



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PARNAÍBA
CURSO LICENCIATURA EM QUÍMICA

CRISTIANA MARIA MENDES LOPES

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DAS ÁGUAS DA PRAIA
PEDRA DO SAL NA CIDADE DE PARNAÍBA-PI**

PARNAÍBA

2019

CRISTIANA MARIA MENDES LOPES

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DAS ÁGUAS DA PRAIA PEDRA
DO SAL NA CIDADE DE PARNAÍBA -PI

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Licenciatura em Química
do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí. Campus Parnaíba.

Orientador: Prof. Dr.^a. Márcia Valéria Silva Lima

PARNAÍBA-PI

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Lopes, Cristiana Maria Mendes

L864a Análise físico - química e microbiológica das águas da Praia Pedra do Sal na cidade de Parnaíba-PI / Cristiana Maria Mendes Lopes. - 2019.
57 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Instituto Federal do Piauí, Campus Parnaíba, 2019.

Orientadora : Profa. Dra. Márcia Valéria Silva Lima .

1. Química. 2. Análise físico-química . 3. Água - Análise microbiológica . 4. Praia Pedra do Sal (Parnaíba, PI). I.Título.

CDD - 540

Elaborado por Micheline Angélica Aragão Gouveia CRB 3/1244

CRISTIANA MARIA MENDES LOPES

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DAS ÁGUAS DA PRAIA PEDRA
DO SAL NA CIDADE DE PARNAÍBA-PI

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Licenciatura em Química
do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí. Campus Parnaíba.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Márcia Valéria Silva Lima (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof^o. Dr. Haroldo Luís Sousa Neres
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof^o. Raimundo Nonato do Nascimento P. Filho
Centro E. de Educação Profissional Liceu Parnaibano (CEEP)

Dedico esse trabalho
primeiramente à Deus, à
minha família, ao meu filho
Josué e aos amigos por todo
apoio.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, por ter me ensinado a perseverar mediante os obstáculos, quem me deu saúde e forças para superar todos os momentos difíceis a que eu me deparei ao longo da minha vida em especialmente na minha graduação.

À minha mãe e aos meus irmãos que contribuíram com todo incentivo durante os meus anos de faculdade, ao meu filho que é meu alicerce na minha vida, mesmo pequeno e frágil.

Agradeço imensamente ao Bruno Carvalho dos Santos “um anjo” e meu amor que Deus pôs na minha vida, no momento certo, sempre estando ao meu lado de forma direta, contribuindo muito nos meus sonhos. A você meu amor, muito obrigada, pelos incentivos e conselhos e até pelos bons momentos!

Agradeço aos meus colegas de profissão do CEEP (colégio Liceu Parnaibano), professor Raimundo Nonato, coordenadores e diretores, por todo incentivo e aprendizado que recebi por terem me proporcionado grandiosas experiências de vida.

Agradeço imensamente as minhas turmas do ensino médio regular do CEEP, em especial a turma do 3º ano de informática, que muito contribuiu nos projetos desenvolvidos na escola.

Agradeço aos meus colegas de curso Rayanne, Alicia, Emanuel Ferreira, Jéssica, Katiane, Ana Claudia, Angelina, Denise Mendes, Sabrina Teixeira, Ruth, Thaynne e Adriana Freire. Obrigada a todos!

Aos professores coordenadores do projeto Residência Pedagógicas Jádriel e Dr^a. Maria de Fátima, pelo apoio didático que recebi e, através desse projeto, aprimorou meus conhecimentos profissionais no ensino de química.

Agradeço a professora Vilma e ao professor Marcelo, pela oportunidade no projeto de extensão Pré Enem, oferecido pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí na qual ministrei a disciplina de Química. Muito obrigada pelo apoio.

Agradeço especialmente a minha orientadora professora Márcia Valéria por ter contribuindo imensamente no desenvolvimento da minha pesquisa.

Agradeço a analista Isabel e o analista prof. Raimundo, por ter me ajudado

bastante em minhas análises físico-químicas e microbiológicas, no laboratório do IFPI-Campus Parnaíba e ao laboratório da PVP, que muito contribuiu na minha pesquisa.

Agradeço também a professora de TCC Ana Maria pelas orientações e cobranças que faz da gente ser mais responsável de uma forma especial no meu aprendizado.

Portanto, vejo na letra da música da Banda Scorpions, um novo jeito de levar a vida, e que me tem proporcionado a olhar o mundo de uma maneira diferente. Em fim! Toca profundamente meu espírito e hoje estou aqui vendo “o vento da mudança” acontecer.

*The Wind of Change blows straight
Into the face of time
Like a Storm wind that will ring
The freedom bell for Peace of mind
Let your balalaika sing*

*Trecho da musica: Wind of Change
Scorpions*

RESUMO

A água é uma das substâncias químicas mais importantes para a manutenção da vida na Terra, fazendo parte da composição de seres vivos. Dentre os corpos d'água destaca-se a águas salgadas, uma vez que perfazem mais de 95% de toda a água da terra, e por serem utilizados para a pesca, navegação, entre outros. Mesmo esse recurso hídrico sendo importante, ele não é cuidado da forma adequada, sendo alvo de constante poluição pelo homem. O objetivo deste trabalho foi analisar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos das águas da Praia Pedra do Sal, localizada no município de Parnaíba no Estado do Piauí. As águas da Praia Pedra do Sal foram caracterizadas a partir das análises físico-químicas e microbiológicas, onde foi utilizada a resolução Nº 357, 17 de março de 2005, do CONAMA, a qual se refere às água de balneabilidade. Também foi utilizada a Portaria Nº 2914, 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, para fins comparativos, uma vez que existem alguns parâmetros que a resolução Nº 357/ 2005 do CONAMA não aborda. Para as caracterizações físico-químicas foram realizadas as medidas de pH, Alcalinidade, Dureza, Turbidez, Cor, Ferro, Amônia e Cloretos. Para a análise microbiológica realizou-se a determinação de *Enterobactérias*, *Staphilococcus aureus*, *Bacillus cereus*. Os resultados obtidos nas caracterizações físico-químicas estão dentro dos padrões estabelecidos da Resolução 357/2005 do CONAMA. Nas medidas microbiológicas, verificou-se a presença de bactérias, na qual corroboram com os valores de oxigênio dissolvido, indicando a presença significativa de matéria orgânica no ponto 3. Mesmo com os parâmetros dentro dos limites estabelecidos para águas de balneabilidade, é importante uma política de educação ambiental na Praia Pedra do Sal, uma vez que a mesma é essencial para a população da Região Norte do Piauí.

Palavras-chave: Água. Balneabilidade. Caracterização Físico-química. Análise microbiológica. Praia Pedra do Sal

ABSTRACT

Water is one of the most important chemical substances for the maintenance of life on Earth, being part of the composition of living beings. Among the bodies of water, salt water stands out, since they make up more than 95% of all water on earth, and because they are used for fishing, navigation, among others. Even though this water resource is important, it is not properly cared for, being the target of constant pollution by man. The objective of this work was to analyze the physical-chemical and microbiological parameters of the waters of Praia Pedra do Sal, located in the municipality of Parnaíba in the state of Piauí. The waters of Praia Pedra do Sal were characterized from physico-chemical and microbiological analyzes, using CONAMA Resolution No. 357, March 17, 2005, which refers to bathing water. Ministry of Health Ordinance No. 2914, December 12, 2011, was also used for comparative purposes, since there are some parameters that CONAMA Resolution No. 357/2005 does not address. For the physico-chemical characterizations, pH, Alkalinity, Hardness, Turbidity, Color, Iron, Ammonia and Chloride measurements were performed. For microbiological analysis, Enterobacteria, Staphilococcus aureus, Bacilus cereus were determined. The results obtained in the physical-chemical characterizations are within the established standards of CONAMA Resolution 357/2005. In microbiological measures, the presence of bacteria was verified, which corroborates with the values of dissolved Oxygen, indicating the significant presence of organic matter in Point 3. Even with the parameters within the limits established for bathing water, a policy is important environmental education in Praia Pedra do Sal, since it is essential for the population of the Northern Region of Piauí.

Keywords: Water. Bathing. Physico-chemical characterization. Microbiological analysis. Pedra do Sal Beach

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 - Análise da alcalinidade	43
Gráfico 2 - Determinação da dureza total	44
Gráfico 3 - Determinação do teor de cloretos	45
Gráfico 4 – Análise do ferro	46
Gráfico 5 - Análise do pH	47
Gráfico 6 - Análise da cor	48
Gráfico 7 - Análise do oxigênio consumido.....	49
Gráfico 8 - Análise da turbidez	50

LISTA DE IMAGENS

Figura 1 – Mapa da hidrografia Brasileira	20
Figura 2- Mapa da hidrografia de Parnaíba	20
Figura 3 – Pacote desconhecido encontrado na orla da praia- Nov/2019	23
Figura 4- Restos de óleos derramados na praia – Nov/2019	24
Figura 5 - Pontos de coleta das águas da Praia.....	32
Figura 6 - Mudanças de coloração do analito na determinação da Alcalinidade	33
Figura 7- Analito utilizado na determinação da dureza	34
Figura 8 - Determinação de cloreto	35
Figura 9 – Amostra de água utilizada na determinação da Amônia	36
Figura 10 - Amostra utilizada na determinação do Ferro	37
Figura 11 - Amostra utilizada na determinação do pH	37
Figura 12 - Amostra para análise da cor	38
Figura 13 – Amostra de água na determinação do teor de oxigênio	39
Figura 14 - Amostra utilizada na determinação da turbidez	40
Figura 15- Amostras coletadas na Praia	40
Figura 16 - Placas de Petri nos testes das E.C e C.T	50
Figura 17 – Coliformes Termotolerantes	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterizações físico-químicas água da praia	39
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Água
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AP	Alcalinidade Parcial
AT	Alcalinidade Total
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EDTA	Etilenodiamino tetra- acético
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFPI	Instituto Federal do Piauí
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
IQA	Índice de Qualidade das Águas
LD	Limite de detecção do método
Kps	Constante do Produto de Solubilidade
NTU	Nephelometric Turbidity Unit
OC	Oxigênio Consumido
OD	Oxigênio Dissolvido
ONU	Organizações das Nações Unidas
PVP	Produtos vegetais do Piauí

