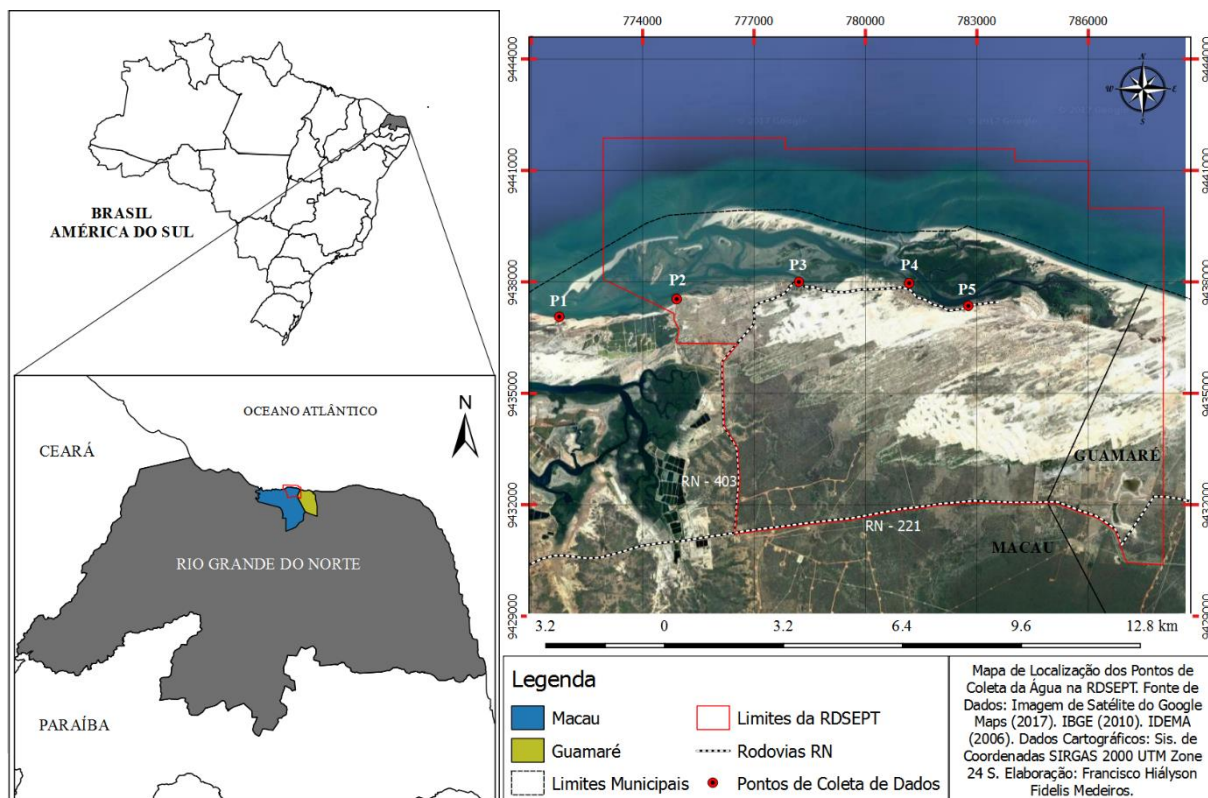


Figura 1. Mapa da área de estudo, indicando os pontos de coleta na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão. Coordenadas geográficas em Sirgas 2000 UTM zone 24: P1: 771760.90 m E - 9437058.33 m S; P2: 774924.05 m E - 9437535.72 m S; P3: 778224.71 m E - 9437997.39 m S; P4: 781170.95 m E - 9437965.21 m S; P5: 782765.51 m E - 9437353.83 m S.

Para a determinação de coliformes totais, foi empregada a técnica dos tubos múltiplos, na qual se utilizou, inicialmente, três séries de 5 tubos contendo Caldo Lauril Sulfato de Sódio e tubos de Durham invertidos, adicionando-se, na primeira série, 10 mL de água estuarina, em caldo duplamente concentrado, seguida de duas séries de 5 tubos com concentração normal, adicionando-se 1 e 0,1 mL da água, respectivamente. Após a incubação por 24-48 horas a 37°C, os tubos que apresentaram turvação e gás nos tubos de Durham foram considerados como positivos para a prova presuntiva para coliformes totais. Para o teste confirmativo para os coliformes totais, transferiram-se alíquotas dos tubos positivos no Caldo Lauril Sulfato de Sódio, com auxílio de uma alça de platina para tubos contendo Caldo Bile Verde Brilhante Lactose a 2%. (Caldo VB). A turvação desse meio e a produção de gás, após 24 a 48 horas de incubação a 45°C, classificou os tubos como sendo positivos. Para a determinação do NMP de coliformes termotolerantes, os tubos considerados positivos no Caldo VB foram semeados em Caldo *Escherichia coli* (EC), também contendo tubos de Durham invertidos. Os tubos foram incubados em banho-maria a 45°C, por um intervalo de 24 a 48 horas. Após a incubação, foram considerados positivos para a presença de coliformes termotolerantes, os tubos que apresentaram turvação e gás nos tubos de Durham.

Para a determinação do NMP de *Escherichia coli*, os tubos considerados positivos no Caldo de *Escherichia coli* (EC), foram semeados em Caldo Triptona e incubados em banho-Maria a 45°C, por um intervalo de 24 a 48 horas. Os tubos foram considerados positivos após turvação e adição do reagente de Kovacs com formação de um anel vermelho da superfície do caldo Triptona. Em seguida, realizou-se o plaqueamento seletivo, a partir de cada tubo positivo no Caldo Triptona, em ágar Eosina Azul de Metileno (EMB), utilizando-se a técnica de estrias por esgotamento. As placas inoculadas foram invertidas e incubadas a 35°C por 24 horas em

estufa. Decorrido o período de incubação, as colônias características de *E. coli*, colônias típicas negras e bordas claras ou colônias com brilho verde metálico, foram submetidas à série bioquímica: Indol, Vermelho de Metila, Voges Proskauer e Citrato (IMVIC).

Para quantificação de *Enterococcus* sp. foi empregada a técnica tubos múltiplos, na qual utilizou-se uma série de 5 tubos com Caldo Azida Dextrose (CAD) duplamente concentrado, seguida de duas séries de 5 tubos com CAD em concentração normal, adicionando-se em cada série de 5 tubos, 1 e 0,1ml da água estuarina, respectivamente. Os tubos foram incubados a 35°C por 48 horas, e aqueles que apresentaram turvação tiveram seu conteúdo estriado em placas contendo o meio ágar m- Enterococcus (pH 7,5) e incubadas invertidamente a 35±2°C por 24 horas. O crescimento de colônias típicas vermelhas ou escuras com halo marrom determinava colônias suspeitas de *Enterococcus* sp. Em seguida, foram transferidas três colônias da cultura para tubos contendo Caldo Infusão Cérebro Coração (BHI) e incubados a 35±2°C por 24 horas para obtenção do inóculo. Posteriormente, foi realizado o teste de catalase, coloração de Gram, turvação em caldo BHI pH 9,6 incubados a 35°C/48h, em caldo BHI a 45°C/48h, em caldo BHI contendo 6,5% de NaCl a 35°C/72h e produção de colônias em ágar Bile Esculina a 35°C/24h.

O NMP de coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* e *Enterococcus* sp. foi obtido através da combinação dos tubos positivos com as provas bioquímicas de acordo com a tabela de Hoskins.

Os aspectos físico-químicos como o pH, a temperatura e salinidade foram verificados, em campo, através de medidor multiparâmetro com GPS (Modelo HI 9828) da marca HANNA instruments®, e os dados pluviométricos foram obtidos junto ao site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), por meio de planilha eletrônica.

Os impactos ambientais foram verificados através da ferramenta de controle check-list (SÁNCHEZ, 2013), por meio da qual foi gerada uma listagem descritiva das atividades e/ou ações e suas interfaces. As atividades/ações foram fotografadas e georreferenciadas com auxílio de câmera fotográfica NIKON p510 e GPS portátil (Garmin eTrex 30).

As amostras foram submetidas às análises microbiológicas com a finalidade de quantificar e identificar os micro-organismos indicadores de contaminação fecal e análise descritivas para posteriormente correlacionar os índices permitidos pela Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000 do CONAMA.

Os dados foram tabulados em planilha eletrônica. Para análise estatística, foi empregado o teste de Friedman com auxílio do programa R (R Core Team, 2016), considerando o nível de significância de 5% para análises microbiológicas e físico-químicas. As variáveis Coliformes Totais e Termotolerantes, *Escherichia coli* e *Enterococcus* sp., foram transformadas para log ((NMP/100mL) + 1). E ainda foi aplicada estatística descritiva para as observações dos impactos ambientais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados relativos aos registros de pH, salinidade e temperatura das amostras de água da orla estuarina coletadas da RDSEPT estão dispostos na Figura 2. Os parâmetros pH, temperatura e salinidade não apresentaram diferenças estatísticas entre os pontos coletados. Os valores de pH variaram de 7,79 a 8,60, a temperatura, em °C, variou de 23,48 a 31,43 e a salinidade em ‰ variou de 36,40 a 40,95. Esses índices são considerados no padrão de acordo com a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 e permitem o crescimento de bactérias patogênicas e indicadoras de poluição ambiental, já que favorecem microclima estável aos organismos procariontes. Dados semelhantes foram encontrados por Monteiro (2013), quando identificou *Enterococcus* sp. em praias do litoral cearense e os valores detectados de pH nas águas do mar variaram de 7,60 a 8,40, temperatura em média de 27±1°C e salinidade na frequência de 36 a 39. Já Silva et al. (2008) encontraram variação de 7,0 a 8,0 quanto ao pH da

água das praias no litoral do estado do Maranhão, quando estudavam sua contaminação por *Enterococcus* sp. E Rodríguez et al. (2015) verificaram a presença de *Pseudomonas* sp. e *Enterococcus* sp. em galerias pluviais e em águas marinhas receptoras na cidade de Fortaleza, Ceará, nas quais os valores de pH variaram entre 6,67 e 7,69, os de salinidade 20 e 40 e a temperatura entre 31°C e 36°C. Durante todo o período de coleta, realizada na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão, os valores pluviométricos foram 0,0 mm (INMET, 2016).

