

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PIAUI
Campus Parnaíba

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

TONY MARKUS RODRIGUES REGO DE SOUSA

**ANÁLISE MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS DA PRAIA DE
ATALAIA NA CIDADE DE LUIS CORREIA – PI**

PARNAÍBA – PI

MAIO/ 2017

TONY MARKUS RODRIGUES REGO DE SOUSA

ANALISE MICROBIOLOGICA E FISICO-QUIMICA DE AMOSTRAS RETIRADAS
DAS ÁGUAS NA PRAIA DE ATALAIA NA CIDADE DE LUIS CORREIA – PI

Monografia apresentada junto ao curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – *Campus* Parnaíba como requisito parcial a obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientadora: Prof^a Dra. Marcia Valéria Silva Lima

PARNAÍBA – PI

MAIO/2017

S
725a Sousa, Tony Markus Rodrigues Rego de
 ANALISE MICROBIOLÓGICA E FISICO-QUÍMICA DE AMOSTRAS RETIRADAS
 DAS ÁGUAS NA PRAIA DE ATALAIA NA CIDADE DE LUIS CORREIA ? PI / Tony
 Markus Rodrigues Rego de Sousa - 2017.
 50 p. : il. color.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Parnaíba, Licenciatura em Química, 2017.

Orientadora : Profa Dra. Marcia Valéria Silva Lima .

1. Água . 2. Praia de Atalaia. 3. Balneabilidade . 4. Caracterização Físico-Química.
5. Análise Microbiológica . I.Título.

CDD 540

TONY MARKUS RODRIGUES REGO DE SOUSA

ANALISE MICROBIOLOGICA E FISICO-QUIMICA DE AMOSTRAS RETIRADAS
DAS ÁGUAS NA PRAIA DE ATALAIA NA CIDADE DE LUIS CORREIA – PI

Monografia apresentada junto ao curso de
Licenciatura em Química do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – *Campus*
Parnaíba como requisito parcial a obtenção do título
de Licenciado em Química.

Aprovado em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Dra. Marcia Valéria Silva Lima

Instituto Federal De Educação Ciência E Tecnologia Do Piauí – IFPI *Campus*
Parnaíba

Prof^a Dr^a. Simone Cristiane Gallani Rodrigues

Instituto Federal De Educação Ciência E Tecnologia Do Piauí – IFPI *Campus*
Parnaíba

Prof^a Ms. Monialine Sousa de Oliveira

Instituto Federal De Educação Ciência E Tecnologia Do Piauí – IFPI *Campus*
Parnaíba

Dedico esse trabalho a Força que rege todas as leis físicas e espirituais do Universo, à minha família por ser meu alicerce, aos amigos por todo o apoio.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao Soberano Senhor Jah Rastafári detentor de todo o conhecimento por ter me concedido o dom da perseverança e a força para resistir aos obstáculos da vida.

Agradeço imensamente e de todo o coração aos meus Pais, Laurizete Rodrigues Rego de Sousa e Marcos Antônio de Sousa os quais são o meu alicerce, a minha base, o meu tudo. Por sempre estar ao meu lado me apoiando, e me ensinando, devo tudo a vocês.

De forma Honrosa agradeço de coração, corpo e espírito ao meu querido avô Camilo de Sousa Rego que já se encontra na eternidade e dentro do meu coração, por sempre ter me incentivado nos estudos e por sempre ter lutado pela sua família.

Agradeço de todo o coração e espírito a minha Tia-avó Almerinda Rego dos Santos por sempre ter lutado por mim e pela minha família, pelos incentivos e conselhos.

Ao meu irmão Marlony Rodrigues Rego de Sousa pelos bons momentos de infância que me ensinaram que a vida nem sempre é apenas seriedade.

Agradeço aos meus amigos de ensino médio, Deivison Souza, Vanderson Lourenço, Karine Santos e Marina Silva por sempre terem me incentivado, apoiado e me ensinado muitas coisas. Foram com vocês que passei muitas experiências maravilhosas que levarei para sempre comigo.

Tenho imenso orgulho de ter estudado na Unidade Escolar Zulmira Xavier, a qual passei uma vida aprendendo muito com os profissionais desta escola, obrigado por seus comprometimentos com os alunos e com a comunidade da cidade.

Aos meus eternos colegas de profissão professores (as): Fatinha, Marlucia, Alexandre, Kariny, Yonara, Josiel, Junior, Osmarina, Rosângela, Amilton, Rosangela, Paulo, Geilson, Cláudia, Ivânio, Vani, Erico, Ana Martins, Samuel, por todo o aprendizado que recebi de vocês, agradeço de todo o coração. E Gratidão é o que define o que sinto pelo professor Jhonso, pois foste tu meu exemplo de profissional para que eu seguisse na carreira de educador.

Agradeço ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí por toda a estrutura e apoio que tive para desenvolver meus estudos e competências acadêmicas. As “Tias” do refeitório por ter passado 4 anos da minha vida me alimentando com excelentes refeições.

Ao professores Bartholomeu Araujo, Gilvana Parente, Vilma Dias, Janete, Simone Gallani, Buana Carvalho, Haroldo, Fernando Gomes, Roselany Duarte, Laura Emilia, Janiciara Botelho, Flavio Barros, Evânia, Franscico Souza, Diego Prudêncio, Jeová Calisto, Venâncio, por serem meus mediadores do conhecimento e principais incentivadores na educação, devo muito a vocês, eternas gratidões.

Agradeço especialmente a minha Professora, Orientadora e Coordenadora, Professora Marcia Valeria pelos puxões de orelha, pelos conselhos, pelas broncas, e por ter me ajudado imensamente na minha pesquisa e na vida acadêmica.

Aos meus eternos amigos e colegas de curso e instituição Adriana Freire, Marcyelle, Kariny, Michelle, Jarline, Betânia, Mazé, Claúdia, Williane, Mateus, Willian, Danilo, Ricardo, Rilgard, Kalberis, Gustavo, Mateus, Felipe, Rafael Oliveira, Ingrid, Isabel, Irismar, Charles, Jessica, Marcelo costa, Gustavo, Eduardo, Samantha, obrigado a todos por terem me proporcionado grandiosas experiências de vida, as quais guardarei sempre comigo e jamais esquecerei.