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1	HIDROGRAFIA BRASILEIRA E DE PARNAÍBA	19
2.2	CONTEXTO HISTÓRICO DA CIDADE DE PARNAÍBA	21
2.3	BALNEABILIDADE	21
2.4	CUIDADOS COM A ÁGUA	22
2.5	FISCALIZAÇÕES NA PRAIA PEDRA DO SAL	22
2.6	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	24
2.7	ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	28
3	OBJETIVOS	30
3.1	OBJETIVO GERAL	30
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	30
4.	METODOLOGIA	31
4.1	TIPO DE PESQUISA	31
4.2	SUJEITO DA PESQUISA /LOCAL DA PESQUISA	31
4.3	PROCEDIMENTO DA PESQUISA	31
4.4	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	32
4.5	ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	40

5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
5.1	CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA	42
5.2	ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	50
6	CONCLUSÃO	52
	REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

Entre os recursos naturais que o homem dispõe, a água é um dos mais importantes e indispensáveis para a sobrevivência (SILVA, 2012). Estima-se que 97,5% da água que existe no mundo é água salgada, onde em sua maioria constituem os mares, e uma pequena parcela é referente à lagos salgados e presume-se que mais da metade da água subterrânea também seja salgada. Entre os 2,5% do volume restante, compõem a água doce e a água salobra, que constituem grande parte das reservas superficiais e subterrâneas (ANA, 2017).

O Brasil apresenta o 16º maior litoral do mundo, contendo 7.491 km de extensão, onde 45% do litoral brasileiro estão localizados na região nordeste, apresentando 3.317 km de extensão (SHORT, 2016). Mesmo o Brasil apresentando grande reserva de água salgada, o mesmo precisa melhorar suas políticas de conscientização ambiental, já que são descartadas anualmente toneladas de fontes de matéria orgânica nos oceanos (SOUSA, 2017).

Como exemplo recente, foi registrado nas praias da região nordeste a presença de óleo de origem e natureza desconhecida, que causou e ainda causa prejuízos à vida marinha. O estado do Piauí foi um dos estados que teve suas praias contaminadas pelo óleo, onde uma das praias mais afetada foi a da Pedra do Sal.

A praia da Pedra do Sal contém 8 km de extensão, apresentando uma beleza singular, devido às formações rochosas no entorno da praia, o que justifica o seu nome. A praia apresenta elevada importância socioeconômica para os moradores da região norte do Piauí, sendo bastante frequentada por turistas de todas as regiões do estado e do país.

De acordo com a resolução do CONAMA Nº 357/2005, as águas da praia Pedra do Sal se caracterizam como pertencente a classe 1, uma vez que suas águas são destinadas à recreação de contato primário, e às atividades de pesca, entre outros.

Segundo Berg e seus colaboradores, as águas balneárias que estejam fora dos padrões apresentados pelos órgãos de controle, podem ser fontes de muitas doenças para a população, fazendo com que os mesmos possam até chegar a

óbito. Os microrganismos contidos nas águas são responsáveis pela transmissão de diversas doenças aos banhistas, como gastroenterite, hepatite A, cólera, febre tifoide e muitas outras (BERG *et al.*, 2013).

Devido a importância socioeconômica dessa praia, e aos recentes relatos de contaminação pelo óleo desconhecido, faz-se necessário estudar a qualidade das suas águas. Diante do exposto, esse trabalho tem como objetivo analisar as águas da praia Pedra do Sal por determinações físico-químicas e microbiológicas, levando em consideração, a resolução do CONAMA, a qual se destina às águas da classe tipo 1.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 HIDROGRAFIA BRASILEIRA

O Brasil possui uma das mais amplas, diversificadas redes fluviais de todo o mundo, apresentando cerca de 14% de toda água doce do planeta (REBOUÇAS, 2006).

O Brasil apresenta o 16º maior litoral do mundo, contendo 7.491 km de extensão, onde 45% do litoral brasileiro estão localizados na região nordeste, apresentando 3.317 km de extensão (SHORT, 2016). Mesmo o Brasil apresentando grande reserva de água salgada, o mesmo precisa melhorar suas políticas de conscientização ambiental, já que são descartadas anualmente toneladas de fontes de matéria orgânica nos oceanos (SOUSA, 2017).

O estado do Piauí é um dos estados do nordeste com menor extensão litorânea, apresentando apenas 66 km, onde apenas quatro cidades são contempladas: a cidade de Parnaíba, Luiz Correia, Barra Grande e Cajueiro da Praia.

Dentre as cidades litorâneas piauienses, destaca-se a cidade de Parnaíba, por ser a segunda cidade mais populosa do estado e por apresentar um grande fluxo de turistas durante o ano inteiro.

O município de Parnaíba localiza-se na bacia hidrográfica do Rio Parnaíba e é cortada por este que se divide em vários braços formando o famoso Delta do Parnaíba, extremamente rico e o único em Mar aberto das Américas e o terceiro maior do mundo, onde seus principais cursos d'água são: Rio Parnaíba, Rio Igaraçu e Rio Portinho, e de água salgada a Praia Pedra do Sal. A maior parte da cidade está na margem direita do Igaraçu, já o restante está na Ilha Grande de Santa Isabel, já no delta do rio Parnaíba (BARBOSA, 2004).

Nas Figuras 1 e 2 podem ser visualizadas a hidrografia brasileira e a hidrografia do Piauí.

2.2 CONTEXTO HISTÓRICO DA CIDADE DE PARNAÍBA

A toponímia "Parnaíba" é de origem indígena e significa "rio caudaloso (Paraná), ruim ou interpretável (ayba)", semelhante vocábulo foi incorporado ao nome oficial da Vila de São João, quando de sua fundação em 1762, passando a figura como vila de São João da Parnaíba (MENDES 2007).

Em função do processo de colonização, o litoral piauiense é pequeno, com uma área de aproximadamente 66 km de extensão. Primitivamente, essa extensão era ainda menor, mas em função de acordos celebrados com Ceará em 1880, o litoral piauiense que compreendia da Praia do Pontal ao Rio Portinho, pôde ser ampliada até o Rio Timonha (Chaval-CE) (MENDES, 2007).

2.3 BALNEABILIDADE

Balneabilidade é definido pelo Conselho nacional de Meio Ambiente - CONAMA, na resolução de nº 357/ 2005, precisamente no Art. 2º, nas condições de águas doces, salobras e também salinas destinadas a recreação de contato primário, o qual é entendido como o contato direto e prolongado com a água como natação, mergulho, dentre outros.

Por outro lado, na mesma resolução, se refere ao contato secundário nas águas de recreação como sendo um contato acidental e que a probabilidade de contato com a água seja menor, como a pesca e a navegação.

A balneabilidade refere-se à qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário como as praias, balneários e etc; Entretanto, a qualidade desses corpos d'águas também pode ser definida com base nas observações que são feitas através das características organolépticas (aspecto, visual, odor, cor, dentre outros).

Existem muitos fatores que influenciam para a má qualidade das águas nas praias, um deles é a deságua de outros corpos d'águas (rios) no litoral, pois esses corpos d'água na maioria das vezes são altamente contaminados por esgotos domésticos e industriais (BERG *et al*, 2013).

2.4 CUIDADOS COM A ÁGUA

O nível de sanidade das águas é importante, uma vez que esses recursos hídricos quando não cuidado devidamente funcionam como agentes de transmissão de doenças. Segundo o Ministério da Saúde, o custo gerado para o tratamento de doenças transmitidas ou causadas por água contaminada, no Brasil é aproximadamente US\$ 2,7 bilhões por ano (ADEODATO, 2006).

Uma das formas mais comuns de poluição das águas é a partir de dejetos humanos lançados nos rios, lagos e mares. Sendo estes constituídos de matéria orgânica, contribuindo para a depleção de oxigênio, consequentemente influenciando negativamente no equilíbrio da vida aquática.

As águas contaminadas apresentam os microrganismos como um dos principais agentes patogênicos das águas naturais. Segundo (Azevedo,2002):

Os microrganismos são introduzidos no organismo humano por que via cutânea ou por ingestão de água contaminada; pelo contato primário com água de recreação e ainda por ingestão de líquidos ou de alimentos contaminados, durante o preparo de alimentos ou em seu ambiente de origem. Mais de 100 organismos patogênicos entéricos podem ser encontrados nos esgotos, como vírus, parasitas e bactérias (AZEVEDO, 2002. p.573).

A falta de cuidado com a água pode ocasionar à população grande malefícios a saúde, principalmente aqueles que usam a água para beber, banhar ou cozinhar. "As principais doenças patogênicas são transmitidas através da água contaminada por bactérias, vírus, protozoários e helmintos e algas" (CHAPRA, 1997; BOLAND, 1993).

Um dos fatores que agravam a qualidade das águas é a falta de saneamento básico da população que mora ao redor dos leitos dos corpos d'água. Infelizmente, esse é um fator que ainda predomina nos dias atuais, pois o estado não consegue suprir as necessidades básicas da população. Ainda assim, a falta de saneamento básico não é apenas um problema do Brasil, mas sim, em todo o mundo (KNOWL,2013).

2.5 FISCALIZAÇÕES NA PRAIA PEDRA DO SAL

No Brasil e no mundo os oceanos infelizmente são o destino final de muitos lixos domésticos e/ou industriais, fazendo com que muitas praias sejam

fontes transmissora de doenças, tornando impróprias para o banho e resultando em grandes prejuízos. Mas como dito anteriormente, o nível de sanidade das praias não é uma prioridade das autoridades governamentais, fazendo com que a fiscalização desses corpos d'água fique em segundo plano. (FURTADO, 2009).