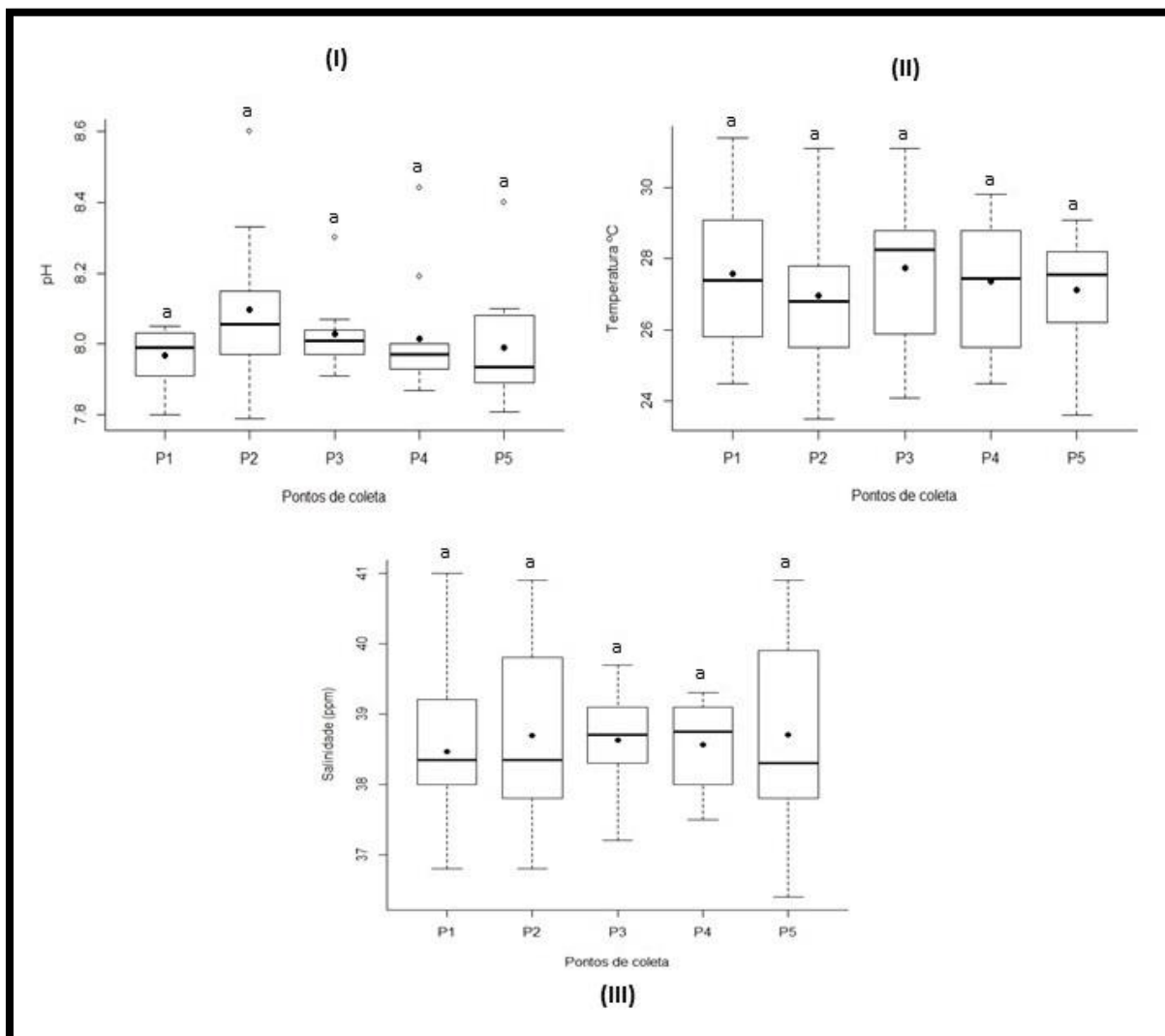


Figura 2. Boxplots das análises físico-químicas. (I) pH; (II) Temperatura (°C); (III) Salinidade (ppm). Os pontos de coleta P1, P2, P3, P4 e P5 correspondem, respectivamente, ao acesso principal de água marinha no estuário, à comunidade de Chico Martins, à comunidade de Barreiras, à comunidade de Diogo Lopes e à comunidade de Sertãozinho, pertencentes à Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão, localizada no município de Macau no Rio Grande do Norte. Na análise estatística foi empregado o teste de Friedman com auxílio do programa R (R Core Team, 2016), considerando o nível de significância de 5%.

Fonte: Dados da Pesquisa (2016).

Os dados referentes às análises microbiológicas das amostras de água da orla estuarina da RDSEPT foram dispostos na Figura 3. Durante as 10 coletas realizadas observou-se, no que se refere a Coliformes Totais (Cto), que existiu diferença estatística entre os pontos 3 e 4 em relação aos pontos 1 e 2 ($p = 0.003$). O ponto 5, no entanto, não apresentou diferenças estatísticas em relação aos demais pontos ($p > 0.05$) (Figura 3-I). Para se avaliar a qualidade sanitária das águas, mais especificamente a qualidade microbiológica, muitos pesquisadores

têm utilizado a colimetria – avaliação da contaminação da água por bactérias do grupo coliformes (FARIA et al., 2001). Apesar de não determinar o risco da presença de vírus e, portanto, não garantir totalmente a qualidade da água, a avaliação da contaminação por coliformes ainda é bastante realizada em estudos de monitoramento ambiental. Esses dados foram referenciados de acordo com o caldo bile verde brilhante lactose 2% que apresentou 46 amostras (92%), de um total de 50 amostras, com turvação e formação de gás, caracterizando presença de Cto. A quantificação de coliformes totais, expressa em log (10), nas amostras de águas, variou de 0,0 a 3,2 NMP/100mL no Ponto 1; de 0,0 a 3,4 no Ponto 2; de 0,9 a 3,4 no Ponto 3; de 1,0 a 3,4 no Ponto 4 e de 0,5 a 3,4 no Ponto 5. Esses resultados são justificados possivelmente pela presença de animais e dejetos lançados na orla de estuário. Oliveira et al. (2012), estudando a qualidade microbiológica do estuário do Rio Paciência/MA, observaram que as concentrações de coliformes totais e dos termotolerantes estiveram associadas à heterogeneidade espacial dos pontos amostrados e à influência de áreas urbanizadas, o que condiz com o que foi percebido nesta pesquisa. Nos pontos 3 e 4 do estuário da RDSEPT, equivalentes às comunidades de Barreiras e Diogo Lopes, respectivamente, onde a concentração urbana é bem maior que nos outros pontos de coleta.

A presença de coliformes termotolerantes indica uma contaminação de origem fecal indicando a possibilidade de detecção de micro-organismos enteropatogênicos (SUTIKNOWATI, 2006). Assim, os agentes das infecções intestinais ou entéricas são, em geral, transmitidos ao homem através da veiculação por alimentos ou pela água contaminada. Referente aos Coliformes Termotolerantes (Cto), nota-se que existe diferença estatística entre os pontos 3 e 4 em relação aos pontos 1 e 2 ($p = 0.001$). O ponto 5, no entanto, não apresentou diferenças estatísticas em relação aos pontos 1, 2, 3 e 4 ($p > 0.05$) (Figura 3-II). Esses dados foram referenciados de acordo com o caldo EC (*Escherichia coli*) que apresentou 41 amostras (82%), de um total de 50 amostras com turvação com formação de gás, caracterizando presença de Cto. A quantificação de coliformes termotolerantes, expressa em log (10), nas amostras de águas variou de 0,0 a 1,3 NMP/100mL no Ponto 1; de 0,0 a 1,6 NMP/100mL no Ponto 2; de 0,4 a 3,2 NMP/100mL no Ponto 3; de 0,4 a 2,7 NMP/100mL no Ponto 4 e de 0,0 a 1,7 NMP/100mL no Ponto 5. Cardonha et al. (2004) verificaram índices de Cto elevados em três praias da cidade de Natal (RN), tendo como fonte principal e contínua de poluição a presença de tubos de esgoto ligados clandestinamente à galeria pluvial. Durante a realização das coletas do presente estudo, situações semelhantes foram observadas em Barreiras, Diogo Lopes e Sertãozinho, nas quais o lançamento de efluentes domésticos é contínuo na área de estuários destas três comunidades. Vieira et al. (2011), quando verificavam fontes de poluição de origem fecal nas praias de Fortaleza/CE, também encontraram valores de coliformes termotolerantes superiores a $\log_{10} 3,0$ NMP/ 100 mL. Já Lourenço et al. (2006), analisando a água da praia das Barreiras, em Camocim no Ceará, encontraram valores de Cto muito menores: de 7 a 1100/100 mL (0,8 a 3,0 $\log_{10}$ NMP/100 mL), sendo essa praia considerada própria em todas as semanas de seus experimentos.

Em todos os pontos foi identificada a presença de *Escherichia coli*, cujo habitat primário é o trato gastrointestinal do homem e de animais, implicando que de alguma forma, resíduos orgânicos têm atingido o ambiente. Este é o micro-organismo predominante entre os de origem fecal, cujo habitat exclusivo é o trato intestinal de animais homeotérmicos; onde seus percentuais equivalem a 98% da flora intestinal (APHA; AWWA; WEF, 2005). Conforme Vieira et al. (2001), quando se quer constatar que a contaminação ocorreu por meio de esgotos, um dos patógenos mais importantes para ser pesquisado é a *E. coli*. Esta bactéria tem como um dos fatores limitantes a salinidade, que influencia na velocidade de sua multiplicação. Além disto, outros fatores podem também importar na sua sobrevivência, tais como temperatura, radiação solar e competição com outros micro-organismos.

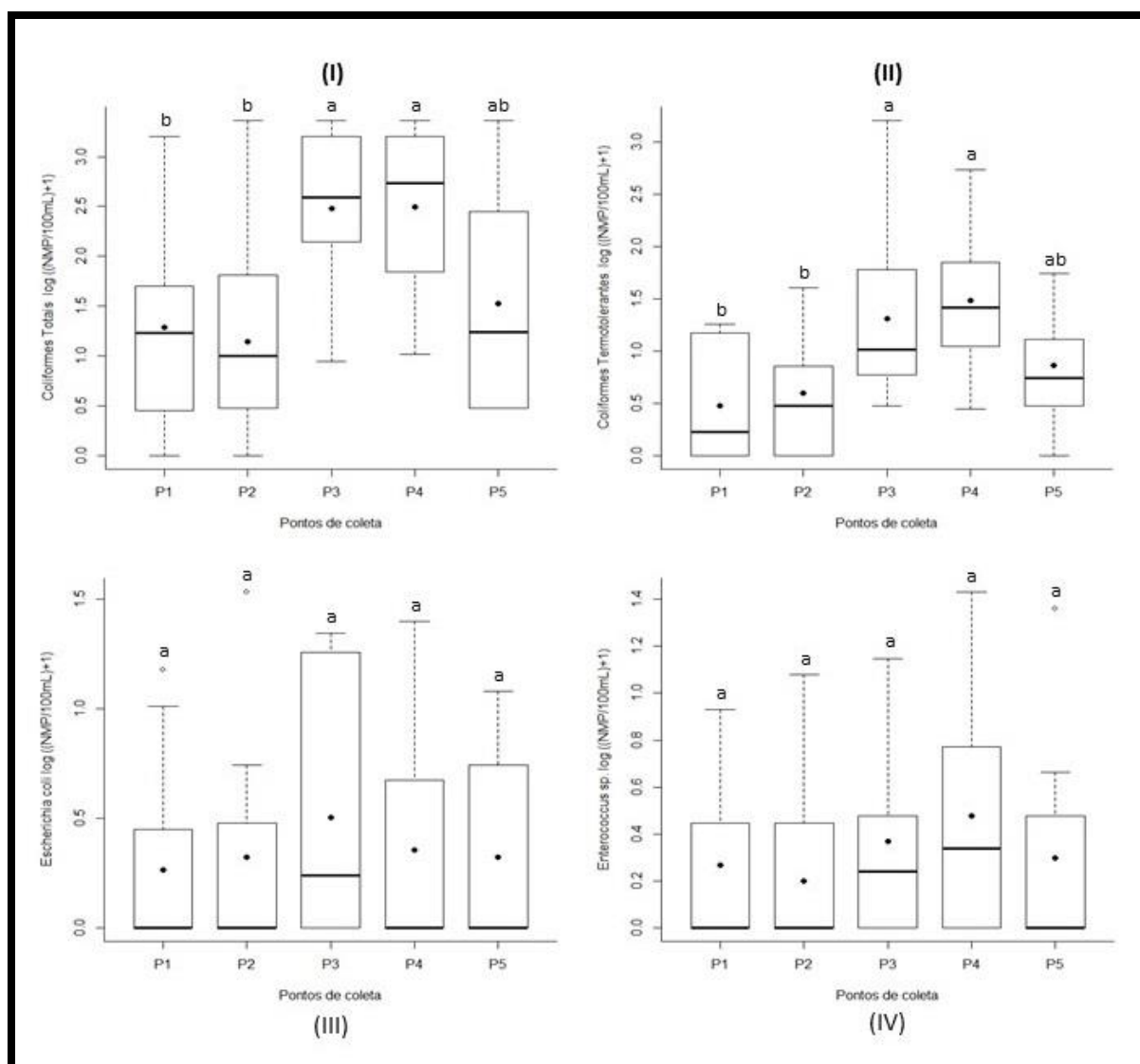


Figura 3. Boxplots das análises microbiológicas. (I) Coliformes Totais; (II) Coliformes Termotolerantes; (III) *Escherichia coli* e (IV) *Enterococcus sp.*, expressos em log₁₀ ((NMP/100mL) + 1). Os pontos de coleta P1, P2, P3, P4 e P5 correspondem, respectivamente, ao acesso principal de água marinha no estuário, a comunidade de Chico Martins, a comunidade de Barreiras, a comunidade de Diogo Lopes e a comunidade de Sertãozinho, pertencentes à Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão, localizada no município de Macau no Rio Grande do Norte. Na análise estatística foi empregado o teste de Friedman com auxílio do programa R (R Core Team, 2016), considerando o nível de significância de 5%.