Agradeço também uma pessoa que me abstenho de citar o nome mais que foi muito importante para mim nesse tempo que passei no IFPI, obrigado pelos momentos que viveu comigo. Lembre-se, eu vou indo porém “a vida continua bela como sempre foi”.

Agradeço também aos meus amigos de “Rolê” Moises, Leandro e Teliton, por sempre terem me proporcionado momentos de descontração e aventuras, os quais me serviram para tirar do tédio e aliviar as pressões adquiridas com as responsabilidades acadêmicas, obrigado pois tudo isso foram verdadeiras terapias que me ajudaram aliviar a mente para continuar em frente.

Agradeço a Carolina Dayane dos Santos de Carvalho por sua compreensão, companheirismo e carinho que dedicas a mim, obrigado pelos seus cuidados nos meus momentos difíceis, e obrigado por me apoiar quando precisei, tenho um imenso carinho por você.

Agradeço a UFPI e ao BIOTEC por todo o apoio para realizar minhas análises microbiológicas, e especialmente a Tayane por ter me ajudado imensamente. E de forma especial também agradecer a Isabel por ter me ajudado bastante nas minhas análises físico-químicas no laboratório do IFPI-Campus Parnaíba.

Eterno Chorão Agradeço a você por ter me ensinado um novo jeito de levar a vida, por ter me ensinado a olhar o mundo de uma maneira diferente, agir de uma forma diferente, em fim tu me ensinastes muito. Sempre sabia o que dizer em suas músicas, as quais tocava e ainda toca profundamente o meu espírito, e hoje estou aqui conquistando o meu “lugar ao sol”.

Ainda vejo o mundo com os olhos de criança
que só quer brincar e não tanta "responça"...
Mas a vida cobra sério e realmente não dá pra
fugir...
Livre pra poder sorrir, sim...
Livre pra poder buscar o meu lugar ao sol...

Lugar ao Sol - Chorão

RESUMO

A água é um dos recursos naturais mais importantes para a manutenção da vida. Dentre os diversos tipos de corpos d'água destaca-se as águas salgadas, uma vez que esses corpos d'água são utilizados para a pesca, lazer, navegação, entre outros. Mesmo esse recurso hídrico sendo importante, ele não é cuidado da forma que deveria, uma vez que os mesmos são o destino final de esgotos doméstico e/ou industrial. O presente trabalho tem o objetivo de avaliar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos das águas da Praia de Atalaia, localizada no município de Luis Correia no Estado do Piauí. Essa praia apresenta uma grande importância socioeconômica para a população da região, e mesmo com essa grande relevância, observa-se um descaso para com esses corpos d'água. As águas da Praia de Atalaia foram caracterizadas a partir dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, onde foi utilizada a resolução 274 de 2000 do CONAMA, a qual se refere às águas de balneabilidade; e utilizada a portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde (água potável) para fins comparativos, uma vez que existem alguns parâmetros que a resolução 274 do CONAMA não aborda. Para a caracterização físico-química foram realizados os parâmetros: pH, Alcalinidade, Dureza, Turbidez, Cor, Ferro, Amônia, Cloretos, e Microbiológicos como: *Escherichia coli* ou Coliformes Termo tolerantes. Os parâmetros físico-químicos foram obtidos a partir de técnicas colorimétricas, utilizando um kit de potabilidade para a determinação das análises. Já as análises microbiológicas foram obtidas através do método *Pour Plate*. Os resultados obtidos para análises físico-químicas quando comparadas com a resolução 274 de 2000 do CONAMA, encontraram-se dentro dos padrões estabelecidos. As medidas microbiológicas indicou a presença de microorganismos, o que corroboram com os valores de Oxigênio dissolvido, uma vez que os mesmos foram baixos, indicando a presença significativa de matéria orgânica. Mesmo com os parâmetros dentro dos limites estabelecidos para águas de balneabilidade, é importante uma política de educação ambiental da Praia de Atalaia, uma vez que a mesma é muito importante para a população da Região norte do Piauí.

Palavras-chave: Água, Praia de Atalaia, Balneabilidade, Caracterização Físico-química, Análise microbiológica.

ABSTRACT

Water is one of the most important natural resources for maintaining life. Among the various types of water bodies stands out as salt waters, since these bodies of water are used for fishing, leisure, navigation, among others. Even this water resource is important, it is not taken care of the way it should, since they are the final destination of domestic and/or industrial sewage. The present work has the objective of evaluating the physical-chemical and microbiological effects of the waters of Atalaia's Beach, located in the municipality of Luiz Correia in the State of Piauí. This beach has a great socioeconomic importance for a population of the region, and even with this great relevance, there is a disregard for water bodies. The waters of Beach of Atalaia were characterized by their physicochemical and microbiological effects, where the resolution of CONAMA of number 274 of 2000 was used for bathing water; and ordinance number 2914/2011 of the Ministry of Health (drinking water) was used for comparative purposes, since there are some parameters that Resolution 274 of CONAMA does not address. or the physico-chemical characterization, the parameters were: pH, Alkalinity, Hardness, Turbidity, Color, Iron, Ammonia, Chlorides, and Microbiological as: *Escherichia coli* or Coliforms Thermo tolerant. The physico-chemical parameters were obtained from colorimetric techniques, using a potability kit for determination of the analyzes. The microbiological analyzes were obtained through the Spread plate method. The results obtained for physico-chemical analysis when compared with a resolution 274 of 2000 of CONAMA, were within the established standards. As microbiological measures indicated a presence of microorganisms, which corroborate with the values of dissolved Oxygen, since they were low, indicating a significant presence of organic matter. Even with the parameters within the limits established for bathing waters, it is important an environmental education policy of Atalaia's beach, since the same way is very important for the population of the Northern Region of Piauí.