É extremamente necessário que exista e apliquem-se políticas de preservação dos leitos marinhos, e que exista constante e efetiva fiscalização dos mesmos. Segundo (Berg *et al*, 2013):

Os programas de monitoramento da balneabilidade do Brasil são desenvolvidos em conjunto com vários órgãos, dentre os quais o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) que segue as resoluções do CONAMA, a Vigilância Sanitária da Federação, Estado e Municípios, organizações governamentais do meio ambiente, entre outros (Berg *et al*, 2013. p.54).

Porém, fiscalização ambiental efetiva desses órgãos citados acima no referido campo de estudo não existe, pois se constatou diversas irregularidades como lixo nas encostas, a exemplo dos pacotes surgidos na orla da praia e o óleo recentemente encontrado, como pode ser visualizado nas Figuras abaixo.

Figura 3: Pacote desconhecido encontrado na orla da praia Pedra do Sal.



Fonte: Acervo pessoal, 2019.

Figura 4: Restos de óleos encontrados na praia Pedra do Sal.



Fonte: Acervo pessoal, 2019

As imagens foram obtidas no mês de Novembro no ano de 2019.

2.6 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

A água contém geralmente diversos componentes, o qual provém do próprio ambiente natural ou foram introduzidas a partir de atividades humanas. Para caracterizar uma água, são determinados diversos parâmetros, os quais representam suas características físicas e químicas. Esses parâmetros são indicadores da qualidade da água e constituem impurezas quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso. Os principais indicadores de qualidade da água estão descritos nos tópicos a seguir. (MACÊDO, 2005).

2.6.1 Alcalinidade total

A alcalinidade da água é uma medida de sua capacidade em reagir com ácidos forte para atingir determinado valor de pH. É tipicamente, uma combinação

de íons bicarbonato (HCO_3^-), íons carbonato (CO_3^{2-}) e hidroxilas (OH^-). É determinada por titulação com ácido forte em presença de alaranjado de metila. Assim sendo, um parâmetro de controle de qualidade a ser mantido dentro de padrões específicos. A alcalinidade alta em águas naturais pode impossibilitar seu uso para irrigação e pode ser indicação de contaminação por efluentes industriais. Contribuindo também, para o sabor da água. De uma forma geral podemos dizer que é uma medida da capacidade da água em neutralizar um ácido. (FUNASA,2009).

2.6.2 Dureza total

Originariamente descrita como a capacidade da água em precipitar sabão, a dureza é um dos mais analisados parâmetros de qualidade da água. É pois, a denominação genérica dada à soma das concentrações dos íons polivalentes presentes na água, tais como: cálcio, magnésio, ferro, bário, estrôncio, etc. A prática atualmente estabelecida é assumir a dureza total como referência apenas às concentrações de cálcio e magnésio.

A água contendo sais de dureza não espuma em presença de uma solução de sabão, pois os sais formam precipitados com os ânions. Ainda não se demonstrou a existência de efeitos adversos ou benéficos da dureza sobre a saúde. A soma das concentrações de íons cálcio e magnésio contido na água, que são expressos como carbonato de cálcio. (FUNASA, 2009).

2.6.3 Cloretos

Cloreto é o mais comum ânion inorgânico encontrado em águas e efluentes. Sua concentração depende de fatores geológicos e geográficos. Em regiões montanhosas de rocha primitiva eles ocorrem geralmente em baixas concentrações, enquanto em regiões costeiras as concentrações são mais altas (FUNASA,2009). O sal (cloreto de sódio), embora sendo um nutriente vital para o corpo humano presente em nossa dieta diária, passa pelo sistema digestivo inalterado para tornar-se a principal fonte de cloretos em esgotos brutos. Segundo a Resolução N°357/2005 do CONAMA, o limite de 250 mg/l de cloreto foi fixado para o fornecimento de água potável, pois este é o nível a partir do qual a água

passa a ter sabor salgado, quando o sódio é o cátion correspondente. Quando cálcio ou magnésio são os cátions correspondentes, um limite de até 1000 mg/l pode ser tolerado sem gosto salgado.

2.5.4 Nitrogênio amoniacal

Para legislação federal em vigor, a resolução N° de 20 do CONAMA/2005, os compostos de nitrogênio podem estar presentes em águas naturais, em baixos teores, devido ao processo de degeneração biológica de matéria orgânica animal e vegetal. Concentrações mais altas podem ser encontradas em esgotos brutos e efluentes industriais, particularmente de refinarias de petróleo onde a amônia é um produto do processo de refino. A amônia é um importante componente de fertilizantes. “O nitrogênio contribui para o desenvolvimento de algas em mananciais, devendo ser limitado, pois a proliferação excessiva é tóxica para a vida aquática” (MOTA, 1995).

2.5.5 Ferro

O Ferro é encontrado na natureza na forma de óxido e em minerais onde ele aparece combinado com silício ou enxofre. O teor de Ferro solúvel em águas superficiais raramente ultrapassa 1 mg/l, enquanto águas subterrâneas contêm teores maiores devido ao contato com substratos vizinhos. Concentrações de Ferro em água potável, superiores a 1mg/l, conferem sabor desagradável e causam manchas em roupas lavadas e em superfícies de porcelana. A concentração de Ferro interfere na turbidez e cor da água. Altas concentrações em águas superficiais podem indicar a contaminação por efluentes industriais ou efluentes de minerações. Em sistemas que utilizam encanamentos de Ferro, uma alta concentração desse elemento pode indicar corrosão. Por estes motivos, o ferro constitui-se em padrão de potabilidade, tendo sido estabelecida a concentração limite de 0,3mg/L na Resolução N° 357/2005 do CONAMA.

O Ferro também é um agente causador de incrustações em sistemas de refrigeração e geradores de vapor na indústria. Inicialmente o íon ferroso (Fe^{2+}) encontra-se na forma solúvel, entretanto, ao ser aerado na torre de resfriamento, ou sob influência da cloração, é convertido a férrico (Fe^{3+}), insolúvel, o qual se

precipita. Daí a importância de se controlar o ferro durante todas as etapas do processo (FUNASA,2009).

2.6.6 Potencial Hidrogeniônico - pH

É uma grandeza que varia de 0 a 14, onde indica a intensidade da acidez ($\text{pH} < 7,0$), neutralidade ($\text{pH} = 7,0$) ou alcalinidade ($\text{pH} > 7,0$) de uma solução aquosa. A medida de pH é uma das determinações de qualidade da água mais frequentemente executadas. Ainda assim, ele é um importante parâmetro físico-químico, pois apresenta influência direta nos ecossistemas aquáticos exercidos por seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies, os critérios de proteção à vida aquática fixam pH entre 6 a 9 (Resolução de Nº 20 do CONAMA, 357/ 05). Contudo, abrandamento da água, precipitação, desinfecção e controle de corrosão são alguns exemplos de operações que exigem um cuidadoso controle, pois, em condições contrárias ele pode contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos ou metais pesados; Segundo a portaria de Nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, o pH é o padrão de potabilidade, devendo apresentar os valores entre 6,5 a 9,5.

2.6.7 Cor

A cor é uma característica resultante da presença de substâncias presentes na água, uma vez que a água na sua forma pura não apresenta coloração. O ferro e o manganês são exemplos de metais que podem mudar a coloração dos corpos d'água, assim como a presença de matéria orgânica, provenientes de vegetais (principalmente algas) ou pela introdução de esgotos industriais e domésticos (FUNASA, 2009).

2.6.8 Oxigênio Consumido (O.C)

O oxigênio é um importante componente essencial para manutenção e proteção da vida aquática, sendo indispensável para os seres vivos, especialmente os peixes, os quais geralmente não resistem a concentração de oxigênio inferiores à 4,0 mg, condição anaeróbica. (KWGLEY; ANDREWS, 1998). Em temperatura ambiente, a água em contato com o ar fica geralmente saturada com oxigênio. O OD pode ser acrescido pelo O_2 produzido pelas plantas

aquáticas durante a fotossíntese. Um decréscimo no OD da água superficial pode ocorrer quando a temperatura das águas se eleva ou quando ocorre eutrofização do corpo hídrico.

2.6.9 Turbidez

Este parâmetro está relacionado com a presença de matéria em suspensão na água, como argila, siltre, substâncias orgânicas finamente divididas, organismos microscópicos e outras partículas em suspensão coloidais presentes na fase líquida. Alta turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes.

Em outros casos a turbidez também é provocada pela presença de algas, plâncton, matéria orgânicas e diversas outras substâncias como o zinco, ferro, manganês, areia e despejos domésticos e muitas vezes industriais (FUNASA, 2009).

2.7 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Um dos principais contaminantes das águas são o grupo dos coliformes. O grupo dos coliformes é constituído por inúmeras bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia*, *Enterobactéria*, *Staphilococcus aureus*, *Bacillus cereus* entre outros, etc. Todas as bactérias coliformes são gram-negativas, de hastes não esporuladas que estão relacionadas a fezes de animais de sangue quente e com o solo, pois não conseguem multiplicarem em águas poluídas, as espécies contidas nesses grupos apresentam diferentes graus de resistência às condições ambientais (CETESB, 2008).

As bactérias coliformes termotolerantes multiplicam-se ativamente a 44,5°C, pois possuem habilidade de crescerem em pH até 9,5 na presença de cloreto de sódio e habilidade de fermentar carboidratos, são anaeróbios facultativos e tolerantes a concentrações de 10% (dez por cento) a 20% (vinte por cento) de NaCl e a nitratos. A utilização das bactérias coliformes termotolerantes se apresenta mais significativas que o uso das bactérias totais, porque as bactérias fecais estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente.

A definição da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microrganismos patogênicos responsáveis por várias doenças, tais como febre tifoide, febre paratifoide, desintéria bacilar e cólera (CETESB, 2008).

2.7.1 Coliformes totais

“A água potável para o uso humano não deve conter microrganismos patogênicos e deve estar livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal” (FUNASA, 2009). Os indicadores de contaminação fecais tradicionalmente aceitos pertencem ao grupo de bactérias chamadas coliformes. O principal representante desse grupo de bactérias chama-se *Escherichia Coli* (GERARD *et al*, 2012).