Fonte: Dados da Pesquisa (2016).

Castro et al. (2006), trabalhando com um microcosmo experimental com água marinha e *E. coli*, ressaltaram o efeito da radiação solar associado à temperatura sobre essa bactéria. A cepa de *E. coli* com a qual os autores trabalharam havia sido isolada de uma galeria pluvial em Fortaleza. A quantificação de *E. coli* (EC) não apresentou diferença estatística entre os Pontos 1,2,3,4 e 5 ($p > 0.05$) (Figura 3-III). Os dados foram referenciados de acordo com o Caldo Tripton Soja que apresentou 20 amostras (40%), de um total de 50, com turvação, caracterizando presença de *E.coli*, os quais foram confirmados por meio da série bioquímica IMVIC. A quantificação de *E. coli*, expressa em log (10), nas amostras de águas variou de 0,0 a 1,0 NMP/100mL no Ponto 1; de 0,0 a 1,5 NMP/100mL no Ponto 2; de 0,0 a 1,3 NMP/100mL

no Ponto 3; de 0,0 a 1,4 NMP/100mL no Ponto 4 e de 0,0 a 1,1 NMP/100mL no Ponto 5. Os valores baixos de *E. coli*, possivelmente, podem ser justificados uma vez que o ambiente marinho possui alta osmolaridade e limitação de nutrientes sendo, desta forma, um ambiente hostil para este tipo de micro-organismo (GOURMELON et al.,1997). O pH da água do mar situa-se normalmente entre 7,5 e 8,5, sendo influenciado pela temperatura, pressão, atividades fotossintéticas e respiratórias dos micro-organismos. Um pH ácido, na faixa de 5,0, favorece a sobrevivência de *E. coli*, já a faixa em torno de 8,0 exerce um efeito deletério na sobrevivência da bactéria (ROSEN et al., (2001), o que pode ter influenciado significativamente nos dados referenciados para *E. coli* quantificados nesta pesquisa. Lourenço et al. (2006), analisando a água da praia das Barreiras, em Camocim, no Ceará, encontraram valores de *E. coli* em torno de 2 a 170 NMP/100 mL (0,3 a 2,2 log₁₀ NMP/100 mL), considerando-a própria para utilização dos banhistas.

Segundo Mcfeters et al. (1974), através de vários estudos, *Enterococcus* sp. foi eleito como indicador de excelência para a classificação da qualidade das águas de origem marinha, por possuir inúmeras vantagens tais como: não crescer no ambiente e apresentar um amplo tempo de sobrevivência na água marinha, sendo mais resistente quando comparado aos coliformes termotolerantes e à *E. coli*. Por ser indicador de contaminação de origem fecal, sua presença na água evidencia inadequação nas condições sanitárias da água do estuário, o que pode causar doenças nos usuários da praia tais como gastroenterites, se ingerida, dentre outras (DUARTE, 2011). A quantificação de *Enterococcus* sp. (ET) não apresentou diferença estatística entre os Pontos 1,2,3,4 e 5 ($p > 0.05$) (Figura 3-IV). Os dados foram referenciados de acordo com o ágar m-Enterococcus, que apresentou 21 amostras (42%), de um total de 50 com turvação, caracterizando presença de ET, os quais foram confirmados por meio da série bioquímica. A quantificação de *Enterococcus* sp., expressa em log (10), nas amostras de águas, variou de 0,0 a 0,9 NMP/100mL no Ponto 1; de 0,0 a 1,0 NMP/100mL no Ponto 2; de 0,0 a 1,1 NMP/100mL no Ponto 3; de 0,0 a 1,2 NMP/100mL no Ponto 4 e de 0,0 a 1,4 NMP/100mL no Ponto 5.

Estes são importantes indicadores ambientais de contaminação hídrica por bactérias de contaminação fecal. As concentrações de *Enterococcus* sp. encontradas nas análises das amostras de água da orla estuarina da RDSEPT podem ter sido influenciadas pela interação de fatores ambientais tais como as marés, a radiação solar e as chuvas, entre outros (ENNS et al., 2012). As contagens de bactérias obtidas nos pontos de coleta com valores de pH de 7,60 mínimo a 8,40 máximo, respectivamente, ratificam o critério de que bactérias pertencentes ao gênero *Enterococcus* sp. são capazes de crescer a valores de pH próximos a 9,6 (CETESB, 2012). Os resultados ratificam a informação de que bactérias pertencentes ao gênero *Enterococcus* sp. podem sobreviver por mais tempo em águas marinhas, devido à sua capacidade de tolerar altas concentrações de sais (HARWOOD; WHILLOCK; WHITHINGTON, 2000). Silva et al. (2008), quando pesquisava a qualidade da água da praia do Calhau, em São Luís no Maranhão, percebeu que as amostras de água apresentaram concentrações elevadas de *Enterococcus* sp., as quais variavam de 170 a 1600 NMP/100mL (2,2 a 3,2 log₁₀ NMP/100 mL), caracterizando-as impróprias para banho. Neste mesmo sentido, Dalfior (2005), quando analisava amostras de água marinha na Praia da Curva da Jurema, em Vitória/ES, encontrou resultados semelhantes aos do presente estudo.

A balneabilidade dos balneários, segundo os critérios estabelecidos pela legislação vigente (Resolução N° 274 do CONAMA, 2000), é determinada pelo índice de coliformes fecais (CF), *Escherichia coli* ou *Enterococcus* sp. encontrados em suas águas. As águas são classificadas como Excelente, Muito Boa, Satisfatória e Imprópria, sendo as três primeiras categorias agrupadas numa única classificação, como sendo Própria. De acordo com essa Resolução, um local

será considerado Impróprio para a prática de recreação quando em 80% ou mais, de um conjunto de amostras de águas, coletadas no mesmo local, durante cinco semanas consecutivas, a densidade de *Enterococcus* sp. for superior a 400 NMP 100 ml⁻¹ (2,6 log₁₀ NMP/100 mL), a 2500 NMP 100 ml⁻¹ (3,4 log₁₀ NMP/100 mL) de coliformes fecais (termotolerantes), ou, ainda, a 2000 NMP 100 ml⁻¹ (3,3 log₁₀ NMP/100 mL) de *Escherichia coli* em uma única amostra. Neste trabalho, de acordo com os valores de *Enterococcus* sp. e *Escherichia coli* encontrados, os locais de coleta foram considerados “Próprios” na categoria “excelente” pela legislação (BRASIL, 2000) em 100% das coletas. Já os valores referentes aos Coliformes Termotolerantes foram considerados “Próprios” em 90% das coletas (Figura 4).

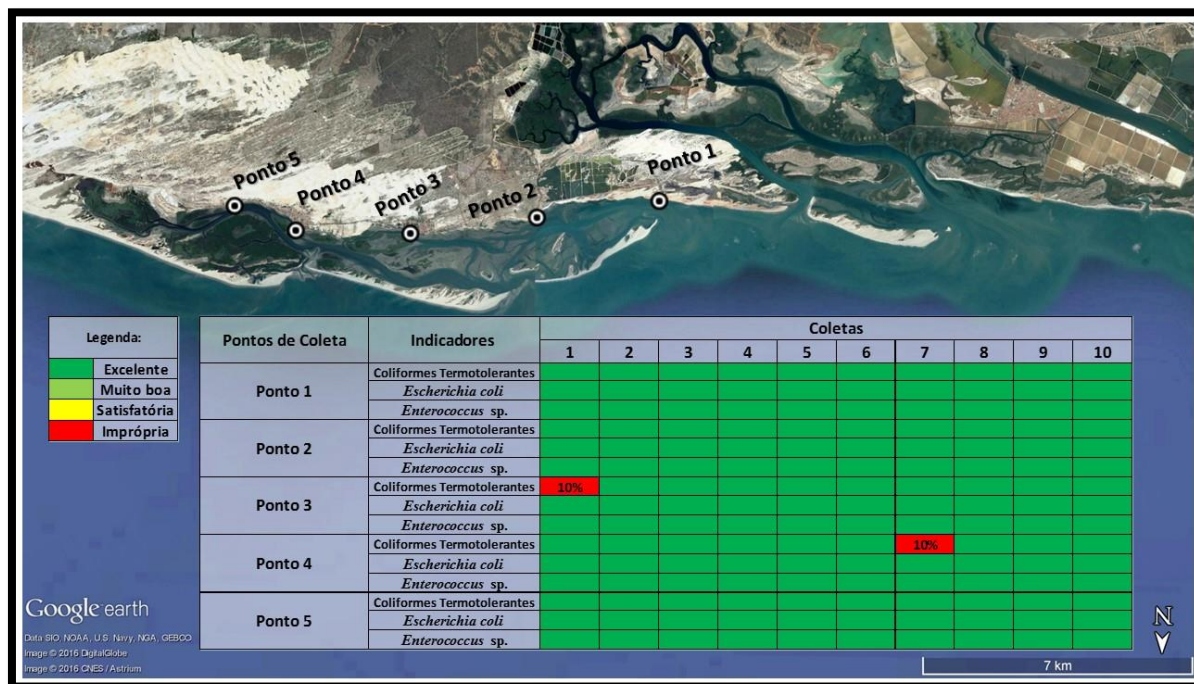


Figura 4 - Balneabilidade, em porcentagem, da Orla do Estuário da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão ao longo das 10 coletas realizadas.

Fonte: Modificado de Google Earth, 2016.

Por outro lado, o § 4º do Artigo 2º da Resolução nº 274/2000 do CONAMA afirma que as águas serão consideradas impróprias quando, no trecho avaliado, for verificada a presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação. Assim, a ausência de saneamento básico na RDSEPT oportuniza que a população encontre meios inadequados para destinação de seus efluentes domésticos (Figura 3 – I). A maioria das residências têm seus efluentes sanitários destinados para sumidouros e as águas cinzas são destinadas para locais a céu aberto ou para via pública, levados para o estuário por meio das canaletas artesanais construídas para essa finalidade. Foram identificados 205 pontos de lançamento de efluentes na orla do estuário. Destes, 3 pontos estão na comunidade de Sertãozinho, 133 em Diogo Lopes e 69 em Barreiras. Os impactos ambientais provenientes dessas ações podem causar a modificação do equilíbrio hidrológico do estuário da RDSEPT, alterações no habitat da flora e fauna aquática, a produção de odores desagradáveis, além do comprometimento do solo, a proliferação de vetores transmissores de doenças e a contaminação das águas subterrâneas, uma vez que grande parte das comunidades está sobre dunas, o que facilita a infiltração destes efluentes o que pode aumentar os riscos de contaminação e comprometimento da saúde pública local.

A presença de animais domésticos por toda a orla do estuário foi constante. Em todas as coletas foram observadas diversas espécies de animais (galináceos, caprinos, asininos, bovinos, suínos, caninos e felinos) defecando e se alimentando de resíduos sólidos urbanos dispostos de forma inadequada na orla estuarina (Figura 5 – II). A presença destes animais em área de estuário pode ocasionar a contaminação do solo e da água por meio das fezes, a atração de micro-organismos, que podem causar doenças, poluição visual, contaminação de organismos aquáticos, especialmente os filtradores, o acúmulo ou excesso de matéria orgânica na água, a diminuição do oxigênio dissolvido na água, odores desagradáveis e riscos aos banhistas.

A disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos (Figura 5 – III) constitui uma permanente ameaça à saúde pública e ao meio ambiente, limitando as potencialidades econômicas locais. Mediante contato de pessoas e animais domésticos com o lixo, nas áreas de depósito, pode ocorrer a disseminação de enfermidades. Também o vento pode ser um veículo de transporte de elementos patogênicos e materiais perigosos. Depósitos de RSU foram encontrados por quase toda a RDSEPT, em especial nas comunidades Barreiras e Diogo Lopes por serem as mais populosas e com características urbanas. Na orla estuarina foram encontrados 7 pontos de disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos, sendo 1 em Sertãozinho, 4 em Diogo Lopes e 3 em Barreiras.



Figura 5 – I – Lançamento de efluentes domésticos na orla estuarina; II – Animais domésticos pastando em área de estuário; III – Disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos na orla do estuário.

Fonte: Dados da Pesquisa (2016).