Key words: Water, Beach of Atalaia, Bathing waters, Physical-chemical and Microbiological Characterization.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária

ANA - Agência Nacional de Água

AP - Alcalinidade Parcial

AT - Alcalinidade Total

BHI - Brain Heart Infusion

CONAMA - Conselho Nacional do meio Ambiente

IQA – Índice de Qualidade das Águas

OD – Oxigênio Dissolvido

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

FUNASA – Fundação Nacional da Saúde

UFPI – Universidade Federal do Piauí

BIOTEC – Núcleo de Pesquisa em Biodiversidade e Biotecnologia

EDTA – Etilenodiaminatetracético

NMP – Número Mais Provável

CLT – Caldo Lauril Triptosado da Himedia

VB – Verde Brilhante

PCA – Plate Count Agar

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

EC – Escherichia Coli

NTU – Nephelometric Turbidity Unit

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Resultado obtido para análise de Ferro.....	39
Gráfico 2: Resultado para análise de pH.....	40
Gráfico 3: Resultado para análise de oxigênio consumido	41
Gráfico 4: Resultado da análise de Turbidez.....	42
Gráfico 5: Resultado da análise de dureza.....	43
Gráfico 6: Resultado da análise de cor.....	44
Gráfico 7: Resultado da análise de Cloretos.....	45
Gráfico 8: Resultado obtidos de Alcalinidade.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Teste Confirmativo EC com 24/48 horas.....	35
Tabela 2: Teste Confirmativo VB com 24/48 horas.....	36
Tabela 3: Contagem de colônias por meio PCA após 48 horas.....	37
Tabela 4: Caracterização físico-química da água da Praia de Atalaia durante o período seco.....	38

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1 Contexto Histórico da Cidade de Luis Correia.....	18
2.2 Balneabilidade.....	17
2.3 Cuidados com a água.....	19
2.4 Fiscalização na Praia de Atalaia.....	20
2.5 Parâmetros Físico-Químicos.....	20
2.5.1 Alcalinidade Total.....	20
2.5.2 Amônia.....	21
2.5.3 Cloretos.....	21
2.5.4 Dureza Total.....	21
2.5.5 Ferro.....	21
2.5.6 Cor.....	22
2.5.7 Turbidez.....	22
2.5.8 Potencial Hidrogeniônico (pH).....	22
2.5.9 Oxigênio Consumido.....	22
2.6 Parâmetros Microbiológicos.....	22
2.6.1 Coliformes Totais.....	22
2.6.2 Coliformes Termotolerantes.....	23
3. OBJETIVOS.....	24
3.1. Geral.....	24
3.2. Específicos.....	24
4. METODOLOGIA	25
4.1 Local da Pesquisa.....	25
4.2 Procedimento da Pesquisa.....	25
4.2.1 Tipo de Pesquisa.....	25
4.2.2 Coleta das amostras.....	25
4.3 Análises Físico-químicas.....	26
4.3.1 Alcalinidade Total.....	27
4.3.2 Amônia.....	28
4.3.3 Cloretos.....	28
4.3.4 Cor.....	29
4.3.5 Dureza.....	30
4.3.6 Ferro.....	31
4.3.7 Turbidez.....	31
4.3.8 pH.....	31
4.3.9 Oxigênio consumido.....	32
4.4 Análise Microbiológica.....	33
4.4.1 Diluição das amostras.....	33
4.4.2 Determinação presuntiva do número mais provável (NMP) de coliformes Totais e Fecais.....	33
4.4.3 Teste confirmatório coliformes totais.....	33
4.4.4 Teste confirmatório coliformes termotolerantes.....	33
4.4.5 Contagem padrão em PCA.....	33

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
5.1 Análise microbiológica.....	36
5.2 Análises Físico-Químicas.....	37
5.2.1 Amônia.....	38
5.2.2 Ferro.....	38
5.2.3 Potencial Hidrogeniônico (pH).....	39
5.2.4 Oxigênio Consumido.....	40
5.2.5 Turbidez.....	41
5.2.6 Dureza.....	42
5.2.7 Cor.....	43
5.2.8 Cloretos.....	43
5.2.9 Alcalinidade.....	45
6. CONCLUSÃO.....	47
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

1. INTRODUÇÃO

Entre os recursos naturais que o homem dispõe, a água é um dos mais importantes e indispensáveis para a sobrevivência (SILVA, 2012). O corpo humano contém aproximadamente 75% de água, onde o órgão que apresenta mais composição dessa substância química é o cérebro (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2010).

Segundo Grassi, de toda a água existente no Planeta terra, 97% correspondem à água salgada, e somente 3% equivale à água doce, onde 2/3 da água doce estão armazenados nas geleiras e calotas polares, e apenas cerca de 1% aproximadamente, está disponível na forma líquida para o nosso consumo (GRASSI, 2001).

Infelizmente a população mundial não cuida de forma correta dos recursos hídricos, principalmente das suas reservas de água salgada, uma vez que a mesma representa uma maior quantidade, e por não estar relacionada diretamente em algumas atividades do consumo humano, como por exemplo, no consumo e higiene pessoal, uso doméstico, agricultura, etc, sendo utilizada para essa finalidade a água doce, ganhando esta, uma maior atenção.

As águas podem ser classificadas de acordo com a sua salinidade, onde podemos classifica-las em água doce, salobra e salgada. Essa divisão irá depender da quantidade de sais dissolvidos, principalmente o cloreto de sódio, onde um corpo d'água que apresentar uma concentração salina superior a 35 g/L é considerada uma água salgada. Já uma água doce caracteriza-se por ter pouquíssima concentração de sais dissolvidos. Por fim, temos a água salobra, que apresenta características intermediárias, ou seja, possui mais sais que a água doce e menos sais que a água salgada. Ela é comum em áreas onde o rio encontra o mar, tais como no mangue (SANTOS, 2017).

Infelizmente o nível de sanidade de uma praia é assunto pouco discutido na mídia se comparado com outros temas relacionados à saúde. O nosso País deveria ter uma preocupação com esse referido tema, pois a nossa costa litorânea é muito grande e frequentada por pessoas de todo o mundo, e isso afeta diretamente a saúde humana (BERG *et al* 2013).