O Ministério da Saúde Portaria nº 518/2004 diz que a contagem padrão das bactérias não deve exceder a 500 unidades formadoras de colônias por litro de amostra (500 UFC/ml) em águas para consumo humano (FUNASA, 2009).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Analisar as características físico-químicas e microbiológicas das águas da Praia Pedra do Sal, localizada na cidade Parnaíba no Estado do Piauí.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar os pontos de coleta da água na praia Pedra do Sal;
- Coletar e fazer a estocagem das amostras de água;
- Realizar as análises físico-químicas e microbiológicas da água da Praia;
- Relacionar e comparar os resultados obtidos com os padrões de água determinados pelo CONAMA.

4. METODOLOGIA

4.1 TIPO DE PESQUISA

A pesquisa é de caráter quantitativo uma vez que determina os parâmetros físico-químico da água, e qualitativo, já que indica a presença ou/não de microrganismos patogênicos nas águas da praia da Pedra do sal na cidade de Parnaíba.

4.2 SUJEITO DA PESQUISA /LOCAL DA PESQUISA

A cidade de Parnaíba está localizada no extremo norte do Estado do Piauí, na estreita faixa litorânea. O município se estende por 499,229 Km² e uma densidade demográfica de 400,73 hab./Km², apresentando os seguintes limites: Norte: Oceano Atlântico, Sul: com os municípios de Buriti dos Lopes e Bom Princípio, Leste: com o município de Luís Correia; Oeste: com os municípios de Ilha Grande do Piauí e Araisos (no Maranhão).

“A sede municipal tem coordenadas geográficas de 02°54’18” de latitude Sul e 41°46’37” de longitude Oeste de Greenwich e está a distância de 336 km de Teresina. O município foi criado pelo Decreto nº 166 de 14/08/1844. A população total, segundo o Censo de 2019 do IBGE, é de 200.056 habitantes é o segundo mais populoso do estado, perdendo apenas para a capital Teresina.

4.3 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

Inicialmente foram pesquisados e definidos os três pontos de coletas no mês de outubro de 2019. Para realização das análises físico-químicas, as amostras foram coletadas em frascos plásticos (garrafas PET) com capacidade de 2L. Os pontos de coletas foram escolhidos em localizações distintas, para termos uma análise geral nas caracterizações físico-químicas, pois são locais onde apresentam uma elevada concentração de banhistas. Os pontos de coletas podem ser visualizados nas figuras abaixo:

Figura 5: Pontos de Coletas das Águas da Praia Pedra do sal: **(A)**Farol; **(B)** Próximo ao cata-ventos e **(C)** Maré mansa.



Fonte: Acervo pessoal, 2019.

4.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

Na realização das análises físico-químicas foi utilizado o “Kit de potabilidade”, no qual se baseia num conceito amplo que permite avaliação da qualidade da água da praia Pedra do Sal, segundo os parâmetros do Ministério da Saúde e do Meio Ambiente. Entretanto, as limitações da presente metodologia estão principalmente ligadas a fatores de amostra, devendo ser observados os cuidados para as mesmas cloradas e contaminadas. O Kit de potabilidade contém manual de instruções e informações gerais, como fichas de monitoramento das análises e maleta de transporte. Foram realizadas as análises de alcalinidade, amônia, oxigênio consumido, cloretos, cor, dureza total, ferro, turbidez e pH.

4.4.1 Alcalinidade Total

A alcalinidade de uma amostra de água pode ser definida como sua capacidade de reagir quantitativamente com um ácido forte até um valor definido de pH. Os principais componentes da alcalinidade são os sais do ácido carbônico, ou seja, bicarbonatos, carbonatos e os hidróxidos. A alcalinidade total de uma água é dada pelo somatório das diferentes formas e alcalinidade existentes (KATO,2010).

A alcalinidade pode ser determinada por meio de titulação no qual serão quantificados os íons OH^- e CO_3^{2-} . Porém, só na alcalinidade de carbonato, a amostra deverá apresentar uma faixa entre um pH 8,3 a 9,8. (APHA, 2010). Um

dos indicadores mais utilizados para essa titulação é a fenolftaleína, podendo ser utilizado indicadores mistos, como o verde de bromocresol / vermelho de metila.

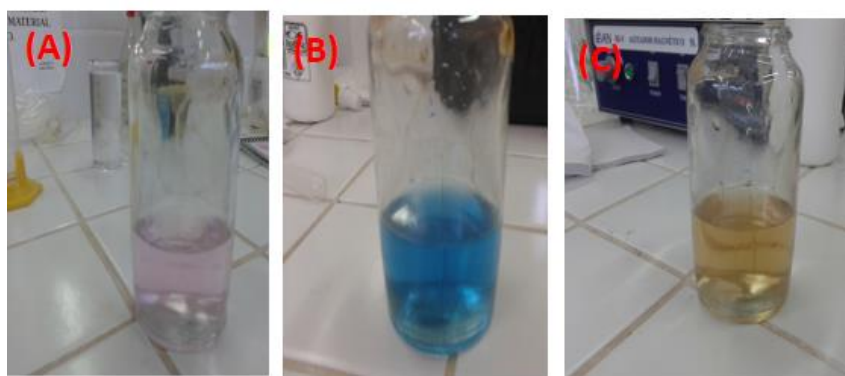
Na análise de alcalinidade total, inicialmente mediu-se 50 mL da amostra da água, utilizando uma proveta plástica. Em seguida a amostra foi transferida para um frasco de boca larga, onde foi adicionado 3 gotas de fenolftaleína, e iniciou-se a titulação com o ácido sulfúrico a 0,02N. Posteriormente foi adicionado 5 gotas do indicador misto (bromocresol/vermelho de metila) e agitando, prosseguindo a titulação até que verificasse a uma mudança visível da coloração, que inicialmente apresentava a cor azul e passou para a cor salmão. As mudanças de cores apresentada pelo analito; podem ser visualizadas na Figura 4.

O volume gasto de titulante foi anotado (V_g), o qual foi utilizado posteriormente para o cálculo da alcalinidade total (AT) e Parcial (AP), segundo as equações apresentadas abaixo.

$$AP = (\text{mgL}^{-1} \text{CaCO}_3) = V_g \times 2 \quad (1)$$

$$AT = (\text{mgL}^{-1} \text{CaCO}_3) = V_g \times 20 \quad (2)$$

Figura 6: Mudanças de coloração do analito na determinação da Alcalinidade: (A) presença de fenolftaleína, (B) indicador misto e (C) final da titulação.



Fonte: Acervo pessoal, 2019

4.4.2 Dureza

A dureza é classificada quanto aos cátions e quanto aos ânions associados a estes. Estas classificações são importantes para as previsões de tipos e dosagens de reagentes, nos processos de abrandamento. A dureza está

relacionada com a presença de CaCO_3 e MgCO_3 . A dureza total é a soma da dureza ao cálcio com a dureza ao magnésio. A determinação da dureza pode ser feita por espectrofotometria de absorção atômica ou através de titulometria (KATO,2010).

O método titulométrico mais utilizado é a complexometria com EDTA sódico. A titulação é feita com EDTA 0,01 mol/L sendo que a amostra tem seu pH elevado para 10 através da adição de solução tampão. O indicador metalocrômico é o negro de Eriocromo T, que apresenta viragem para cor azul pura quando a reação se completa.

Mediu-se 50 mL da amostra com uma proveta plástica, transferindo-se para um Erlenmeyer, adicionando 4 mL da solução tampão de $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ e agitando-se, em seguida colocando 2 (duas) medidas (espátula) de negro E.T. e agitando-se. Posteriormente feita a titulação com EDTA, gotejando-se na referida amostra gota a gota, obtendo-se a cor rosa, e por final anotamos o volume gasto. A Equação 3 foi utilizada para o cálculo da dureza total.

$$\text{DT} = \text{mgL}^{-1} \text{CaCO}_3 = V \times 20 \quad (3)$$

Figura 7: Analito utilizado na determinação da dureza



Fonte: Acervo pessoal, 2019

4.4.3 Cloretos

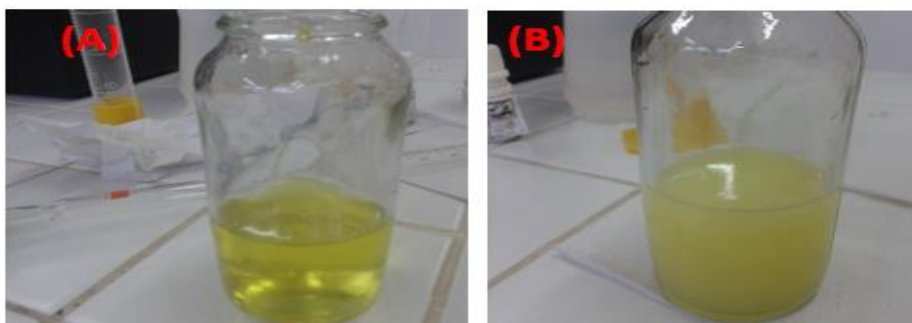
O Método de Mohr é método de volumetria de precipitação que utiliza solução padrão de nitrato de prata (AgNO_3) em meio aquoso, no qual é o agente titulante (solução padrão) e o cromato de potássio (K_2CrO_4) como o indicador no

ponto final da titulação na solução na análise dos cloretos. Embora o Ag_2CrO_4 tem um Kps menor, pois a sua solubilidade é de cinco vezes maior do que a do AgCl . Inicialmente precipita o cloreto de prata (menos solúvel) e só depois Ag_2CrO_4 . Como o AgCl tem cor branca e o Ag_2CrO_4 cor tijolo, chega-se ao ponto final da titulação com o aparecimento da cor permanente de amarelo tijolo.