4. CONCLUSÃO

Quanto aos coliformes totais e termotolerantes, foram encontrados valores dentro dos limites estabelecidos na legislação em 90% das amostras, e 100% das amostras de *Escherichia coli* e *Enterococcus* sp. foram consideradas próprias na categoria excelente.

No que se refere ao pH, salinidade e temperatura, os índices encontrados estão dentro dos limites permitidos pela Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 e possibilitam o crescimento de bactérias patogênicas e indicadoras de poluição ambiental, já que favorecem microclima estável aos organismos procariontes.

Por outro lado, por meio do check-list, foram georreferenciados 205 pontos de lançamento de efluentes domésticos e 7 áreas de disposição inadequada de resíduos sólidos

urbanos em área de estuário, esses dados classificam que classifica a água do estuário como inapropriada para o banho.

Conclui-se que as águas da orla estuarina da RDSEPT apresentam os índices físico-químicos de acordo com os padrões estabelecidos e estão contaminadas com bactérias de origem fecal, com concentrações inferiores aos limites permitidos, no entanto, em vários pontos, a orla apresenta a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos, lançamento de efluentes domésticos e/ou sanitários, considerando o trecho pesquisado inapropriado pela Resolução nº 274/2000 do CONAMA.

5. REFERÊNCIAS

APHA; AWWA; WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater American Public Health Association**, Washington, 2005.

BRASIL. CONAMA, **Resolução 274 de 29 de novembro de 2000**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 3 p., Brasília, 2000.

CARDONHA, A.M.; VIEIRA, R.H.S.F; RODRIGUES, D.P.; MACRAE, A.; PEIRANO, G. ; TEOPHILO, G.N.D. **Fecal pollution in water from storm sewers and adjacent seashores in Natal, Rio Grande do Norte, Brazil**. International Microbiology., v.7, p.213-218, 2004.

CARR, M.R.; WANG, T.I.; McLEAN, T.I.; FLOOD, C.J.; ELLENDER, R.D. Salmonella rarely detected in Mississippi coastal waters and sediment. **Journal of Applied Microbiology**. Oxford, v. 109, p. 2191–2199, 2010.

CASTRO, H. M. P.; VIEIRA, R. H. S. F.; FONTENELES-FILHO, A. A.; HOFER, E.; ALBUQUERQUE, W. F. Efeito da radiação solar da salinidade sobre o crescimento de Escherichia coli. **Arquivos de Ciência do Mar**, Fortaleza, v.39, p.28-33, 2006.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Enterococos – Determinação pela técnica de membrana filtrante: método de ensaio. Norma técnica L5.212. Versão Junho/2012. Segunda edição. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, Brasil, 19 páginas, 2012.

CETESB. **Qualidade das praias litorâneas no Estado de São Paulo - 2015**. Secretaria do meio ambiente, São Paulo, 2016.

DALFIOR, J. S. **Avaliação da eficiência do grupo coliforme fecal como indicador de balneabilidade de praias quando comparado com Enterococos**: Estudo de caso da praia da Curva da Jurema. 2005. 53f. Monografia (Graduação em Oceanografia) Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

DIAS, T. L. P ; SALLES, R. **Diagnóstico da pesca artesanal e proposta de plano de ordenamento da pesca na reserva de desenvolvimento sustentável Ponta do Tubarão (Macau Guamaré/RN)**: relatório técnico IDEMA. [S.l]:[S.n], ago. 2006. 106 p.

DUARTE, P. B. **Microrganismos indicadores de poluição fecal em Recursos Hídricos**. 2011. 52f. Monografia (Especialização em Microbiologia) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

ENNS, A.A; VOGEL, I.J; ABDELZAHER, A.M; SOLO-GABRIELE, H.M;PLANO, L.R.W; GIDLEY, M.L; PHILLIPS, M.C; KLAUS, J.S;PIGGOT, A.M; FENG, Z; RENIERS, A.J.H; HAUS, B.K; ELMIR, S.M; ZHANG, Y; JIMENEZ, N.H; ABDEL-MOTTALEB, N; SCHOOR, M.E; BROWN, A; KHAN, S.Q; DAMERON, A.S; SALAZAR, N.C; FLEMING,

L.E. Spatial and temporal variation in indicator microbe sampling is influential in beach management decisions. **Water Research**. Amsterdam, v. 46, p. 2237-2246, 2012.

Faria, B.M.; Farjalla, V.F. * Esteves, F.A. (eds). **Aquatic microbial ecology in Brazil**. Serie Oecologia Brasiliensis, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, n.9, p.197-216, 2001.

GOUMMERLON, M.; TOUATI, D.; POMMEPUY, M.; CORMIER, M. Survival of Escherichia coli exposed to visible light in sea water: analysis in seawater analysis of rpoS dependent effects. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v.43, p. 1036-1043, 1997.

HARWOOD, V.J; WHITLOOK, J; WITHINGTON, V. Classification of antibiotic resistance patterns of indicator bacteria by discriminant analysis: Use in predicting the source of fecal contamination in subtropical waters. **Applied and Environmental Microbiology**. Washington, v. 66, n. 9, p. 3698–3704, 2000.

Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). **Banco de Dados Climatológicos**. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep> >. Acesso em: 31 jul. 2016 a 26 out. 2016.

Lourenço, E.M.L.; Vieira, G.H.F.; Festivo, M.L.; Rodrigues, D.P.; Vieira, R.H.S.F. Balneabilidade das praias do Odebrecht e das Barreiras (Camocim, Ceará). **Boletim Técnico Científico**. CEPNOR, Belém, v.6, n.1, p.19-32, 2006.

MCFETERS, G. A; BISSONNETTE, G. K.; HJEZESKI, J. J; THOMSOM, C. A.; STUART, D. G. Comparative survival of indicator bacteria and enteric pathogens in well water. **Applied Microbiology**, v.27, n.5, p.823-829, 1974.

MONTEIRO, D. T. L. **Comparação da qualidade bacteriológica da água marinha e da areia seca e molhada de duas praias do litoral leste do Ceará**. Dissertação de Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais, Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, 71 p., Fortaleza, 2013.

OLIVEIRA, J.F.; NOVAES, J. L. C.; SEGUNDO, A. L. N. M.; PERETTI, D. **Caracterização da pesca e percepção de pescadores artesanais em uma Reserva de Desenvolvimento Sustentável no Nordeste brasileiro**. Natureza Online, Espírito Santo, v. 14, n. 1, p. 48-54, mai. 2016.

PINTO, A.B.; PEREIRA, C.R.; OLIVEIRA, A.J.C. Density of Enterococcus sp in recreational waters and beach sand in São Vicente-SP, Brazil and its relationship to abiotic parameters. **O Mundo da Saúde, São Paulo**; v. 36, n. 4, p. 587-593, 2012.

R Core Team. **R: language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2016. URL <https://www.R-project.org/>.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental**. 2ª ed. São Paulo: Oficina de textos. 583p. 2013.

SILVA, V.C.; NASCIMENTO, A. R.; MOURÃO, A. P. C.; Neto, S. V. C. & Costa, F. N. Contaminação por Enterococcus da água das praias do município de São Luís, Estado do Maranhão. **Acta Science. Technology**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 187-192, 2008

SUTIKNOWATI, L.I. Bacteriological study of the marine water in the coastal of the North Sulawesi province, Indonesia. **Makara Sains**, v.10, n.2, p.76-82, 2006.

VIEIRA, R. H. S. F; SILVA, P. R. F. G.; SOUSA, O. V.; LEITUGEUR, L. G. O. Balneabilidade das águas da praia do Futuro. **Arquivosde Ciências doMar**, Fortaleza, v.34, p.39-42, 2001.

Vieira, R.H.S.F; Menezes, F.G.R; Costa, R.A.; Marins, R.V; Abreu, L.M; Fonteles-Filho, A.A & Sousa, O.V. Galerías pluviais como fonte de poluição de origem fecal para as praias de Fortaleza-Ceará. **Arquivos Ciências do Mar**, Fortaleza, v.44, p.5-12, 2011.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for a Safe Recreational Water environments**, v. 1, Genebra, 2003.

**6. CAPÍTULO II – ASPECTOS SOCIAIS DOS MORADORES DA RESERVA DE
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL ESTADUAL PONTA DO TUBARÃO
QUANTO À BALNEABILIDADE DE ÁGUAS ESTUARINAS**

Será submetido à revista Sociedade & Natureza

ASPECTOS SOCIAIS DOS MORADORES DA RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL ESTADUAL PONTA DO TUBARÃO QUANTO À BALNEABILIDADE DE ÁGUAS ESTUARINAS

Social aspects of the residents of the Ponta do Tubarão State Sustainable Development Reserve as to the balneability of estuarinas Waters

Joilson Marques Ferreira Filho

Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Mossoró, RN, Brasil.
jmarquesff@gmail.com

Francisco Marlon Carneiro Feijó

Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Mossoró, RN, Brasil.
marlon@ufersa.edu.br

Rodrigo Guimarães de Carvalho

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), Mossoró, RN, Brasil.
rodrigo.ufc@gmail.com

Genevile Carife Bergamo

Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN, Brasil.
gcbergamo@ufersa.edu.br

RESUMO:

A qualidade adequada da água estuarina se faz necessária para a balneabilidade. Deste modo, é fundamental que a comunidade entenda a importância da qualidade de suas águas estuarinas, uma vez que a promoção da saúde e do bem-estar da população deve ser entendida e considerada em sentido mais amplo, não aquele do combate a doenças e promoção de políticas públicas, mas sim como uma estratégia de articulação para melhoria da qualidade de vida. Assim, o trabalho teve como objetivos conhecer as condições de balneabilidade da orla estuarina da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão por meio da percepção ambiental dos moradores das comunidades de Chico Martins, Barreiras, Diogo Lopes e Sertãozinho, em Macau/RN. Foram realizadas 384 entrevistas, com o auxílio de um questionário semiestruturado com múltiplas respostas, que buscaram conhecer a percepção ambiental dos entrevistados quanto à balneabilidade. Os resultados obtidos afirmam que a maior parte dos moradores é do sexo masculino, com baixo nível de escolaridade e que a maioria pesca e vive há mais de 20 anos em sua comunidade. Ainda de acordo com os resultados obtidos, o maior número dos entrevistados utiliza a água do estuário para pesca ou lazer e considera a qualidade da água boa, embora confirme a existência de efluentes domésticos, a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos e a presença de animais domésticos na área de estuário. Concluímos que a população das comunidades pesquisadas da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão está caracterizada da seguinte forma: apesar do número elevado de

esgotos, os moradores afirmam que a água estuarina é adequada para o consumo.

Palavras-chave: Águas estuarinas; Balneabilidade; Percepção ambiental; RDSEPT.

ABSTRACT:

Adequate quality of estuarine water is required for balneability. It is therefore essential that the community understands the importance of the quality of its estuarine waters, since the promotion of the health and well-being of the population should be understood and considered in a broader sense, not that of combating diseases and promoting of public policies, but rather as a strategy of articulation to improve the quality of life. The objective of this work was to know the bathing conditions of the estuarine shoreline of the Ponta do Tubarão State Sustainable Development Reserve through the environmental perception of the residents of the communities of Chico Martins, Barreiras, Diogo Lopes and Sertãozinho, in Macau / RN. A total of 384 interviews were conducted with the help of a semi-structured questionnaire with multiple answers, which sought to know the environmental perception of the interviewees about bathing. The results obtained indicate that most of the residents are male, with a low level of schooling and that the majority have been fishing and have lived for more than 20 years in their community. Still according to the results, the largest number of respondents uses estuarine water for fishing or leisure and considers good water quality, although it confirms the existence of domestic effluents, the inadequate disposal of urban solid waste and the presence of animals in the estuary area. We conclude that the population of the surveyed communities of the Ponta do Tubarão State Sustainable Development Reserve is characterized as follows: despite the high number of sewage, residents state that estuarine water is adequate for consumption.

Keywords: Estuarine waters; Balneability; Environmental perception; RDSEPT.