Existem muitos fatores que afetam a qualidade das águas, tais como, incidência de doenças de veiculação hídrica, derrames de petróleo, maré vermelha (floração de algas tóxicas) e etc. Porém existe uma causa mais decisiva para uma má qualidade das águas na praia, que é a presença de esgotos.

Anualmente são descartadas milhões de toneladas de fontes de matéria orgânica nos oceanos, como por exemplo, esgotos domésticos e industriais, entre outros. No Brasil existem muitas praias que são impróprias para o banho, devido às

altas taxas de poluição, o que resulta em grandes prejuízos econômicos para os comerciantes da região litorânea, e em despesas ao Sistema Único de Saúde (SUS), uma vez que águas contaminadas, podem funcionar como agente de transmissão de doenças (SANTOS; POLEDNA, 2005).

É dever da vigilância sanitária promover a proteção da saúde da sociedade de uma forma geral, fazendo o controle sanitário (BERG *et al.*, 2013). Porém o que podemos observar, é que não existem fiscalizações efetivas, deixando em segundo plano a saúde da sociedade e desvalorizando um patrimônio natural.

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).

Dados revelam que milhões de pessoas no mundo, principalmente crianças, morrem anualmente por doenças relacionadas à água. O acesso a água limpa é um direito básico, e toda população deve zelar por tal patrimônio natural, e devemos ter em mente que os governantes também se enquadram na classe de cidadãos que devem cumprir com suas devidas responsabilidades, para que isso seja feito a população deve cobrar das autoridades maiores melhorias para a qualidade das águas da nossa localidade e principalmente o saneamento básico dos moradores.

De acordo com a resolução do CONAMA Nº 274, do ano de 2000, a água apresenta diversos tipos de classificação, mas os corpos d'água que tenham suas águas destinadas à recreação de contato primário, à aquicultura, à atividade de pesca, entre outros, são pertencentes a classe 1.

A praia de Atalaia é uma dos principais pontos turísticos da cidade de Luis Correia por isso nada mais justo do que analisar a qualidade da água em que os moradores da cidade e turistas estão constantemente em contato. A Qualidade das águas da Praia de Atalaia serão avaliadas por determinações físico-químicas e microbiológicas, levando em consideração, a resolução do CONAMA Nº 274, a qual se destina às águas da classe tipo 1.

Segundo a problemática apresentada, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade da água da praia de Atalaia, presente na cidade de Luis correia, no litoral do estado do Piauí, uma vez que essa praia apresenta uma grande importância econômica e social para os moradores de Luis Correia e cidades vizinhas. A praia de Atalaia é utilizada principalmente para banho e lazer por moradores da região, e/ou turistas de outras cidades, estados e até mesmo, outros países, e também é muito utilizada para pesca.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Contexto Histórico da Cidade de Luis Correia

O município de Luiz Correia foi fundada por pescadores da região, aproximadamente no ano de 1820, onde inicialmente a cidade recebeu o nome de Amarração. Com o passar dos anos a cidade foi se desenvolvendo, onde grande impulso para essa evolução foi decorrente da guerra da Balaiada. Tempos depois durante a guerra dos Balaios, o povoado desenvolveu-se por ser um local de desembarque de determinadas tropas que vinham combater com os revoltosos na província. Amarração começou a ser frequentado por certos padres de uma cidade chamada Granja situada no Estado do Ceará. O Ceará tinha determinada influência sobre o povoado, chegando ao ponto dos moradores de Amarração pagar impostos na referida cidade de Granja (SILVA, 2004).

Com o passar dos anos o Estado do Piauí procurou reivindicar o território de Amarração, assim conseguindo pelo Decreto 3.012, do governo geral, com data de 22 de outubro de 1880. O povoado chamado de Amarração era um lugar muito promissor pois sua localização era muito próximo do mar, a qual era frequentada por embarcações advindas do Maranhão, Pará, Ceará e Pernambuco. Também era frequentada por navios que navegavam para Guiana Francesa e para Inglaterra (SILVA, 2004).

No ano de 1931 pelo Decreto Estadual Nº 1.279, de 26 de Junho daquele mesmo ano, Amarração obteve sua autonomia como município. Então a Vila de Amarração teve a transição do seu nome para “Luís Correia” em celebre homenagem ao Dr. Luiz de Moraes Correia. (SILVA, 2004)

2.2 Balneabilidade

Na praia de Atalaia é avaliada a balneabilidade, este termo é definido pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), na resolução de nº274, de 29 de novembro do ano de 2000, precisamente no Art. 2º, nas condições de águas doces, salobras e também salinas destinadas a recreação de contato primário, o qual é entendido como contato direto e prologando com a água (natação, mergulho e etc.) onde existe a possibilidade de se ingerir água.

Por outro lado na mesma resolução 274 de 2000 do CONAMA se refere ao contato secundário nas águas de recreação como sendo um contato accidental e que a probabilidade de contato com a água seja menor, como a pesca e a navegação.

A balneabilidade refere-se a qualidade das águas destinadas a recreação de contato primário como as praias, balneários e etc. Entretanto, a qualidade desses corpos d'águas também podem ser definidas com base nas observações que são feitas através das características organolépticas (aspecto visual, odor, cor e etc.) Existem muitos fatores que influenciam para a má qualidade das águas das 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).

2.3 Cuidados com a água

O nível de sanidade das águas são importantes, 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 comum 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 apresenta os microrganismos como um dos principais agentes patogênicos das águas naturais. Como pode-se observar em AZEVEDO, 2002:

Os micro-organismos são introduzidos no organismo humano por via cutânea ou por ingestão de água contaminada; pelo contato primário com águas 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 MV, 2002).

A falta de cuidado com a água ocasiona a população grandes malefícios a sua saúde, principalmente aqueles que usam da água para beber, banhar ou cozinhar. “As doenças patogênicas são transmitidas através da veiculação hídrica, ou seja, através da água contaminada por bactérias, vírus, protozoários, 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 das águas. Infelizmente esse é um fator que ainda predomina nos dias atuais, pois o sistema político não consegue suprir necessidades básicas da população. Segundo a ONU, a falta de saneamento básico não é apenas um problema do Brasil, mas sim, em todo o mundo.