Para a determinação dos cloretos, mediu-se 50 mL de amostra de água com proveta, a qual foi transferida para um frasco de boca larga. Em seguida, adicionou-se 1mL de Cromato de Potássio e agitou-se com movimentos circulares. Posteriormente foi adicionado 20 mL na bureta de nitrato de prata, e titulou-se agitando até que ocorresse uma mudança nos aspectos do analito, que foi de amarela translúcida, para amarelo opaco. No entanto, não foi possível a amostra ficar amarelo tijolo. Foi anotado o volume gasto (V_g) do titulante para o cálculo de cloreto, onde foi utilizada a equação 4.

$$\text{Cl} = (\text{mgL}^{-1} \text{ Cl}) = V_g \times 35 \quad (4)$$

Figura 8: Determinação de cloreto: (A) analito antes da titulação; (B) depois da titulação



Fonte: Acervo pessoal, 2019

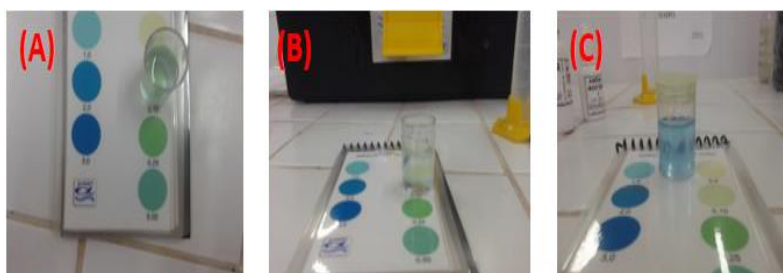
4.4.4 Nitrogênio Amoniacal

O método aplicado para determinação da NH_3 foi o azul de indofenol. O método consiste na reação do NH_3 com o cloro para formação da monocloramina, que reage com o fenol, formando um complexo de coloração azul. Essa coloração

azul é um resultado da reação do íon amônio com o composto fenólico, a qual ocorre na presença de um reagente oxidante e de um catalisador (MELLO, 2007).

Na determinação da amônia, foi transferido uma quantidade (± 5 mL) de amostra para a cubeta pequena, até a marca estabelecida, em seguida foi adicionado 3 (três) gotas de fenol, de hipoclorito e do catalisador nitroprussiato de sódio, respectivamente. A cubeta foi fechada e agitada a cada adição de reagente e, em seguida, esperou-se 10 minutos para realização da leitura na cartela de comparação visual das análises colorimétricas que estão presentes no kit, o qual pode ser visualizado abaixo.

Figura 9: Amostra de água utilizada na determinação da amônia: (A) amostra A, (B) Amostra B e (C) amostra C.



Fonte: Acervo pessoal, 2019

4.4.5 Ferro

O método utilizado para a determinação de ferro total utiliza o Ácido Tioglicólico em meio alcalino. Originando-se um complexo de cor rosa intensa proporcional a concentração de ferro total (OLIVEIRA, 2010).

Na determinação do ferro 5 mL de amostra de água foi transferida para uma cubeta, onde foi adicionado 2 (duas) gotas do reagente Tiofer. Foi aguardado 10 (dez) minutos e em seguida o recipiente foi posicionado sobre a cartela de cores, para comparar o teor de ferro.

Figura 10: Amostra de água utilizada na determinação do Ferro



Fonte: Acervo pessoal, 2019

4.4.6 pH

O pH representa a concentração de íons H^+ promovendo uma condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. A faixa de pH é de 0 a 14. O constituinte responsável do pH ocorre na forma de sólidos dissolvidos e gases dissolvidos (SPERLING, 2005). O determinado valor da acidez dependerá do pH do ponto final ou indicador utilizado.

Na determinação do pH, transferimos a amostra até a marca de uma cubeta, onde foi adicionado 1 gota do reagente de pH (azul de bromotimol), fechando o frasco e agitando-o. Posteriormente, a cubeta foi aberta e posicionada, sobre a cartela de comparação visual colorimétrica, onde foi feita a comparação de cor. A figura abaixo mostra a determinação do pH.

Figura 11: Amostra de água utilizada na determinação do pH.



Fonte: Acervo pessoal, 2019

4.4.7 Cor

A cor da água é uma característica física devido a existência de substâncias dissolvidas, ou em estado coloidal, como na maioria dos casos de natureza orgânica, tais como húmus, plâncton, ou de natureza inorgânica, como a presença de metais (Fe e Mn). A determinação de cor comumente é feita pela comparação visual com soluções de cloroplatino de cobalto ou com discos de cor semelhantes à coloração das soluções de cloroplatino de cobalto. É recomendável que seja feita no momento da coleta, evitando a estocagem o que poderia ocasionar variações no pH.

Na determinação da cor foi transferido 50 mL de amostra para uma proveta de vidro, onde a mesma foi posicionada sobre a cartela de comparação visual das análises colorimétricas, fazendo-se assim a comparação de cor. Na qual pode ser visualizada a análise colorimétrica abaixo.

Figura 12: Amostra para análise da cor



Fonte: Acervo pessoal, 2019

4.4.8 Oxigênio Consumido (OC)

O oxigênio consumido é uma das técnicas mais utilizadas para a caracterização de corpos d'água, uma vez que esse parâmetro nos dá informação à cerca da quantidade de matéria orgânica presente na água. Quando se considera apenas a concentração de oxigênio consumido, as águas poluídas são

as que apresentam baixa concentração, devido ao seu consumo na decomposição de compostos orgânicos. Enquanto que, as águas limpas apresentam concentrações de OC elevadas, atingindo níveis pouco abaixo da concentração de saturação (FUZINATTO,2009).

Para a determinação da quantidade de oxigênio consumido, inicialmente foi medido 50 mL de amostra e colocado em uma proveta de vidro. Posteriormente foi adicionado 1 gota do Acido Sulfúrico(H_2SO_4) do kit de potabilidade. Em seguida foi adicionado 2 (duas) gotas do Permanganato de Potássio ($KmnO_4$). Aguardou-se 10 minutos e depois a proveta foi posicionada sobre a cartela de comparação visual e constatamos um resultado final. Como podem ser visualizadas nas amostras de águas utilizadas na determinação de oxigênio consumido abaixo.

Figura 13: Amostra de água na determinação do teor de oxigênio consumido: Amostra A , Amostra B e Amostra C de água.



Fonte: Acervo pessoal, 2019

4.6 Turbidez

Segundo Sperling, a turbidez demonstra o grau de interferência com a passagem da luz através da água, atribuindo uma aparência turva à mesma. Seus constituintes responsáveis são os sólidos suspensão. Por diminuir a penetração da luz, prejudica a fotossíntese em corpos d'água. É medida através de unidades de turbidez (SPERLING, 2005).

Para a realização da análise, a amostra de água foi transferida para uma cubeta até a borda, onde a mesma foi posicionada sobre a cartela de comparação visual das análises colorimétricas, para a quantificação da turbidez.

Figura14: Amostra de água utilizada na determinação da turbidez



Fonte: Acervo pessoal, 2019.

4.5 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Para análise microbiológica das águas, foram feitas coletas em amostras de embalagens específicas plásticas no mês de novembro, segundo os parâmetros da ANVISA, para não haver nenhuma contaminação externa. Após, as coletas das amostras foram fechadas as embalagens, como mostra abaixo.

Figura 15: Amostras coletadas na Praia.



Fonte: Acervo pessoal, 2019.

As amostras foram transferidas para as placas de *Petri* (*Compact Dry*), para análise microbiológica que permite quantificar as bactérias presentes através

de inoculação, incubação e logo em seguida a leitura, após um período de 24 horas. As amostras foram diluídas em 100 mL de solução Tiossulfato de Sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), para cada um 1mL da amostra, favorecendo então o crescimento das colônias.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 CARACTERIZAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS

Os resultados das caracterizações físico-químicas das águas da praia encontram-se na Tabela 1. Para fins de comparação dos resultados utilizou-se a resolução 357/2005 do CONAMA, que é referente a água potável, utilizando esses valores apenas para fins de discussão, já que as águas da praia do mar são classificadas como do tipo 1, que se referem a balneabilidade.

Tabela 1: Caracterizações físico-químicas da água da praia.

PARÂMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS				
	LIMITES	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3
Alcalinidade (mg.L ⁻¹ CaCO ₃)	***	130	90	110
Amônia (mg.L ⁻¹ NH ₃)	*1,5	< LD	< LD	< LD
Cloretos (mg.L ⁻¹ Cl ⁻)	**250	> 250	> 250	> 250
Cor (mgL ⁻¹ Pt/CO)	**15	3,0	3,0	3,0
Dureza Total (mg.L ⁻¹ CaCO ₃)	**500	> 500	> 500	> 500
Ferro (mg.L ⁻¹ Fe)	*0,3	0,25	0,25	0,25
Turbidez (NTU)	**5,0	5,0	5,0	5,0
Oxigênio Consumido (mg.L ⁻¹ O ₂)	*3,0	3,0	1,0	< LD
pH	*6-9,5	8,0	8,0	8,0

Fonte: Acervo pessoal, 2019

* Valores estabelecidos pela Portaria 357/2005 do CONAMA.

** Valores estabelecidos pela Portaria nº 2914/2011 do ministério da Saúde.

***Valores não estabelecidos, segundo resolução do CONAMA para parâmetros de balneabilidade.

**** < LD abaixo do limite de detecção do método.

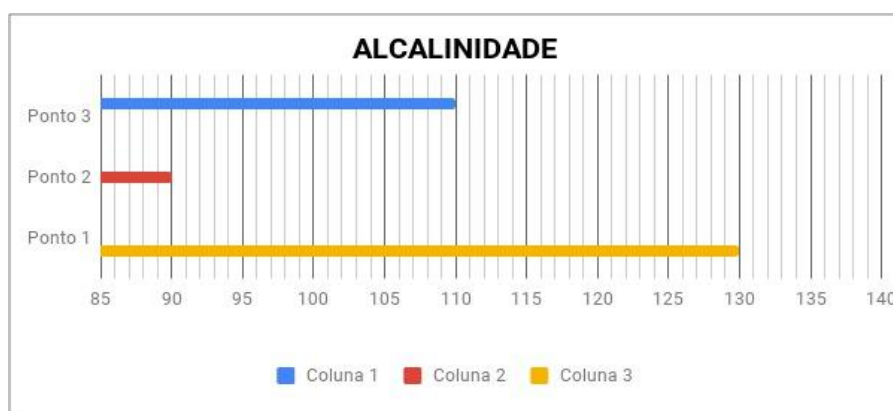
5.1.1 Alcalinidade

Segundo a Portaria nº 2914/2011 do ministério da Saúde e a resolução de 357/2005 do CONAMA, para parâmetros de balneabilidade não são estabelecidos padrões de alcalinidade para água de recreação e de consumo humano. Porém

essas análises foram realizadas para que sirvam como forma de avaliação geral e para fins de conhecimento.