INTRODUÇÃO

A ação de perceber o ambiente e interagir com ele difere de indivíduo para indivíduo, e os resultados desta interação interferem direta e/ou indiretamente na qualidade do meio ambiente. Neste sentido, Faggionato (2011) define percepção como uma tomada de consciência do ambiente pelo homem, ou seja, o ato de perceber o ambiente em que se está inserido, aprendendo a protegê-lo e a cuidar dele. Entretanto, uma das maiores dificuldades, no que se refere à proteção do meio ambiente, está na existência de múltiplas percepções, o que dificulta o planejamento e a tomada de decisão unificada por indivíduos de culturas, funções e interesses distintos. Desta forma, situações como disposição inadequada de lixo e esgotos a céu aberto, bem como a antropização de áreas de proteção permanente, sem esquecer as ações de desrespeito às áreas públicas por meio de diversos tipos de poluição e consequentes impactos ambientais negativos, são desafios que transformam comunidades de pequeno, médio e grande portes em “ilhas” de problemas, quando se fala em ambientes sustentáveis (BATISTA, 2006).

Portanto, entende-se a necessidade de ações de planejamento e gestão ambiental, uma vez que estes auxiliam na organização do espaço em que vivem e em sua melhor qualidade ambiental (SILVA, 2012).

As comunidades tradicionais são culturalmente diferenciadas das demais formas de organização social e, portanto, são reconhecidas de forma peculiar. Essas se ocupam e usam o território e recursos naturais para sua reprodução cultural, social, religiosa e econômica. Para tanto, utilizam-se de inovações e práticas produzidas e repassadas de geração para geração (BRASIL, 2007). De modo que, estas comunidades desenvolveram formas particulares de manejo dos recursos naturais, uma vez que não visam diretamente o lucro, mas, sim, a reprodução cultural e social, valorizando suas percepções e representações em relação ao mundo natural, caracterizadas pela ideia de associação e dependência com a natureza e seus ciclos (DIEGUES, 2004).

No caso da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão (RDSEPT), localizada nos municípios de Macau e Guamaré, litoral setentrional do Rio Grande do Norte, as comunidades sobrevivem basicamente da pesca artesanal que é realizada no mar, na costa e em seu estuário, onde a atividade pesqueira realizada é, principalmente, a de mariscos e da tainha (NOBRE, 2011). Os núcleos organizados desses distritos veem a tentativa de implantar o turismo comunitário como uma forma de garantir emprego e renda, bem como a participação das comunidades nas ações de planejamento e gestão ambiental da unidade de conservação (SILVA, 2004).

Assim sendo, a participação popular pode contribuir para melhoria de instrumentos de planejamento e as rotinas de gestão ambiental, que por mais relevantes e criativos que sejam, só adquirem plena legitimidade ao terem a sua operacionalização e a sua implementação debatidas, deliberadas e monitoradas pelos cidadãos (SOUZA, 2006). De modo que, Ribeiro (2004) explica que todas as propostas de planejamento que visam o desenvolvimento sustentável destacam a importância da participação da comunidade no processo de tomada de decisão e, sobretudo, na implantação de estratégias. Dessa forma, o sujeito ou grupo que conhece a realidade e, a partir de então, tenta encontrar soluções adequadas, geralmente está mais apto a promover um desenvolvimento socioeconômico menos agressivo ao meio ambiente e dessa forma, mais sustentável, uma vez que a RDSEPT é o ambiente no qual se pesca o peixe, captura-se o caranguejo e o siri, cata-se o marisco, retira-se a rama do mangue para alimentar as criações, a madeira grossa de mangue para a fabricação de embarcações, como também a casca da planta para tingir os tresmalhos (NOBRE, 2011).

Portanto, as comunidades devem contribuir para o planejamento e monitoramento de ações que objetivem uma qualidade adequada da água estuarina, o que possibilita melhores índices de balneabilidade, fator relevante para a recreação e consequente aumento do turismo e a manutenção da pesca artesanal. Deste modo, é fundamental que a comunidade compreenda a importância da balneabilidade de suas águas estuarinas, uma vez que a promoção da saúde e bem-estar da população devem ser entendidos e considerados em sentido mais amplo, não aquele do combate a doenças e promoção de políticas públicas, mas sim como uma estratégia de articulação para melhoria da qualidade de vida (BRASIL, 2006; SPERANDIO, 2006). Assim, a presente pesquisa objetivou conhecer as condições de balneabilidade da orla estuarina da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão por meio da percepção

ambiental dos moradores das comunidades de Barreiras, Diogo Lopes e Sertãozinho, em Macau/RN.

METODOLOGIA

A área de estudo localiza-se na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual da Ponta do Tubarão (RDSEPT), extremo norte do estado do Rio Grande do Norte (entre as coordenadas 5°2' e 5°16'S e 36°26' e 36°32'O), distante 180 km da capital Natal (Figura 1). A reserva abrange uma área total de 12.940,07 ha e foi criada pelo Projeto de Lei 8.349 de 18 de julho de 2003, por iniciativa de alguns moradores das comunidades locais, com o objetivo de proteger a grande diversidade de ecossistemas - porção marinha, caatinga, restinga, estuário, manguezais, dunas e falésias, de interesses individuais de alguns moradores locais aliados a grupos empresariais, o que representou um exemplo de resistência à tentativa de implantação de atividades econômicas concorrentes com as tradicionalmente desenvolvidas (WWF – BRASIL, 2007).

Este estudo foi desenvolvido com os moradores das comunidades pesqueiras Barreiras, Diogo Lopes e Sertãozinho, cuja população residente é de aproximadamente 6.981 habitantes (ALMEIDA, 2016), banhadas por uma planície de maré com manguezal, chamada também de falso estuário, que abrange uma área de cerca de 1.900 ha, e garante a subsistência de aproximadamente 1.000 famílias (DIAS et al. 2007).

A coleta de dados foi realizada nos meses de agosto a dezembro de 2016, através de pesquisa de campo por meio de uma entrevista estruturada (MARCONI; LAKATOS, 2011), com o auxílio de um questionário semiestruturado com múltiplas respostas. Responderam ao questionário 384 moradores do total dos habitantes das comunidades envolvidas, com idade igual ou superior a 18 anos, de qualquer sexo, com capacidade mental, sendo um (01) morador por residência. Os questionários foram aplicados durante as visitas às residências previamente sorteadas, em um lugar reservado da presente residência com condições ambientais adequadas, as quais foram satisfatoriamente confortáveis, assegurando assim, a privacidade dos indivíduos entrevistados e foi dado um tempo de 72 horas ao pesquisado quanto a tomada de decisão referente a sua participação. Assim, foram aplicados 115 questionários na comunidade de Barreiras, 240 em Diogo Lopes e 29 em Sertãozinho. O cálculo amostral do número de pessoas pesquisadas está baseado na metodologia de THEÓPHILO; MARTINS (2009). Utilizou-se o Qui-quadrado de Pearson, por meio de testes de associação, comparando-se as respostas dos moradores de cada comunidade. Em todas as análises, para se rejeitar a hipótese de nulidade, foi utilizado 5% de significância quanto às perguntas fechadas e uma estatística descritiva quanto às perguntas abertas.

As informações coletadas foram sistematizadas em gráficos e tabelas, a partir de dados categorizados com a utilização do software Action Start 3.1. O questionário foi dividido em cinco partes: I – Perfil social dos moradores entrevistados e II – Questões referentes à balneabilidade do estuário da RDSEPT.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi obtido no momento do recrutamento junto aos moradores que estiveram dispostos a participar da pesquisa, uma vez que só estavam aptos a participar desta mediante a assinatura do termo. A entrevista não pôde ser realizada com os moradores que não concordaram com a pesquisa, e que mesmo

concordando não assinam o TCLE. Nos casos em que o entrevistado estava impossibilitado de ler e assinar o termo, a leitura foi realizada por alguém de sua confiança e para aqueles que não eram alfabetizados, foi dada a opção para impressão datiloscópica.

A pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte sob o número CAAE 59432416.9.0000.5294 apresentando parecer favorável.

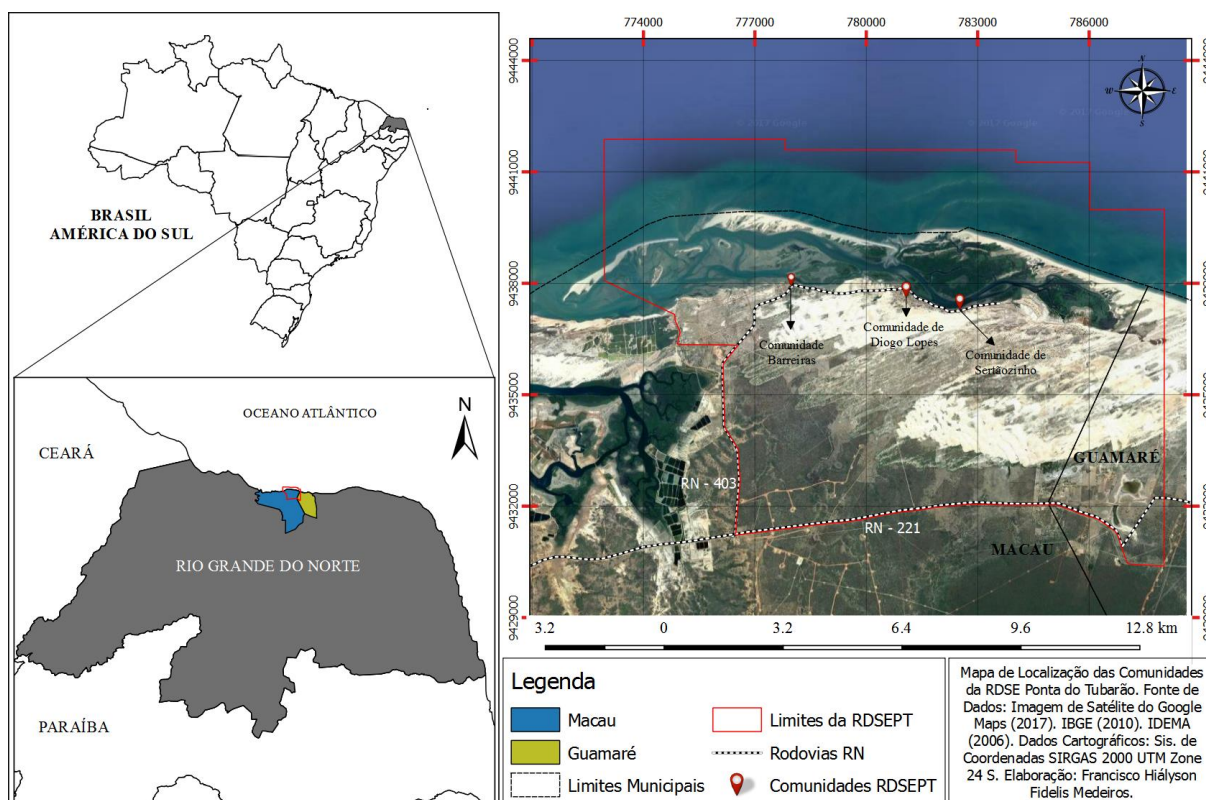


Figura 1 – Localização das comunidades Barreiras, Diogo Lopes e Sertãozinho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O perfil social dos moradores das comunidades Barreiras, Diogo Lopes e Sertãozinho, foram categorizados quanto ao gênero, idade, nível de escolaridade, tempo que mora na RDSEPT, número de pessoas que moram na casa do entrevistado e a profissão, organizada por atividade (Tabela 1). Desta forma, observou-se que dos 384 entrevistados, considerando a comunidade de Diogo Lopes, 160 (67%) eram do sexo masculino ($p = 0,0755$). Provavelmente, esse referencial pode ser justificado devido a pesca ser principal atividade profissional geralmente exercida por pessoas do gênero citado. Porcher et al., (2010) estudando a percepção dos moradores sobre os impactos ambientais e as mudanças na pesca do litoral sul do Brasil verificaram resultados semelhantes, no qual, 70,5% dos entrevistados eram do gênero masculino e 23,5% do feminino.

No que se refere a idade dos entrevistados, pode-se observar que o maior número verificado, 16 (13,9%) entrevistados está na frequência entre 23 a 27 e ainda 58 a 69 na

comunidade de Barreira, observando a assim a homogeneidade da população entrevistada nas comunidades estudadas.