De acordo com o relatório de 2006 exposto pela ONU, cerca de 40% da população mundial não dispõe de condições sanitárias básicas, o que corresponde cerca de 2,6 bilhões de pessoas que não utilizam banheiros, defecando a céu aberto ou em locais não sanitários. Essa falta de condições sanitárias, podem levar ao

aumento da incidência de contaminação da água devido ao despejamento direto de seus resíduos sobre fontes de águas superficiais (SIQUEIRA, *et. al*, 2010).

2.4 Fiscalização na Praia de Atalaia

No Brasil e no mundo os oceanos infelizmente são o destino final de muitos esgotos domésticos e/ou industrial, fazendo com que muitas praias sejam fontes transmissora de doenças, fazendo com que as mesmas se tornem impróprias para o banho, resultando em grandes prejuízos. Mas como dito anteriormente, o nível de sanidade das praias não é uma prioridade das nossas autoridades, fazendo com que a poluição desses corpos d'água fique em segundo plano.

É extremamente necessário que exista e aplique-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).

Porém, fiscalização ambiental efetiva desses órgãos citados acima no referido campo de estudo não existe, pois constatou-se diversas irregularidades como lixos nas encostas, construções muito próximas que possivelmente despejem seu esgoto na praia entre muitas outras.

2.5 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

A CETESB elaborou a partir da adaptação de um estudo realizado em 1970 pela “*National Sanitation Foundation*” dos Estados Unidos, o IQA (Índice de Qualidade das Águas). A criação do IQA foi feita por especialistas em qualidade das águas, que, a partir de 35 parâmetros inicialmente propostos, escolheram 09 (nove) que consideraram como mais relevantes. Os parâmetros são: coliformes totais termotolerantes, potencial hidrogeniônico (pH), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitratos, fósforo total, temperatura, turbidez, sólidos totais e oxigênio dissolvido (OD) (MACÊDO, 2005). Nos próximos tópicos esses parâmetros serão abordados.

2.5.1 Alcalinidade Total

O parâmetro físico-químico da Alcalinidade Total é dado por somatórios das concentração de hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos, que usualmente são

expressados em termos de carbonato de cálcio. De uma forma geral podemos dizer que alcalinidade é a medida da capacidade da água em neutralizar ácidos (FUNASA, 2009).

2.5.2 Amônia

O devido composto nitrogênio participa de um ciclo natural do meio ambiente, e se faz presente em várias formas como: amoniacal, nitritos e nitratos. Esses devidos compostos estão presentes em águas que são oriundas de esgotos industriais ou domésticos.

Esse é um parâmetro importante que deve ser analisado pois com ele dentre muitas outras coisas podemos constatar a poluição doméstica ou industrial das águas. “O nitrogênio contribui para o desenvolvimento de algas em mananciais, devendo ser limitado, para evitar a proliferação excessiva das mesmas” (Apude, MOTA, 1995).

2.5.3 Cloretos

Os cloretos são compostos que estão presentes nas águas brutas e também naquelas que são tratadas em concentrações que variam de pequenos traços até centenas de mg/L. “A água do mar possui concentração elevada de cloretos que está em torno de 26.000 mg/L.” (FUNASA, 2009).

Quando as concentrações de cloretos é altíssima isso pode restringir o uso da água pelo fato do sabor que conferem e pelos efeitos colaterais que proporcionam, como por exemplo o efeito laxativo.

2.5.4 Dureza Total

Esse devido parâmetro é calculado pela soma das concentrações de íons cálcio e magnésio contidos na água, que são expressos como carbonato de cálcio. “A dureza de uma água pode ser temporária ou permanente” (FUNASA, 2009).

2.5.5 Ferro

Basicamente, o ferro pode se apresentar nas águas nos estados de oxidação Fe^{+2} e Fe^{+3} . O ferro pode causar problema de cor, manchas, gosto e odor. É um elemento fortemente presente em diversas fontes de águas subterrâneas, e suas fontes de produção são minerais escuros (máficos): magnetita, biotita, pirita e etc. No meio ambiente Fe^{+2} passa a Fe^{+3} dando origem ao hidróxido férrico, que é um composto insolúvel e que se precipita deixando a água com aparência fortemente tingida.

2.5.6 Cor

A cor da água é característica resultante das matérias orgânicas presentes nos corpos d'águas, como por exemplo; substâncias húmicas, metais (ferro, manganês) e resíduos industriais altamente coloridos (FUNASA – 2009).

2.5.7 Turbidez

A turbidez é um parâmetro importante que nos dá informação à cerca transparência das águas, onde esse parâmetro se deve à presença de materiais sólidos em suspensão nos corpos d'água (FUNASA, 2009). Em outros casos a turbidez também é provocada pela presença de algas, plâncton, matéria orgânica e diversas outras substâncias como o zinco, ferro, manganês, areia e despejos domésticos e muitas vezes industriais (FUNASA, 2009).

2.5.8 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O termo pH (potencial hidrogeniônico) é uma grandeza que varia de 0 á 14 e indica a intensidade da acidez ($\text{pH} < 7,0$), neutralidade ($\text{pH} = 7,0$) ou alcalinidade ($\text{pH} > 7,0$) de uma solução aquosa. Dentre muitas ferramentas para se analisar a água, o pH é uma das mais frequentes e mais utilizadas. A influência direta do pH nos ecossistemas aquáticos é exercida por seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Em condições contrárias o pH pode contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados. (FUNASA, 2009).

2.5.9 Oxigênio Dissolvido (OD)

O oxigênio dissolvido (OD) é um componente essencial para o metabolismo dos microrganismos aeróbicos que estão presentes em águas naturais, sendo indispensável para os seres vivos, especialmente os peixes, os quais geralmente não resistem a concentrações de OD na água inferiores á $4,0 \text{ mg L}^{-1}$. (KEGLEY; ANDREWS 1998).