No gráfico 1 verificam-se as medidas de alcalinidade dos 3 pontos da praia, assim determinados nas amostras 1, 2 e 3 apresentaram valores de alcalinidade 130, 90 e 110, respectivamente. Esses valores eram esperados uma vez que os pontos de coleta estão próximos de formações rochosas, apresentando compostos como íons carbonatos e bicarbonatos que são responsáveis pela alcalinidade.

Gráfico 1: Análise da alcalinidade.



Fonte: Acervo pessoal, 2019.

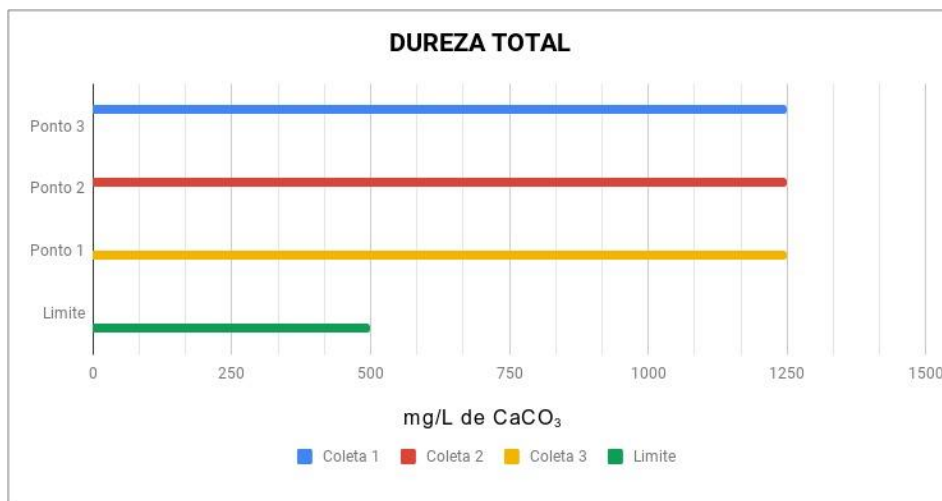
5.1.2 Dureza total

A Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011 não estabelece padrões de mínimos e máximos para esse parâmetro físico-químico. Então a título de comparação, se utilizaram os valores limites contidos na Portaria do Ministério da Saúde.

De acordo com os resultados verificam-se valores de dureza elevada uma vez que foram encontrados, valores de 1,250 mg/L para os 03 (três) pontos de coleta. Esses resultados eram esperados, uma vez que a água do mar existe uma série de minerais, metais, dentre outras substâncias, que presentes nos corpos d'água podem influenciar nos valores de dureza. Mas como dito anteriormente,

não existe um limite estabelecido para esse parâmetro quando se trata as águas do mar.

Gráfico 2: Determinação da dureza total.

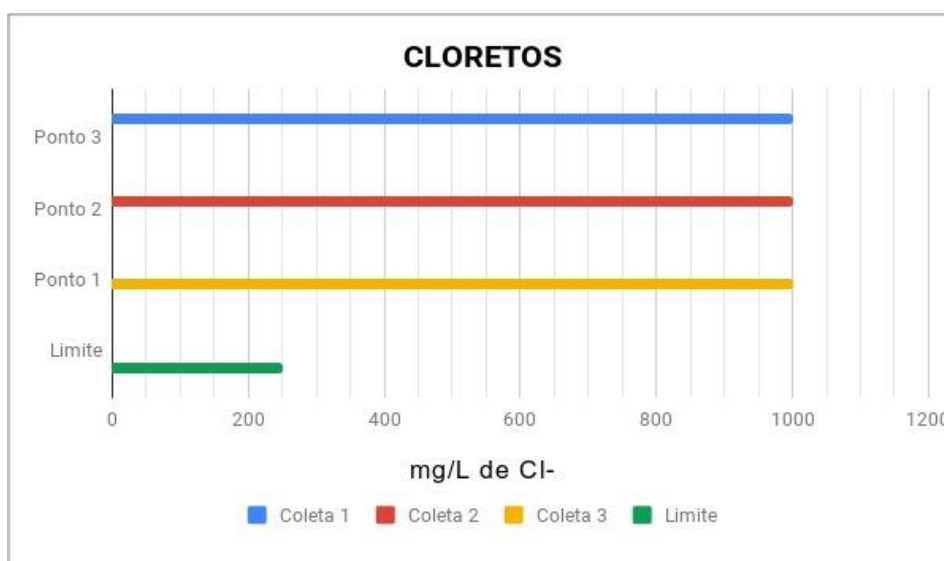


Fonte: Acervo pessoal, 2019.

5.1.3 Cloretos

O CONAMA não estabelece valores mínimos ou máximos para balneabilidade, apenas cita que águas salinas são aquelas com mais de 30% (trinta por cento) de sais em sua composição. As águas da Praia como era de se esperar apresentou valores altíssimos de concentração de cloretos, já que nesses corpos d'água existe uma concentração muito grande de sais. A título de comparação apresentamos valores acima do limite estabelecido pela Portaria Nº 2914 do Ministério da saúde.

Gráfico 3: Determinação do teor de cloretos.



Fonte: Acervo pessoal, 2019.

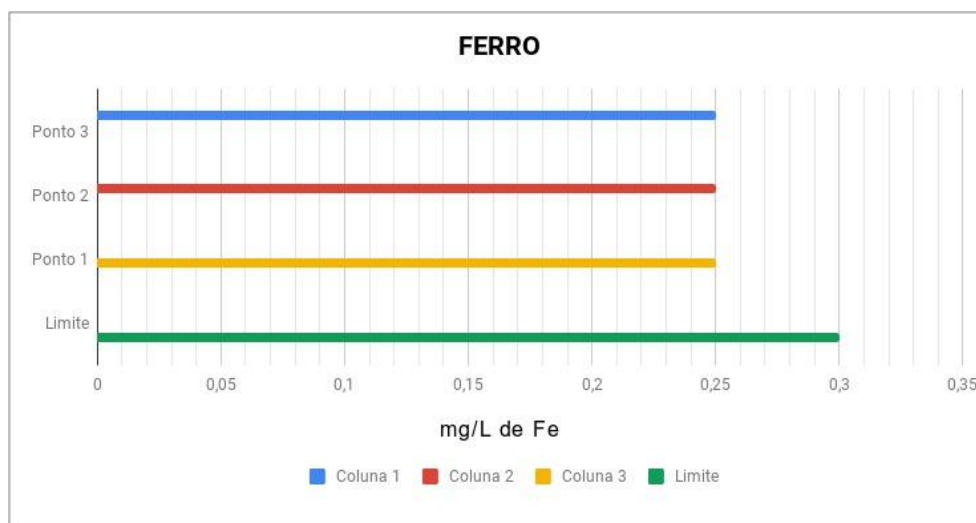
5.1.4 Nitrogênio amoniacal

Segundo a Portaria 357/2005 do CONAMA, o limite de amônia em corpos d'água utilizados para recreação de contato primário de 1,5 mg/L de nitrogênio. A partir da técnica de detecção de amônia utilizada nesta pesquisa, não foi possível determinar esse parâmetro, estando os valores abaixo do limite de detecção do método.

5.1.5 Ferro

Segundo a resolução 357/2005 do CONAMA, é estabelecido para corpos d'água utilizados para recreação de contato primário uma quantidade limite de 0,3mg/L de Ferro.

Os resultados podem ser visualizados no gráfico 4, onde se verifica que os três pontos apresentaram os mesmos valores de teor de ferro, que foi de 0,25 mg/L. Observando o gráfico abaixo pode-se visualmente constatar o referido parâmetro em conformidade com a resolução do CONAMA.

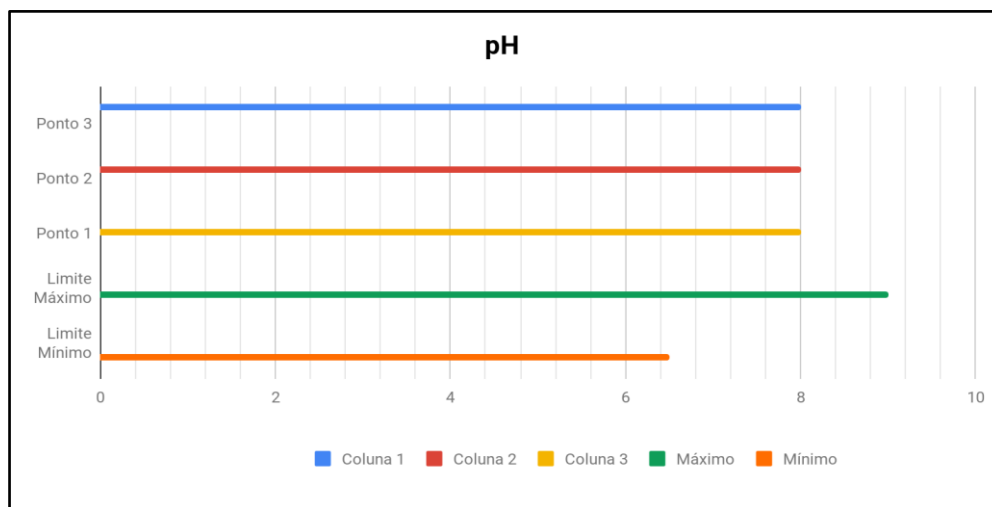
Gráfico 4: Análise do ferro.

Fonte: Acervo pessoal, 2019.