O nível de escolaridade dos moradores revela o baixo nível de instrução, uma vez que 33,9%, 47,9% e 55,2%, dos moradores entrevistados de Barreiras, Diogo Lopes e Sertãozinho, respectivamente, possuem ensino fundamental incompleto e 10,4%, 17,9% e 10,3% são analfabetos. Essa constatação pode estar associada, conforme observado por Alves e Nishida (2003), em trabalho realizado em comunidades localizadas as margens do estuário do rio Mamanguape, justificado provavelmente devido a necessidade de contribuir para a melhoria da renda familiar e a falta de estímulo aos estudos podem ser apontados como principais fatores para o abandono dos bancos escolares e, conseqüentemente para o baixo nível de escolaridade desses trabalhadores. Esses mesmos fatores são válidos para os catadores de moluscos. Para Souza et al. (2009), a baixa escolaridade pode dificultar a realização de cursos de capacitação técnica e o apoio à pesquisa científica comprometendo a organização dos pescadores, dificultando a criação de associações para reivindicação de direitos e acesso ao crédito.

No que se refere ao tempo em que mora na RDSEPT, 35,8% da população de Diogo Lopes vive a mais de 40 anos em sua comunidade, e nas demais comunidades os entrevistados residem a mais de 20 anos ($p = 0,1376$). De acordo com Lucena e Freire (2011), a permanência longa nas comunidades é comum, pois os indivíduos que nascem na zona rural permanecem até os últimos dias de vida na comunidade; já os filhos, ao ficarem adolescentes, saem de casa e procuram as cidades para estudar ou trabalhar e quanto à composição familiar, constatou-se que 29,6% das famílias eram constituídas por dois membros na comunidade de Barreiras, 24,2% por três em Diogo Lopes e em Sertãozinho entre três e quatro com 20,7% em ambos, os demais dados foram subdivididos nas outras categorias ($p = 0,5885$). Esses resultados também foram observados por Gomes et al (2009) quando estudaram uma comunidade pesqueira na Amazônia e relataram que a maioria das residências, apresentavam de 1 a 5 pessoas.

A profissão predominante em Diogo Lopes (42,5%) e Sertãozinho foi a pesca ($p=0,113$). No entanto, Oliveira et al (2015) disseram que os pescadores afirmam que não são todos que desejam seguir esta profissão em virtude das péssimas condições de trabalho e de segurança, sendo perceptível nas famílias que não estimulam seus filhos a seguirem esta profissão. Diante do que foi exposto, é necessária uma conscientização dessa atividade, pois a pesca apresenta um grande potencial para a sobrevivência e também para o desenvolvimento socioeconômico da Reserva estudada.

Tabela 1. Perfil dos moradores das comunidades de Barreira, Diogo Lopes e Sertãozinho, pertencentes a Reserva Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão (RDSEPT).

Variáveis pesquisadas	Comunidades						p-valor
	Barreiras		Diogo Lopes		Sertãozinho		
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
Gênero							
Feminino	48	42	80	33	15	52	0,0755
Masculino	67	58	160	67	14	48	
Idade							
18 a 22 anos	14	12,2	21	8,8	1	3,4	0,0271

23 a 27 anos	16	13,9	16	6,7	7	24,1	
28 a 32 anos	5	4,3	31	12,9	1	3,4	
33 a 37 anos	11	9,6	25	10,4	6	20,7	
38 a 42 anos	10	8,7	29	12,1	6	20,7	
43 a 47 anos	11	9,6	23	9,6	2	6,9	
48 a 52 anos	15	13	27	11,3	4	13,8	
53 a 57 anos	7	6,1	19	7,9	1	3,4	
58 a 69 anos	16	13,9	30	12,5	0	0	
70 ou mais anos	10	8,7	19	7,9	1	3,4	
Escolaridade							
Analfabeto(a)	12	10,4	43	17,9	3	10,3	
Ensino fundamental incompleto	39	33,9	115	47,9	16	55,2	
Ensino fundamental completo	11	9,6	11	4,6	1	3,4	
Ensino médio incompleto	16	13,9	17	7,1	5	17,2	0,0015
Ensino médio completo	23	20	45	18,8	3	10,3	
Ensino superior incompleto	7	6,1	5	2,1	0	0	
Ensino superior completo	5	4,3	0	0	0	0	
Pós-Graduação Lato Sensu (Especialização)	2	1,7	4	1,7	1	3,4	
Tempo que mora na RDSEPT							
6 meses a 1 ano	3	2,6	6	2,5	0	0	
1 a 3 anos	5	4,3	6	2,5	1	3,4	
4 a 7 anos	6	5,2	11	4,6	4	13,8	
8 a 11 anos	6	5,2	15	6,3	1	3,4	
12 a 15 anos	7	6,1	14	5,8	3	10,3	0,1376
16 a 20 anos	16	13,9	19	7,9	3	10,3	
21 a 30 anos	17	14,8	40	16,7	10	34,5	
31 a 40 anos	17	14,8	43	17,9	5	17,2	
Mais de 40 anos	38	33	86	35,8	2	6,9	
Número de pessoas que moram na casa							
Moro sozinho(a)	8	7	15	6,3	4	13,8	
Duas	34	29,6	50	20,8	3	10,3	
Três	23	20	58	24,2	6	20,7	
Quatro	24	20,9	49	20,4	6	20,7	0,5885
Cinco	14	12,2	35	14,2	5	17,2	
Seis	9	7,8	19	7,9	3	10,3	
Mais de seis	3	2,6	15	6,3	2	6,9	
Profissão - Atividade							
Agricultura	2	1,7	2	0,8	1	3,4	
Pesca	24	20,9	102	42,5	12	41,4	
Comércio	4	3,5	13	5,4	1	3,4	
Construção Civil	17	14,8	16	6,7	1	3,4	0,0113
Saúde	3	2,6	4	1,7	0	0	
Educação	9	7,8	7	2,9	0	0	
Do Lar	26	22,6	45	18,8	11	37,9	

Autônomo(a)	3	2,6	5	2,1	0	0
Estudante	5	4,3	3	1,3	0	0
Aposentado(a)	11	9,6	25	10,4	0	0
Desempregado(a)	3	2,6	7	2,9	1	3,4
Outra	8	7	11	4,6	2	6,9

(%) = representação do total dos entrevistados

p-valor = valores obtidos por meio dos testes de associação do Qui-quadrado de Pearson.

Fonte: Dados da Pesquisa (2016).

Quando questionados sobre a utilização da água do estuário 67,8%, 80,4% e 86,2% dos entrevistados das comunidades de Barreiras, Diogo Lopes e Sertãozinho, respectivamente, afirmaram utilizá-la ($p = 0,0145$). E 84% da população entrevistada de Sertãozinho afirmou utilizar a água do estuário para pesca, o que se justifica pelo fato da pesca ser a principal atividade da localidade ($p = 0,0667$). Nas comunidades as margens de estuários, é comum a atividade pesqueira, como observado por Silva, Oliveira, Nunes (2007) quando esses estudaram a população pesqueira do Araguaiana, no Estado do Pará, quando observaram que 74% dos entrevistados tinham na pesca a única atividade geradora de sua subsistência, mas isso não significa que eles não tinham outros níveis de conhecimento em áreas como: construção civil, carpintaria, que podiam auxiliá-los na complementação da renda familiar. Quando é observado que a maioria das pessoas pesquisadas, como na comunidade de Diogo Lopes, 89,6% dos entrevistados afirmam utilizar a água para o lazer, ressalta-se a potencialidade da reserva como destino turístico, embora a implementação das atividades de ecoturismo na RDSEPT deve passar pela análise conjunta dos anseios da comunidade e pela adequação técnica, no sentido de planejar meios de viabilizar, monitorar e minimizar impactos dessas atividades, definindo bem os papéis da comunidade enquanto ator ativo do processo conforme descrito por Cunha (2006).

Tabela 2. Características gerais sobre a utilização e qualidade da água do estuário da Reserva Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão (RDSEPT), segundo os moradores das comunidades de Barreira, Diogo Lopes e Sertãozinho

Variáveis pesquisadas	Comunidades						p-valor
	Barreiras		Diogo Lopes		Sertãozinho		
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
Água do estuário da RDSEPT							
Utiliza a água do estuário?							
Sim	78	67,8	193	80,4	25	86,2	0,0145
Não	37	32,2	47	19,6	4	13,8	
Para qual finalidade?							
Pesca							
Sim	49	62,8	116	60,1	21	84	0,0667
Não	29	37,2	77	39,9	4	16	
Lazer							
Sim	60	76,9	173	89,6	19	76	0,0117
Não	18	23,1	20	10,4	6	24	

Outra							
Sim	7	9	61	31,6	3	12	0,0001
Não	71	91	132	68,4	22	88	
A água do estuário em sua comunidade é?							
Péssima	6	5,2	30	12,5	2	6,9	0,0306
Ruim	27	23,5	59	24,6	4	13,8	
Boa	79	68,7	141	58,8	19	65,5	
Ótima	3	2,6	7	2,9	2	6,9	
Excelente	0	0	3	1,2	2	6,9	

(%) = representação do total dos entrevistados

p-valor = valores obtidos por meio dos testes de associação do Qui-quadrado de Pearson.

Fonte: Dados da Pesquisa (2016).

A Tabela 3 apresenta o olhar das comunidades pesquisadas quanto as condições sanitárias da orla estuarina das comunidades pesquisadas. De acordo com 68,3% dos moradores de Diogo Lopes, existem esgotos sendo lançados sem nenhum tipo de tratamento para o estuário, o que se observa nas demais comunidades ($p = 0,1252$). Estes esgotos são provenientes da lavagem de roupas, de água de pias, banho e segundo 48,8% da população pesquisada em Diogo Lopes, da descarga de sanitários ($p = 0,0002$), fato esse que preocupa devido à grande quantidade de patógenos presentes em dejetos. Situação semelhante foi observada por Vieira et al (2007) quando estudaram os aspectos microbiológicos de águas estuarinas das bacias dos rios Jaguaribe (Ceará) e Curimataú e Açu (Rio Grande do Norte) através da estimativa do teor de coliformes totais e fecais, e de vibrios, bem como da pesquisa de ocorrência de salmonelas. No entanto, quando os pesquisados foram questionados sobre a destinação do efluente sanitário de sua residência, apenas 2,1% da população de Diogo Lopes afirmou lançá-los no estuário ($p = 0,0447$).

Tabela 3. Características gerais sobre efluentes domésticos e/ou industriais lançados na água do estuário da Reserva Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão (RDSEPT), segundo os moradores das comunidades de Barreira, Diogo Lopes e Sertãozinho.

Variáveis pesquisadas	Comunidades						p-valor
	Barreiras		Diogo Lopes		Sertãozinho		
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
Efluentes domésticos e/ou industriais							
Existem esgotos lançados no estuário de sua comunidade?							
Sim	66	57,4	164	68,3	18	62,1	0,1252
Não	49	42,6	76	31,7	11	37,9	
Qual a proveniência?							
Lavagem de roupas							
Sim	65	98,5	153	93,3	15	83,3	0,0478
Não	1	1,5	11	6,7	3	16,7	
Água das pias							
Sim	64	97	158	96,3	15	83,3	0,0318
Não	2	3	6	3,7	3	16,7	
Água do banho							
Sim	64	97	151	92,1	14	77,8	0,0246
Não	2	3	13	7,9	4	22,2	

Água da descarga dos sanitários							
Sim	15	22,7	80	48,8	3	16,7	0,0002
Não	51	77,3	84	51,2	15	83,3	
Água da lavagem de peixes (Ranchos de pesca)							
Sim	10	15,2	49	29,9	0	0	0,0029
Não	56	84,8	115	70,1	18	100	
Outra							
Sim	2	3	4	2,4	2	11,1	0,1410
Não	64	97	160	97,6	16	88,9	
Destino da água de louça, roupa e banho de sua casa?							
Fossa negra	78	67,8	149	62,1	17	58,6	0,6497
Estuário	9	7,8	18	7,5	0	0	
Via pública	6	5,2	13	5,4	2	6,9	
Utilizada para aguar plantas no quintal de sua residência	22	19,1	59	24,6	10	34,5	
Fossa séptica	0	0	1	0,4	0	0	
Qual o destino da água do(s) sanitário(s) de sua casa?							
Fossa negra	114	99,1	216	90	25	86,2	0,0447
Estuário	0	0	5	2,1	0	0	
Fossa séptica	1	0,9	2	0,8	0	0	
Via pública	0	0	17	7,1	4	13,8	

(%) = representação do total dos entrevistados

p-valor = valores obtidos por meio dos testes de associação do Qui-quadrado de Pearson.