Em temperatura ambiente, a água em contato com o ar fica geralmente saturada com o 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 Parâmetros Microbiológicos

2.6.1 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 a um grupo de bactérias chamadas coliformes. O principal representante desse grupo de bactérias chama-se *Escherichia coli* (GERARD *et al.*, 2012).

De acordo com FUNASA 2009:

Denomina-se bactérias do grupo coliforme bacilos gram-negativos, em forma de bastonetes, aeróbios ou anaeróbios facultativos que fermentam a lactose a 35-37 °C, produzindo ácido, gás e aldeído em um prazo de 24-48 horas. (FUNASA 2009).

“O ministério da saúde portaria nº 2914/2011 diz que a contagem padrão da bactérias não deve exceder a 500 unidades formadoras de colônias por 1 litro de amostra (500 UFC/ml) em águas para consumo humano” (FUNASA, 2009).

2.6.2 Coliformes Termotolerantes

A água naturalmente é habitada por diversos microrganismos de vida livre, que da própria água esses seres extraem elementos que são indispensáveis para a sua sobrevivência. Muitos organismos parasitas ou patogênicos utilizam a água como veículo de transmissão, porem existe uma grande dificuldade de se identificar esses microrganismos parasitas. Então preferencialmente identificou-se as bactérias do grupo “coliforme”, porque são bactérias que habitam normalmente o intestino humano e sua presença em determinadas águas indica verdadeiramente a presença de matéria fecal.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Analisar os parâmetros microbiológicos e físico-químicos das amostras retiradas das águas da Praia de Atalaia, localizada na cidade de Luis Correia – PI

3.2 Objetivos Específicos.

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

4. METODOLOGIA

4.1 Local da pesquisa:

A cidade de Luis Correia está localizado na microrregião do litoral Piauiense, compreendendo uma área irregular 1.072,20 Km², apresentando os seguintes limites:

- Sul: O município de Cocal
- Norte: Oceano Atlântico
- Leste: O Cajueiro da Praia e o Estado do Ceará,
- Oeste: A cidade de Parnaíba e Bom Princípio do Piauí.

A sede municipal tem coordenadas geográficas de 02° 52'44" de latitude sul e 41°40'01" de longitude oeste de Greencich e estar certa de 338 Km de Teresina. O município foi criado pelo Decreto nº 197 de 26/07/1938. A população total, segundo o Censo 2000 do IBGE, é de 24.253 habitantes e uma densidade demográfica de 22,63 hab/Km² onde 57,54% das pessoas estão na zona rural.

4.2 Procedimento da Pesquisa

4.2.1 Tipo de pesquisa

A pesquisa é de caráter qualitativo das águas da praia de Atalaia na Cidade de Luis Correia, no Período de Janeiro de 2017.

4.2.2 Coleta das amostras

Inicialmente foram pesquisados e definidos os três pontos de amostragem para as coletas. As amostras foram coletadas em triplicata, em recipientes devidamente esterilizados. Os pontos de coletas foram escolhidos, baseando-se na sua localização, pegando pontos no início, meio e o final da praia de Atalaia, para termos uma análise geral quanto a qualidade dessas águas. Os pontos de coleta podem ser visualizados na Figura 1.

Figura 1: Pontos de coleta das águas da Praia de Atalaia.



Fonte: Google Earth, 2017.

Para a realização das análises microbiológicas, as amostras foram coletadas em tubos Falcon autoclavados, e transportados em isopor contendo gelo, ao Núcleo de Pesquisa em Biodiversidade e Biotecnologia – BIOTEC, da Universidade Federal do Piauí (UFPI), Campus Ministro Reis Veloso. O procedimento foi realizado sob condições assépticas e no período de tempo inferior a uma hora para uma melhor confiabilidade dos resultados. Outra parte das amostras foram transportadas ao laboratório de química do Instituto Federal do Piauí – Campus Parnaíba, para serem realizadas as análises físico-químicas.

Para a realização das análises físico-químicas foi utilizado “kit de potabilidade”, o qual será descrito posteriormente. Foram analisados os parâmetros: pH, Alcalinidade Total, Dureza, Cloretos, Ferro, Nitrogênio, Turbidez e Cor. Já para a caracterização microbiológica da água, foram realizadas as medidas que indicam coliformes totais, coliformes e mesófilos heterotróficos.

4.3 Análises Físico-químicas

Na realização das análises físico-químicas foi utilizado o “kit de potabilidade”, que permite a avaliação da qualidade da água da praia de Atalaia, segundo os parâmetros do Ministério da Saúde e do Meio Ambiente. O kit de potabilidade contém um manual com instruções e informações gerais, como fichas de monitoramento das análises e maleta de transporte. A partir dos Kit foi possível realizar as análises de alcalinidade, amônia, oxigênio consumido, cloretos, cor, dureza total, ferro, turbidez e pH, os quais serão descritos a seguir.

4.3.1 Alcalinidade Total

A alcalinidade total de uma água é dada pelo somatório das diferentes formas de alcalinidade existentes, ou seja, é a concentração de hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos, expressa em termos de Carbonato de Cálcio.

A alcalinidade pode ser determinada, por meio de titulação, onde serão quantificados os íons OH^- e CO_3^{2-} . Para essa determinação o indicador mais utilizado é a fenolftaleína, onde apresenta uma faixa de pH entre 8,3 a 9,8 (Oliveira, 2010). Outro indicador bastante utilizado é o indicador misto, que é constituído de vermelho de metila e verde de bromocresol, o qual é utilizado na quantificação de íons HCO_3^- .