5.1.6 pH

Os resultados obtidos para análise de pH em conformidade com a Portaria 357 do CONAMA de 2005, que estabelece corpos d'água utilizados para recreação de contato primário esteja numa faixa de pH - 6,5 a 9,0. Os dados para os resultados de pH, podem ser visualizados no Gráfico 5, onde os pontos tem valores alcalinos, pois apresentaram pH 8,0.

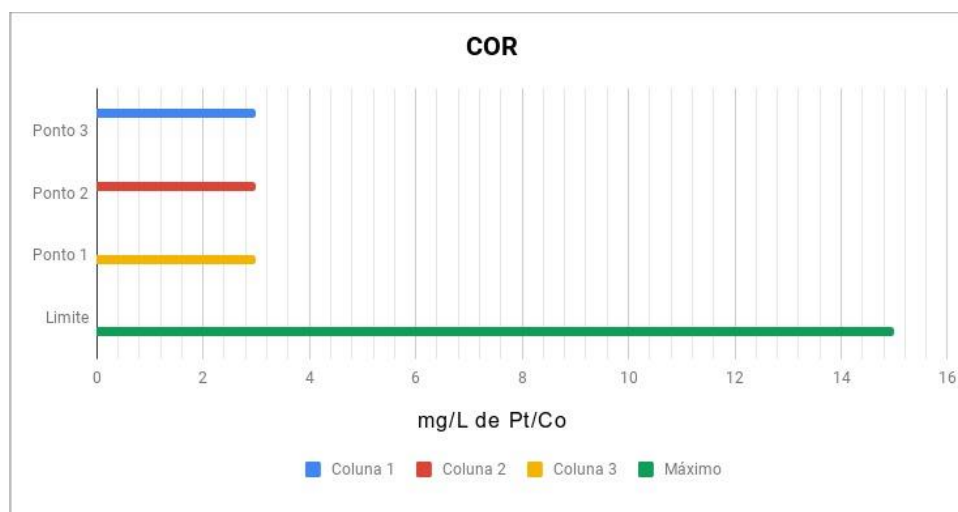
Os valores de pH influenciam diretamente na distribuição de forma livres e ionizados de diversos compostos. Ainda assim, contribuir com o maior ou menor grau de solubilização de determinadas substâncias e definem também o potencial de toxicidade de vários elementos (FUNASA, 2014)

Gráfico 5: Análise do pH.

Fonte: Acervo pessoal, 2019.

5.1.7 Cor

A resolução do CONAMA para balneabilidade não oferece valores mínimas ou máximas para esse parâmetro físico-químico. E então segue a título de informação e comparação no Gráfico 6 o valor máximo para esse parâmetro estabelecido pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde para água. Analisando os resultados, verifica-se que os valores encontrados são bem abaixo do valor máximo estabelecido pelo CONAMA, uma vez que encontrados foram da ordem de 3 mg/L, e o valor máximo estabelecido é de 15 mg/L.

Gráfico 6: Análise da cor.

Fonte: Acervo pessoal, 2019

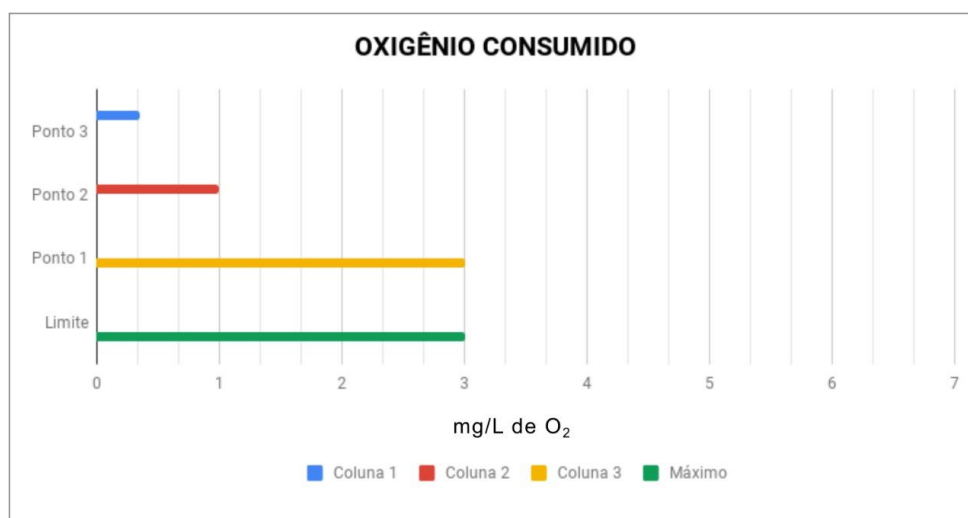
A cor é proveniente da matéria orgânica como, por exemplo, substâncias húmicas, taninos. Encontra-se os metais como ferro, manganês e muitos resíduos industriais fortemente coloridos. (FUNASA, 2010).

5.1.8 Oxigênio Consumido

De acordo com as medidas de oxigênio consumido, as amostras de água apresentam significativa quantidade de matéria orgânica, uma vez que os valores de oxigênio dissolvido foram baixos, com valores diferentes estabelecidos nas três amostras. Analisando os padrões de balneabilidade estabelecido pelo CONAMA na resolução 357/ 2005, que estabelece as concentrações de oxigênio a 3 mg/L de O₂. No entanto, os valores foram inferiores ao estabelecido segundo a resolução do CONAMA; Pois, eram esperados já que as águas do mar são ricas em compostos orgânicos.

A matéria orgânica em decomposição exige oxigênio para sua estabilização. Sendo assim, quanto maior for o consumo de oxigênio, mais próxima e maior terá sido a origem da poluição (ALFAKIT LTDA, 2014).

Gráfico 7: Análise de oxigênio consumido.



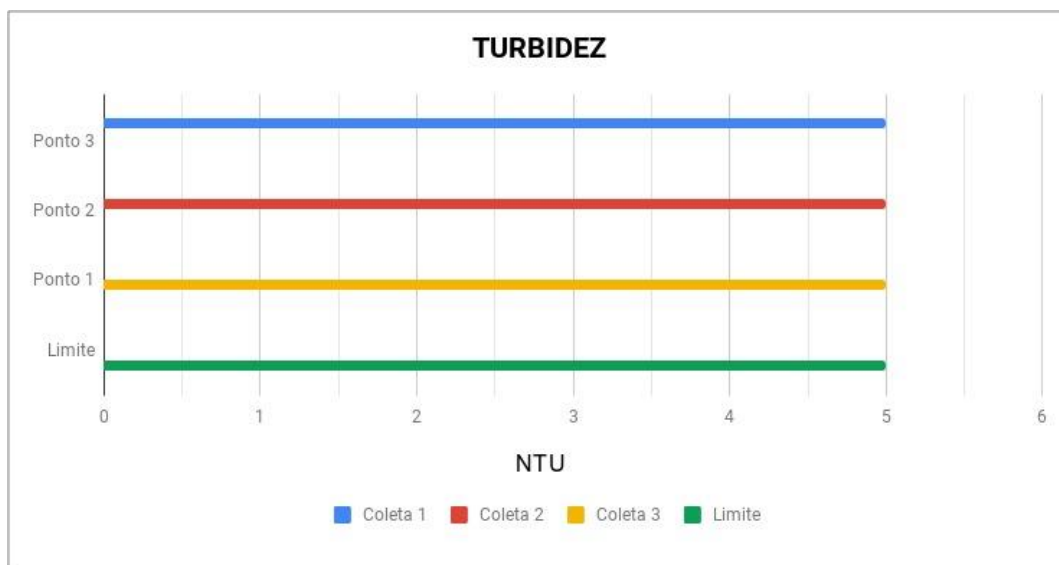
Fonte: Acervo pessoal, 2019

5.1.9 Turbidez

A turbidez é provocada por ocorrências naturais ou de origem provenientes de ações humanas, ela pode ser influenciada pela erosão. Partícula de argila, areia fragmentos de rochas, e também pelo lançamento de esgotos domésticos ou industriais (LIBÂNIO,2010).

A análise da turbidez nos dá informações acerca da presença de materiais sólidos suspensos dos corpos d'água. Os valores obtidos para as águas foram 5 NTU para os três pontos de coleta. A resolução 357/2005 para balneabilidade, estabelece simplesmente os odores e turbidez para os corpos de água de recreação primária sejam "virtualmente ausentes". Como não existe o limite concreto estabelecido de paralisação, e uma comparação com limite estabelecido pela Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde para água de consumo humano, e mesmo não sendo o parâmetro correto para comparação, verifica-se que às amostras de água analisadas estão dentro do limite estabelecido do Ministério da Saúde. Essas comparações podem ser visualizadas no gráfico 8.

Gráfico 8: Análise da turbidez.

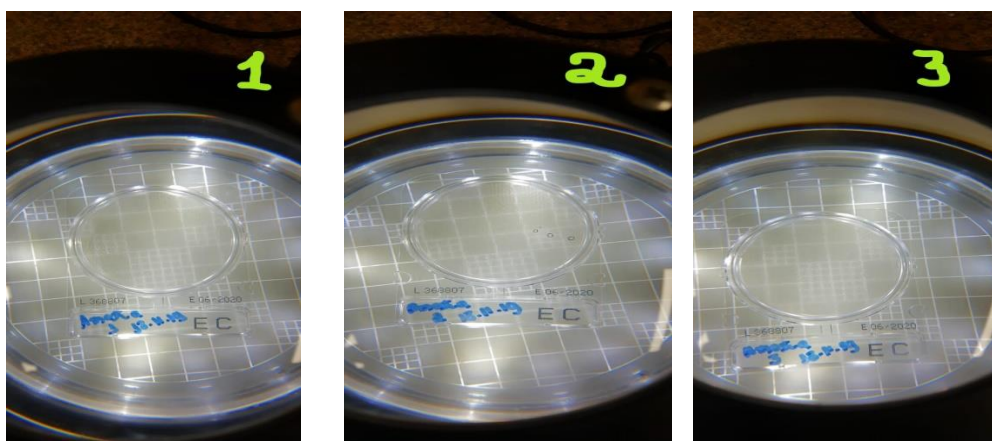


Fonte: Acervo pessoal, 2019

5.2 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Nas Figuras abaixo podem ser visualizadas ausências das bactérias de Coliformes totais e Escherichia Coli, através das Placas de Petri, na qual foram feitas a inoculação das amostras, após um período de 24hs.