Fonte: Dados da Pesquisa (2016).

Na tabela 04, estão as percepções da população quanto aos resíduos sólidos, onde 58,3%, 77,5% e 86,2% dos entrevistados das comunidades de Barreiras, Diogo Lopes e Sertãozinho, respectivamente, afirmaram que existe lixo sendo desposto na área de estuário em sua comunidade ($p = 0,0002$). A disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos pode causar diversos problemas ambientais que afetam diretamente a saúde e o bem-estar da população da RDSEPT. Além de facilitar a proliferação de vetores causadores de doenças, o lixo lançado nas ruas tem causado vários incômodos como a geração de maus odores, e a poluição visual, já que o despejo de resíduos sólidos torna a paisagem bastante desagradável, e impossibilitando o uso da orla estuarina para a população local e para os visitantes, pois as águas contaminadas pelos resíduos sólidos podem representar um risco à saúde dos frequentadores, sendo as crianças e idosos ou pessoas com baixa resistência são as mais suscetíveis a esta exposição. (VIEIRA et al 2002).

Foi questionado sobre os tipos de resíduos encontrados na orla estuarina e constatou-se que 98,5% dos entrevistados afirmam que o lixo doméstico está sendo disposto em área de estuário na comunidade de Barreiras, 96,2% na de Diogo Lopes e 100% em Sertãozinho ($p = 0,4226$). Fato também observado em estudo realizado próximo a foz do rio São Francisco, onde foi verificado nas transecções realizadas, o recolhimento de 103,4 Kg de resíduos sólidos, sendo 59,6 Kg na praia do Pontal do Peba (AL), 33,2 Kg na orla do centro histórico de Penedo (AL) e 30,6 Kg nas proximidades do porto das balsas em Neópolis (SE), ocorrendo provavelmente devido à ausência de fiscalização e planejamento urbano conforme descrito por Sampaio e Pinto (2015).

Tabela 4. Características gerais sobre resíduos sólidos urbanos dispostos em área de estuário na Reserva Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão (RDSEPT), segundo os moradores das comunidades de Barreira, Diogo Lopes e Sertãozinho.

Variáveis pesquisadas	Comunidades						p-valor
	Barreiras		Diogo Lopes		Sertãozinho		
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
Resíduos Sólidos Urbanos							
Existe lixo sendo lançado na área do estuário em sua comunidade?							
Sim	67	58,3	186	77,5	25	86,2	0,0002
Não	48	41,7	54	22,5	4	13,8	
Que tipo de resíduo (lixo) ?							
Lixo doméstico							
Sim	66	98,5	179	96,2	25	100	0,4226
Não	1	1,5	7	3,8	0	0	
Restos de construção civil							
Sim	39	58,2	121	65,1	7	28	0,0017
Não	28	41,8	65	34,9	18	72	
Podas de árvores							
Sim	30	44,8	108	58,1	13	52	0,1682
Não	37	55,2	78	41,9	12	48	
Outro							
Sim	5	7,5	33	17,7	0	0	0,0125
Não	62	92,5	153	82,3	25	100	

(%) = representação do total dos entrevistados

p-valor = valores obtidos por meio dos testes de associação do Qui-quadrado de Pearson.

Fonte: Dados da Pesquisa (2016).

Foi questionado aos participantes da pesquisa se verificavam a presença de animais domésticos em área de estuário (Tabela 5). Na comunidade de Barreiras, Diogo Lopes e Barreiras, 88,7,4%, 95,4% e 100%, respectivamente, dos entrevistados afirmaram que animais domésticos são visualizados em área do estuário. Esse resultado é uma possibilidade de problemas de saúde pública, pois Mantescio et al (2006) encontraram nas 60 amostras de areia, 8 (13,3%) foram positivas para ovos dos seguintes parasitos: *Ascaris* (8,3%), *Toxocara* spp. (3,3%) e “*ancilostomídeo like*” (1,7%). Para as pessoas que responderam que verificavam a presença de animais domésticos em área de estuário questionou-se a presença de animais domésticos defecando nestas áreas. Na comunidade de Diogo Lopes 72,9% da população entrevistada respondeu sim ($p = 0,1923$), observação relatada também em Barreiras e Sertãozinho. Essa fala da comunidade alerta para a presença de patógenos que podem infectar o homem e de acordo com Pinto e Oliveira (2011) existe a necessidade de implantação de programas de monitoramento da qualidade microbiológica das areias de praias. Tal preocupação é especialmente destacada no Brasil, país de clima tropical onde milhares de praias, utilizadas para recreação, se estendem por quase oito mil quilômetros de litoral

Tabela 5. Características gerais sobre a presença de animais domésticos em área de estuário na Reserva Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão (RDSEPT-RN), segundo os moradores das comunidades de Barreira, Diogo Lopes e Sertãozinho.

Variáveis pesquisadas	Comunidades			p-valor
	Barreiras	Diogo Lopes	Sertãozinho	

	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
Animais domésticos							
Costuma ver algum animal doméstico em área de estuário?							
Sim	102	88,7	229	95,4	29	100	0,0176
Não	13	11,3	11	4,6	0	0	
Verifica animais domésticos defecando na área do estuário?							
Sim	83	81,4	167	72,9	20	69	0,1923
Não	19	18,6	62	27,1	9	31	

(%) = representação do total dos entrevistados

p-valor = valores obtidos por meio dos testes de associação do Qui-quadrado de Pearson.

Fonte: Dados da Pesquisa (2016).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A precariedade das condições de saneamento básico das comunidades que pertencem a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão e a ausência de um sistema adequado de tratamento e disposição final dos esgotos domésticos e industriais são os principais fatores responsáveis pela degradação da qualidade das águas estuarinas e, como consequência, pelo comprometimento de sua balneabilidade.

Portanto, o saneamento da RDSEPT é imprescindível para a melhoria das condições de balneabilidade das águas estuarinas, assim como, para a proteção da qualidade da água no que diz respeito a pesca e ao lazer.

Ressalta-se a importância da proteção à saúde pública, pois a água contaminada representa riscos aos banhistas, uma vez que a mesma pode atuar como meio de transmissão de doenças de veiculação hídrica.

Pode-se concluir que a maior parte dos moradores das comunidades pesquisadas da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão é do sexo masculino, com baixo nível de escolaridade e que a maioria pesca e vive há mais de 20 anos em sua comunidade. Ainda de acordo com os resultados obtidos nesta pesquisa, o maior número dos entrevistados utiliza a água do estuário para pesca ou lazer e considera a qualidade da água adequada ao uso de acordo com a sua percepção, embora confirme a existência de efluentes domésticos, a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos e a presença de animais domésticos na área de estuário.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004:** Classificação de Resíduos. Rio de Janeiro: p. 71. 2004a.

ALMEIDA, J. E. **Diagnóstico Socioeconômico da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão – RDSEPT.** Plano de Manejo. UERN. 2016. No prelo.

ALVES, R.R.N. & NISHIDA, A. K. 2003. Aspectos socioeconômicos e percepção ambiental dos catadores de caranguejo-uçá *Ucides cordatus cordatus* (L. 1763) (Decapoda, Brachyura) do Estuário do Rio Mamanguape, Nordeste do Brasil. **Interciencia**, 28: 36-43.

BATISTA, P. T. **O meio ambiente, as cidades, as árvores urbanas e a SBAU**. Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 2006. Disponível em: Acesso em: 9 fev. 2016.

BRASIL. Portaria MS/GM No. 67, 30 de março de 2006. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 31 mar. 2006. Seção 1, p. 138

CUNHA, J. S. **Análise de potencialidades e restrições ao ecoturismo**: o caso da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão-RN. 2006. 67f. Dissertação (Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

DECRETO Nº 6.040, DE 7 DE FEVEREIRO DE 2007. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais.

DIAS, T. L. P.; ROSA, R. S.; DAMASCENO, L. C. P. Aspectos socioeconômicos, percepção ambiental e perspectivas das mulheres marisqueiras da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão (Rio Grande do Norte, Brasil). **Gaia Scientia**, João Pessoa, v. 1, n. 1, p. 25-35, Mar-Nov, 2007.

DIEGUES, A.C. S. 2004. **O mito moderno da natureza intocada**. 4. ed. São Paulo: HUCITEC. 169 p.

FAGGIONATO, Sandra. **Percepção ambiental**. Materiais e Textos, 2011. Disponível em: http://educar.sc.usp.br/biologia/textos/m_a_txt4.html. Acesso em: 24 jun. 2014.

GOMES, R. K. S.; PEREIRA, L. C. C.; RIBEIRO, C. M. M.; COSTA, R. M. Dinâmica Socioambiental em uma Comunidade Pesqueira Amazônica, PA-Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada** 9(2):101-111 (2009).

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MATESCO, V.C; MENTZ, M.B.; ROTT, M.B.; SILVEIRA, C.O. Contaminação sazonal por ovos de helmintos na praia de Ipanema, em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Patologia Tropical**. v. 35, n.(2), p. 135-141. 2006.

NISHIDA, A. K.; NORDI, N.; ALVES, R. R. N. Aspectos socioeconômicos dos catadores de moluscos do litoral paraibano, Nordeste do Brasil. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v. 8, n. 1, p. 2017-215, Fev-Jun, 2008.

NOBRE, Itamar de Moraes. **Revelando os modos de vida da Ponta do Tubarão: a fotcartografia sociocultural como uma proposta metodológica**. Natal/RN: EDUFRRN, 2011.

Nordeste do Brasil. Revista de Desenvolvimento Econômico – RDE - Ano XVII - Edição especial. Dezembro de 2015. Salvador, BA – p. 431 – 442.

Oliveira MR, Moraes ALS, Carvalho MM, Silva AM, Lima JTAX, Chellappa NT, Chellappa S (2015) Estratégias reprodutivas de sete espécies de peixes das águas costeiras do Rio Grande do Norte, Brasil. **HOLOS**, v.6, 107-122.

PINTO, A. B.; OLIVEIRA, A. J. F. C. **Diversidade de microrganismos indicadores utilizados na avaliação da contaminação fecal de areias de praias recreacionais marinhas: estado atual do conhecimento e perspectivas.** O Mundo da Saúde, n. 35, p 105-114, 2011.

PORCHER, L. C. F.; POESTER, G.; LOPES, M.; SCHONHOFEN, P.; SILVANO, R. A. M. Percepção dos moradores sobre os impactos ambientais e as mudanças na pesca em uma lagoa costeira do litoral sul do Brasil. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 61 – 72, Mar, 2010.

RIBEIRO, H. **Comunicação como Instrumento do Planejamento e da Gestão Ambientais.** In: VARGAS, H. C.; RIBEIRO, H. (Orgs). Novos Instrumentos de Gestão Ambiental Urbana. 1. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

SAMPAIO, C. L. S.; PINTO, T. K. **Poluição por resíduos sólidos no baixo São Francisco,** Silva MC, Oliveira AS, Nunes GQ Caracterização socioeconômica da pesca artesanal no município de conceição do Araguaia, estado do Pará. **Amazônia Ciência e Desenvolvimento** v. 2, n.4 p. 37-51. (2007).

SILVA, C. U. T. **Planejamento e gestão ambientais urbanos do município de Palmas (TO): uma abordagem fenomenológica a partir do poder público municipal.** 129 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) – Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Palmas, Palmas, TO. 2012.

SILVA, Luís Ribeiro da. Pequeno histórico da reserva. **Revista do IV Encontro Ecológico da RDS Estadual Ponta do Tubarão, RDS Estadual Ponta do Tubarão**, ano 2, n. 1, 1ª edição, jul 2004.

SOUZA, K. M.; ARFELLI, C.; GRAÇA LOPES, R. Perfil socioeconômico dos pescadores de camarão-sete-barbas (*xiphopenaeus kroyeri*) da praia do Perequê, Guarujá (SP). **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 35, n.4, p. 637-646, 2009.