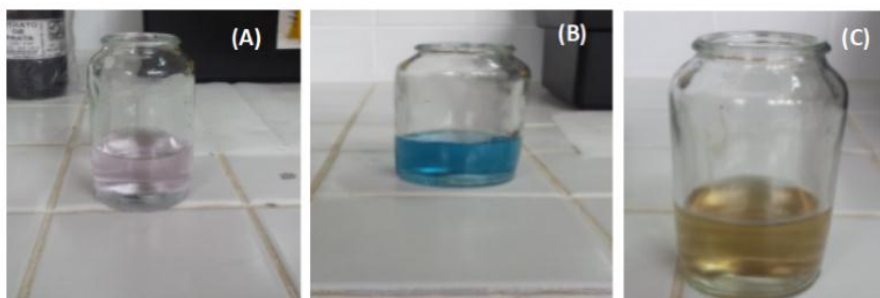
Na análise de alcalinidade total, inicialmente mediu-se 50 mL de amostra de água, utilizando uma proveta. Posteriormente a amostra de água foi transferida para um frasco de boca larga, onde foi adicionado 3 gotas de fenolftaleína, e iniciou-se a titulação com o Reagente de Alcalinidade Total (ácido sulfúrico 0,02 N). Em seguida 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, onde esta que inicialmente apresentava a cor azul, passou para a cor salmão. As mudanças de cores apresentada pelo analito podem ser visualizadas na Figura 2.

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.

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

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

Figura 2: Mudanças de coloração do analito na determinação da Alcalinidade: (A) presença de fenolftaleína; (B) indicador misto e (C) final da titulação.



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

4.3.2 Amônia

Para a determinação da amônia, é utilizado o método do indofenol. Esse método baseia-se na formação do composto azul. Essa coloração azul é um resultado da reação do íon amônio com o composto fenólico, a qual ocorre na presença de um agente oxidante e de um catalizador (OLIVEIRA, 2010).

Na determinação da amônia, foi transferido uma cerca quantidade ($\pm 5\text{mL}$) de amostra para uma cubeta pequena, até a marca estabelecida, em seguida foi adicionado 3 gotas do composto fenólico (fenol), de um agente oxidante (hipoclorito) e do catalizador (nitroprussiato de sódio), respectivamente. A cubeta foi 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. Na Figura 3 pode ser visualizada a mudança de coloração do analito, o qual passou a apresentar a coloração azul.

Figura 3: Analito utilizado na determinação de amônia.



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

4.3.3 Cloretos

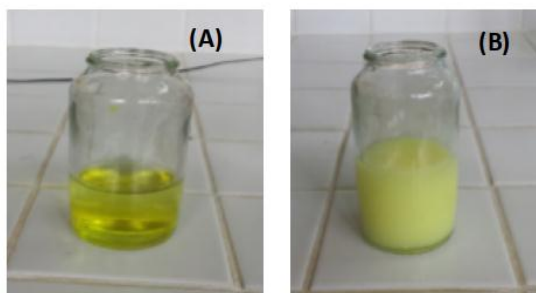
Foi utilizado o método de Mohr para a determinação do íon cloreto, pois neste método os íons cloretos são titulados com uma solução padrão de nitrato de prata (AgNO_3), na presença de cromato de potássio (K_2CrO_4) como indicador. O ponto final dessa titulação é visualizada quando todos os íons de prata estiverem depositados sob a forma de AgCl(s) . Posteriormente ocorreu a precipitação do cromato de prata (Ag_2CrO_4), precipitado que apresenta a coloração marrom-avermelhada.

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 1 mL de Cromato de Potássio e agitou-se com movimentos circulares. A bureta foi cheia com nitrato de prata, e titulou-se agitando até que ocorresse uma mudança nos aspecto do analito, que foi de amarela translúcida, para amarelo opaco. Foi

anotado o volume gasto (V_g) de titulante para o cálculo de cloreto, onde foi utilizada a equação 3.

$$Cl = (mgL^{-1}Cl) = V_g \times 35 \quad (3)$$

Figura 4: Determinação de cloreto: (A) analito antes da titulação; (B) depois da titulação.



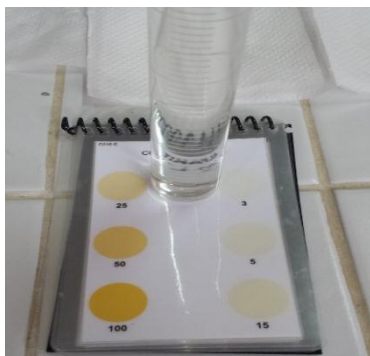
Fonte: Acervo pessoal, 2017.

4.3.4 Cor

A Cor da água é uma característica física devido a existência de substâncias dissolvidas, ou em estado coloidal, na maioria dos casos de natureza orgânica, tais como húmus, plâncton; ou de natureza inorgânica, como a presença de metais (Fe, Mn). A determinação de cor comumente é feita pela comparação visual com soluções de cloroplatinato de cobalto ou com discos de cor semelhantes à coloração das soluções de cloroplatinato 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 Figura 5 pode ser visualizada a análise colorimétrica.

Figura 5: Amostra para análise de cor.



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

4.3.5 Dureza

Utilizaremos um método muito comum que é baseado na reação do ácido etilenodiaminatetracético (EDTA) ou seus sais de sódio, que formaram complexos que são solúveis quelados com alguns cátions metálicos. Essa reação ocorre num pH $10 \pm 0,1$, necessitando de um indicador (preto de Eriocromo T) para assinalar o ponto final. A determinação dos cátions Ca^{+2} e Mg^{+2} de forma conjunta é interpretada como Dureza Total, expressada em termos de CaCO_3 (OLIVEIRA, 2010).

Medimos 50 mL de amostra com uma proveta plástica, transferindo-se para um frasco de boca larga, adicionando 1,0 mL da solução tampão de $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ e agitando-se, em seguida colocando 2 gotas medidas de Negro E.T. e agitando-se, a bureta foi cheia de EDTA e gotejou-se na referida amostra gota a gota até o surgimento da cor azul pura, e por final anotamos o volume gasto.

$$\text{DT} = \text{mgL}^{-1} \text{CaCO}_3 = V_g \times 20 \quad (4)$$

Figura 6: Analito utilizado na determinação da dureza.



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

4.3.6 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 gotas do reagente Tiofer. Foi aguardado 10 minutos, em seguida o recipiente foi posicionado sobre a cartela de cores, para quantificar o teor de ferro.