Figura 16: Placas de Petri nos testes das E.C e C.T.

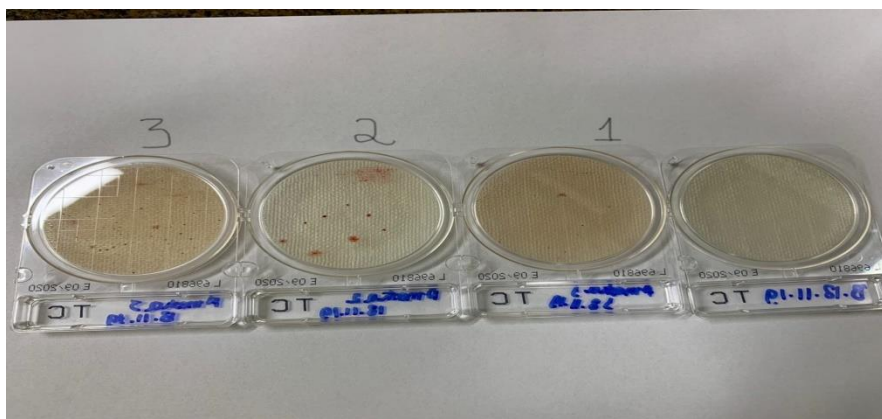


Fonte: Acervo pessoal, 2019.

De acordo com a legislação, a definição da qualidade da água faz referência ao qual se destina e estipula os padrões segundo na resolução 357 do Conselho Nacional do meio ambiente- CONAMA de 2005, e sua modificação na resolução 410 de 2009 e 430 de 2011(PIRATOBA, 2017).

Ainda assim, a evolução das colônias nas Placas de Petri para coliformes termotolerantes nas amostras dos pontos coletados, foi encontrada outras bactérias, de acordo com a tabela de Hokins dentre elas, *Enterobactérias*, *Staphilococcus aureus*, *Bacillus cereus*, e outros não conhecidos, resumindo no total 95 bactérias. Como mostra as imagens abaixo.

Figura 17: Coliformes Termotolerantes.



Fonte: Acervo Pessoal, 2019.

As amostras da Praia para os pontos 1, 2 e 3, apresentaram valores respectivamente diferentes 15, 10 e 70. O valor encontrado no ponto 3, pode estar associado a presença da população com barracas e até mesmo animais muito próximo das águas, por ser então, um local visitado por diversos turistas. Os pontos de estudo se encontram em conformidade com a Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, que estabelece a quantidade de 500 UFC/mL de amostra. Contudo, a quantidade esteja no limite aceitável, os coliformes podem promover irritações intestinais caso sua quantidade seja excedida no organismo, causando infecções intestinais graves (LIBÂNIO 2010; TOLEDO e NICOLELLA, 2002).

6 CONCLUSÃO

As amostras apresentaram seus parâmetros físico-químicos dentro do que é estabelecido pela 357/2005 do CONAMA e pela Portaria de nº 2914 de 2011 do Ministério da Saúde. Apenas os valores de cloretos e dureza estiveram acima do estabelecido, o que era esperado, uma vez que as águas salinas apresentam uma grande taxa de sais dissolvidos, minerais, entre outros, fazendo com que esses resultados, sejam superiores às águas doces e salobras. Nas análises microbiológicas foi confirmada a presença de Coliformes Termotolerantes. Acredita-se que a presença dessas colônias de devem ao descarte incorreto de lixo, esgoto, etc, o que favorece a proliferação de microrganismos.

REFERÊNCIAS

ADEODATO, S. **O consumo consciente da água**. Bio Nutr Saúde: 2006.

APHA, AWWA, WEF. **“Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”**. 20th ed. Washington. 2010.

A.W.W.A. American Water Works Assu. **Processos Simplificados para exame e Análise de Água**. Faculdade de Saúde Pública-Universidade de São Paulo; 1970.

AZEVEDO, M.V. **Estudo da relação entre hepatite a e condições de balneabilidade em cenários de saneamento precário na região de Mangaratiba, baía de Sepetiba-RJ**. Rio de Janeiro: Escola Nacional de saúde pública da Fundação Osvaldo Cruz 2002.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil** : relatório pleno. Brasília: ANA, 2017

BARBOSA, Edson Gayoso Castelo Branco, **O Parnaíba**: Contribuição a história da sua navegação. Teresina. Projeto Petrônio Portella: 2004. p. 174.

BERG, Carlos Henrique; et al. **INDICADORES DE BALNEABILIDADE: A SITUAÇÃO BRASILEIRA E AS RECOMENDAÇÕES DA WOLD HEALTH ORGANIZATION**. 2013 p. 83-101.

BOLAND JJ; et al. **Microbiol pathogens in coastal Waters**. In: Managing wastewater in coastal urban áreas. USA: Committee on Wastewater Management for Coastal Urban Areas, Water Science and Technology Board, Commission on Engineering and Technical Systems. National Research Council; 1993. p. 203-230.

BRAGA, B.; et al. **Introdução à Engenharia Ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria MS Nº 2914 DE 12/12/2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de portabilidade. D. O. 14/12/ 2011.

_____. **Resolução CONAMA Nº 357**,17 de março de 2005. Revoga os critérios de Balneabilidade em Águas Brasileiras. p.70-71.

_____. Ministério da Saúde, **Fundação Nacional de Saúde**. – Brasília: Funasa, 2014.

_____. Ministério da Saúde. **Resolução n. 275, de 22 de setembro de 2005**. Regulamento Técnico de Características Microbiológicas para Água Mineral Natural e Água Natural. DOU, Brasília, 23 de setembro de 2005.

CHAPRA S.C. **Surface water-quality modeling**. New York: McGraw- Hill; 1997.v.1, p. 503-17.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São de Paulo. **Variáveis de Qualidade das Águas**. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br./userfiles/files/agua/aguassuperficiais/aguasinteriores/documentos/índices/02.pdf> >. Acesso em: 01 de dezembro de 2019.

FUNASA. **Manual prático de análise de água**. 3 ed. rev. – Brasília: Fundação Nacional de Saúde,2009.

FURTADO,João Salvador. **Indicadores de Sustentabilidade e Governança** Revista Intertox de Toxicologia,Risco Ambiental Sociedade, vol2,nº1,fev,2009,p.121-188.

KATO, M. T. **“Alcalinidade”**. **Curso Qualidade da Água, do Ar e do Solo**. Escola de Engenharia Mauá. São Caetano do Sul/SP, 2010.

_____. **“Dureza”**. **Curso Qualidade da Água, do Ar e do Solo**. Escola de Engenharia Mauá. São Caetano do Sul/SP, 2010.

KEGLEY, S.E.; ANDREWS, J. **The chemistry of water**. Sausalito,CA: University Science Books,1998. 167p.

KOBIYAMA, Masato; et al. **Recursos hídricos e saneamento**. Curitiba. Ed.Organic Trading,2008.

LIBÂNEO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3.ed. Campinas: Editora Átomo. 494p.2010.

MACÊDO, Jorge Antônio Barros de. **Métodos Laboratoriais de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas**. 3 ed. Belo Horizonte: CRQ-MG,2005.

MELLO, W.Z; GUIMARÃES, P.G. **Departamento de Geoquímica, Instituto de Química**. Universidade Federal Fluminense, Outeiro de São João Batista, s/n,24020-007 Niterói-RJ.

MENDES, F. I. V. **Parnaíba: Educação e sociedade**. Parnaíba: SIEART, 2007.

MOTA, Suetônio. **Preservação e Conservação de Recursos Hídricos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995. 200p.

PEREIRA, R. S. **Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos**. Revista eletrônica de Recursos Hídricos. IPH- UFRGS. V.1, n.1. p. 20-36. 2004.

PIRATOBA, Alba Rocio Aguilar; et al. **Caracterização de Parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA**. Ambiente e Água- Interdisciplinary Journal of Applied Science. UEPA, Bélem-PA. 2017.

REICHARDT, K. **Processos de transferência no sistema solo- plantas-atmosfera**. Campinas: Fundação Cargil,1985 ,466p.

REBOUÇAS, A.C et al. **Águas doces no Brasil: Capital ecológico, Uso e Conservação**. 3. ed. São Paulo, Escrituras, 2006.

ROCHA, Julio Cesar et al. **Introdução à química ambiental**. 2 ed.- Porto Alegre: Bookman,2009.

SANTOS, B.V. **Construção de um Turbidímetro/ Nefelômetro Microcontrolado portátil**. Universidade Federal de São Carlos- SP,2009.

SANTOS, Vanessa Sardinha dos. **“Tipos de água”**; Brasil Escola. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/biologia/tipos-agua.htm>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

SHORT, A.D.; KLEIN, A.H.F. (eds.). *Brazilian beach systems*. Dordrecht: Springer, 2016.

SILVA, N. I. et al. **Qualidade da água na irrigação**. ACSA. Agropecuária Científica no Semiárido. Vol. 07. N° 03. 2010.

SIQUEIRA LP, et al. **Avaliação microbiológica da água de consumo empregada em unidades de alimentação**. Ciên Saúde Colet. 2010;15(1):63-9.

SOUSA, T. M. R. R., Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em química) **“ANÁLISE MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS DA PRAIA DE ATALAIA NA CIDADE DE LUIS CORREIA – PI”**, IFPI, Parnaíba, Piauí, 2017, 49f.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3 ed. Principios do tratamento biológico de águas residuárias. Editora da Universidade Federal de Minas Gerais- UFMG- Belo Horizonte, 2005.

SUTCLIFFC. J.F. **As plantas e a água**. Trad. MACIEL, H.E.T. São Paulo: USP, 1998. 126p.

WHO. **World Health Organization. Water, Santation and Health**. 2010 [cited 2010 Ago 6]. Available from: <http://www.who.int/water sanitation health/en/>