SOUZA, M. L. **A prisão e a ágora:** reflexões em torno da democratização do planejamento e da gestão das cidades. Rio de Janeiro: Bertrand, 2006.

SPERANDIO, A.M.G. **Gestão ambiental:** estratégias para o desenvolvimento saudável e sustentável de um município. Campinas: Editora da Unicamp, 2006. v. 2.

THEÓPHILO, C. R.; MARTINS, G. A. **Metodologia da Investigação Científica para ciências Sociais Aplicadas.** 2 ed. São Paulo: Atlas, 2009. 264p.

VIEIRA, R. H. S. F.; CASTRO, H. M. P.; REIS, C. M. F.; REIS, E. M. F.; MADRID, R. M.; HOFER, E. Aspectos Microbiológicos de Águas Estuarinas nos Estados do Rio Grande do Norte e Ceará. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 40, n. 1, p. 89- 95, 2007.

VIEIRA, R.H.S.F.; ROCHA, C.A.S.; MENEZES, F.G.R.; ARAGÃO, J.S.; RODRIGUES, D.P.; THEOPHILO, G.N.D.; REIS, E.M.F. Poluição da água do mar e da areia de três praias de Fortaleza, Ceará, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar.** 35:113-118. 2002.

WWF/Brasil. **Reservas de Desenvolvimento Sustentável:** diretrizes para a regulação. Programa de Apoio a Áreas Protegidas, 2007.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A precariedade das condições de saneamento básico das comunidades que pertencem a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão e a ausência de um sistema adequado de tratamento e disposição final dos esgotos domésticos e industriais são os principais fatores responsáveis pela degradação da qualidade das águas estuarinas e, como consequência, pelo comprometimento de sua balneabilidade.

Portanto, o saneamento da RDSEPT é imprescindível para a melhoria das condições de balneabilidade das águas estuarinas, assim como, para a proteção da qualidade da água no que diz respeito a pesca e ao lazer.

Ressalta-se a importância da proteção à saúde pública, pois a água contaminada representa riscos aos banhistas, uma vez que a mesma pode atuar como meio de transmissão de doenças de veiculação hídrica.

Assim, as implicações com relação à saúde dos frequentadores da orla estuarina e os resultados obtidos, o presente trabalho traz as seguintes recomendações aos banhistas evitar o contato direto com águas provenientes de galerias pluviais ou que tenham origem desconhecida, principalmente, quando a elas estiverem associados odores desagradáveis; ingerir a água do estuário durante o banho; a utilização das águas estuarinas em locais onde deságuam corpos d'água quando não se tem conhecimento da sua qualidade, principalmente, após a ocorrência de precipitações pluviais de grande intensidade; o contato direto com areias que recebam algum tipo de efluente e reivindicar junto aos órgãos competentes uma solução para ausência de saneamento básico nas comunidades que pertencem a RDSEPT.

Sinalizamos para a necessidade da realização de estudos hidrodinâmicos com o objetivo de avaliar, de forma mais precisa, como ocorre a dispersão dos poluentes no estuário da RDSEPT e para necessidade da promoção de eventos voltados ao esclarecimento da população sobre questões relativas ao tema balneabilidade, tais como doenças de veiculação hídrica, os fatores que tornam um corpo de água IMPRÓPRIO para banho, a qualidade sanitária da areia das praias, a importância da coleta e tratamento dos esgotos domésticos e industriais, entre outras.

ANEXO A
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP) - PLATAFORMA BRASIL:
PROJETO APROVADO

DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Aspectos sociais quanto a balneabilidade de águas estuarinas na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão

Pesquisador Responsável: Francisco Marlon Carneiro Feijo

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 59432416.9.0000.5294

Submetido em: 16/11/2016

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO - UFRSA

Situação da Versão do Projeto: Aprovado

Localização atual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável

Patrocinador Principal: UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO - UFRSA

COORDENADOR

Comprovante de Recepção:  PB_COMPROVANTE_RECEPCAO_781876

DOCUMENTOS DO PROJETO DE PESQUISA

Versão Atual Aprovada (PO) - Versão 2

Pendência de Parecer (PO) - Versão 2

Curriculo dos Assistentes

Documentos do Projeto

Comprovante de Recepção - Submissã

Cronograma - Submissão 2

Folha de Rosto - Submissão 2

Informações Básicas do Projeto - Subm

Orçamento - Submissão 2

Outros - Submissão 2

Projeto Detalhado / Brochura Investigad

TCLE / Termos de Assentimento / Justif

Apreciação 2 - UERN - Universidade do Es

Projeto Completo

Tipo de Documento	Situação	Arquivo	Postagem	Ações
-------------------	----------	---------	----------	-------

ANEXO B

RESOLUÇÃO Nº 274 DE 29 DE NOVEMBRO 2000

O Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pela Lei no 6938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto no 99.274, de 6 de junho de 1990, e tendo em vista o disposto na Resolução CONAMA no 20, de 18 de junho de 1986 e em seu Regimento Interno, e considerando que a saúde e o bem-estar humano podem ser afetados pelas condições de balneabilidade; considerando ser a classificação das águas doces, salobras e salinas essencial à defesa dos níveis de qualidade, avaliados por parâmetros e indicadores específicos, de modo a assegurar as condições de balneabilidade; considerando a necessidade de serem criados instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, em relação aos níveis estabelecidos para a balneabilidade, de forma a assegurar as condições necessárias à recreação de contato primário; considerando que a Política Nacional do Meio Ambiente, a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) recomendam a adoção de sistemáticas de avaliação da qualidade ambiental das águas, resolve:

Art. 1º Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

- a) águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,50‰/00;
- b) águas salobras: águas com salinidade compreendida entre 0,50‰/00 e 30‰/00;
- c) águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30‰/00;
- d) coliformes fecais (termotolerantes): bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes totais caracterizadas pela presença da enzima β -galactosidase e pela capacidade de fermentar a lactose com produção de gás em 24 horas à temperatura de 44-45°C em meios contendo sais biliares ou outros agentes tenso-ativos com propriedades inibidoras semelhantes. Além de presentes em fezes humanas e de animais podem, também, ser encontradas em solos, plantas ou quaisquer efluentes contendo matéria orgânica;
- e) *Escherichia coli*: bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae, caracterizada pela presença das enzimas β -galactosidase e β -glicuronidase. Cresce em meio complexo a 44-45°C, fermenta lactose e manitol com produção de ácido e gás e produz indol a partir do aminoácido triptofano. A *Escherichia coli* é abundante em fezes humanas e de animais, tendo, somente, sido encontrada em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente;
- f) Enterococos: bactérias do grupo dos estreptococos fecais, pertencentes ao gênero *Enterococcus* (previamente considerado estreptococos do grupo D), o qual se caracteriza pela alta tolerância às condições adversas de crescimento, tais como: capacidade de crescer na presença de 6,5% de cloreto de sódio, a pH 9,6 e nas temperaturas de 10° e 45°C. A maioria das espécies dos *Enterococcus* são de origem fecal humana, embora possam ser isolados de fezes de animais;
- g) floração: proliferação excessiva de micro-organismos aquáticos, principalmente algas, com predominância de uma espécie, decorrente do aparecimento de condições ambientais favoráveis, podendo causar mudança na coloração da água e/ou formação de uma camada espessa na superfície;
- h) isóbata: linha que une pontos de igual profundidade;
- i) recreação de contato primário: quando existir o contato direto do usuário com os corpos de água como, por exemplo, as atividades de natação, esqui aquático e mergulho.

Art. 2º As águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário) terão sua condição avaliada nas categorias própria e imprópria.

§ 1º As águas consideradas próprias poderão ser subdivididas nas seguintes categorias:

- a) Excelente: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 250 coliformes fecais (termotolerantes) ou 200 *Escherichia coli* ou 25 enterococos por 100 mililitros;
- b) Muito Boa: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 400 *Escherichia coli* ou 50 enterococos por 100 mililitros;
- c) Satisfatória: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo 1.000 coliformes fecais (termotolerantes) ou 800 *Escherichia coli* ou 100 enterococos por 100 mililitros.

§ 2º Quando for utilizado mais de um indicador microbiológico, as águas terão as suas condições avaliadas, de acordo com o critério mais restritivo.

§ 3º Os padrões referentes aos enterococos aplicam-se, somente, às águas marinhas.

§ 4º As águas serão consideradas impróprias quando no trecho avaliado, for verificada uma das seguintes ocorrências:

- a) não atendimento aos critérios estabelecidos para as águas próprias;
- b) valor obtido na última amostragem for superior a 2500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 2000 *Escherichia coli* ou 400 enterococos por 100 mililitros;
- c) incidência elevada ou anormal, na Região, de enfermidades transmissíveis por via hídrica, indicada pelas autoridades sanitárias;
- d) presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação;
- e) pH < 6,0 ou pH > 9,0 (águas doces), à exceção das condições naturais;
- f) floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana;
- g) outros fatores que contraindiquem, temporária ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário.

§ 5º Nas praias ou balneários sistematicamente impróprios, recomenda-se a pesquisa de organismos patogênicos.

Art. 3º Os trechos das praias e dos balneários serão interditados se o órgão de controle ambiental, em quaisquer das suas instâncias (municipal, estadual ou federal), constatar que a má qualidade das águas de recreação de contato primário justifica a medida.

§ 1º Consideram-se ainda, como passíveis de interdição os trechos em que ocorram acidentes de médio e grande porte, tais como: derramamento de óleo e extravasamento de esgoto, a ocorrência de toxicidade ou formação de nata decorrente de floração de algas ou outros organismos e, no caso de águas doces, a presença de moluscos transmissores potenciais de esquistossomose e outras doenças de veiculação hídrica.

§ 2º A interdição e a sinalização, por qualquer um dos motivos mencionados no caput e no § 1º deste artigo, devem ser efetivadas, pelo órgão de controle ambiental competente.

Art. 4º Quando a deterioração da qualidade das praias ou balneários ficar caracterizada como decorrência da lavagem de vias públicas pelas águas da chuva, ou em consequência de outra causa qualquer, essa circunstância deverá ser mencionada no boletim de condição das praias e balneários, assim como qualquer outra que o órgão de controle ambiental julgar relevante.

Art. 5º A amostragem será feita, preferencialmente, nos dias de maior afluência do público às praias ou balneários, a critério do órgão de controle ambiental competente.

Parágrafo único. A amostragem deverá ser efetuada em local que apresentar a isóbata de um metro e onde houver maior concentração de banhistas.

Art. 6º Os resultados dos exames poderão, também, abranger períodos menores que cinco semanas, desde que cada um desses períodos seja especificado e tenham sido colhidas e

examinadas, pelo menos, cinco amostras durante o tempo mencionado, com intervalo mínimo de 24 horas entre as amostragens.

Art. 7º Os métodos de amostragem e análise das águas devem ser os especificados nas normas aprovadas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial-INMETRO ou, na ausência destas, no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater-APHA-AWWA-WPCF, última edição.

Art. 8º Recomenda-se aos órgãos ambientais a avaliação das condições parasitológicas e microbiológicas da areia, para futuras padronizações.

Art. 9º Aos órgãos de controle ambiental compete a aplicação desta Resolução, cabendo-lhes a divulgação das condições de balneabilidade das praias e dos balneários e a fiscalização para o cumprimento da legislação pertinente.

Art. 10º. Na ausência ou omissão do órgão de controle ambiental, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA atuará, diretamente, em caráter supletivo.

Art. 11º. Os órgãos de controle ambiental manterão o IBAMA informado sobre as condições de balneabilidade dos corpos de água.

Art. 12º. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios articular-se-ão entre si e com a sociedade, para definir e implementar as ações decorrentes desta Resolução.

Art. 13º. O não cumprimento do disposto nesta Resolução sujeitará os infratores às sanções previstas nas Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981; 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e no Decreto no 3.179, de 21 de setembro de 1999.

Art. 14º. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 15º. Ficam revogados os artigos do número 26 a 34, da Resolução do CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986.

JOSÉ SARNEY FILHO
Presidente do CONAMA

JOSÉ CARLOS CARVALHO
Secretário-Executivo