Figura 7: Amostra utilizada na determinação de Ferro



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

4.3.7 Turbidez

Segundo Sousa, a turbidez, ou turvação, é uma propriedade física dos fluidos que se traduz na redução da sua transparência devido à presença de materiais em suspensão que interferem com a passagem da luz através do fluido (SOUSA, 2001). A Nefelometria é uma das técnicas mais utilizada para a determinação da Turbidez (SANTOS, 2009).

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.

4.3.8 pH

O potencial hidrogeniônico da amostra é resultado da dissociação ou hidrólise de íons hidrogeniônicos presentes. O determinado valor de acidez dependerá do pH do ponto final ou indicador usado.

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 5 exibe a amostra utilizada para a determinação do pH.

Figura 8: Amostra utilizada na determinação de Ferro



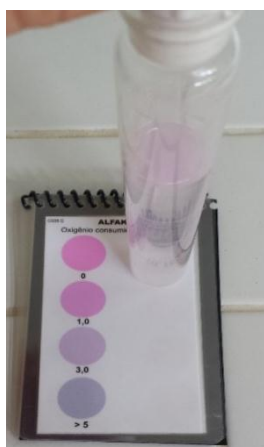
Fonte: Acervo pessoal, 2017.

4.3.9 Oxigênio Consumido

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.

Para a determinação da quantidade de oxigênio dissolvido, inicialmente foi medido 50 ml de amostra e colocado em uma proveta de vidro. Posteriormente foi adicionado 1 gota do “Reagente 1” do kit de potabilidade. Em seguida foi adicionado 2 gotas do “Reagente 2”. Aguardou-se 10 minutos e depois a proveta foi posicionada sobre a cartela de comparação visual e constatamos um resultado final.

Figura 9: Amostra utilizada na determinação de Oxigênio Consumido



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

4.4 Análise Microbiológica

4.4.1 Diluição das amostras

As amostras foram diluídas em uma solução, preparada segundo a Funasa (2009), contendo Fosfato de Potássio monobásico (KH_2O_4) e Magnésio hexahidratado ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$).

4.4.2 Determinação presuntiva do número mais provável (NMP) de coliformes Totais e Termotolerantes

Para determinação do NMP de coliformes totais e coliformes termotolerantes contidos nas amostras de água, inoculou-se proporções de 1:1, 1:10 e 1:100 consecutivas de tubos em quintuplicatas, contendo 9mL de *Caldo Lauril Triptosado* da Himedia (CLT) com tubos de Durham invertido. Os tubos foram incubados em estufa bacteriológica a $35^\circ \text{C} \pm 0,5^\circ \text{C}$. O Exame de positividade dos tubos ocorreu após 24 ± 2 h de incubação, onde foi verificada a presença de gás, fermentação ou efervescência. Os tubos negativos foram incubados por um tempo adicional de 24 horas, posteriormente sendo examinados e as reações positivas registradas novamente as 48 ± 3 h. Realizou-se testes confirmatórios em todos os tubos positivos (gás). O número de tubos positivos com presença de gás foi anotado e determinado o NMP/g.

4.4.3 Teste confirmatório coliformes totais

A partir dos tubos positivos de CLT, transferiu-se uma alçada para um tubo de ensaio contendo *Caldo Verde Brilhante* (VB). Os tubos foram incubados a $35^\circ \text{C} \pm 0,5^\circ \text{C}$, sendo a positividade do teste avaliada pela turvação e produção de gás a 48 ± 3 h. O cálculo do número mais provável (NMP) de coliformes é baseado na proporção de tubos positivos para formação de gás conforme a Tabela de Hoskins.

4.4.4 Teste confirmatório coliformes termotolerantes

De cada um dos tubos positivos de CLT a partir do teste presuntivo, transferiu-se uma alçada de cada suspensão para um tubo de *Caldo Escherichia coli* (EC). Os tubos foram incubados de 24 ± 2 h a $44,5^\circ \text{C} \pm 0,2^\circ \text{C}$ em banho-maria, com a finalidade de analisar a produção de gás. Quando negativo, foram incubados e examinados novamente a 48 ± 2 h. Os resultados deste teste é utilizado para calcular o número mais provável (NMP) de coliformes fecais ou coliformes a 45°C (termotolerantes).

4.4.5. Contagem padrão em PCA

A partir das amostras frescas, alíquotas de 1ml de cada um dos pontos selecionados foi inoculada para a contagem padrão em placas com o meio *Plate Count Agar* (PCA). As alíquotas foram preparadas com cerca de 15 ml do meio estéril em placas de petri pela técnica de *pour plate*. Para a homogeneização foram

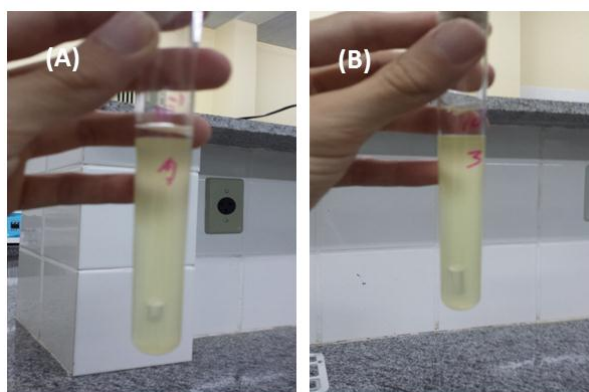
feitos movimentos em ∞ cerca de 10 vezes. Após a inoculação e solidificação do meio, as placas foram incubadas invertidas, em uma estufa microbiológica com temperatura de $35^{\circ}\text{C} \pm 1$ durante 48 horas. Após esse período as placas foram retiradas e quantidade de colônias foram contadas, foram consideradas apenas as placas que tiveram entre 25 a 250 colônias para o cálculo. Para a determinação das unidades formadoras de colônias por grama (UFC/g) o número de colônias foi multiplicado pelo inverso do fator de diluição correspondente.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Análise microbiológica

Os resultados das análises microbiológicas podem ser observados na Figura 1. Os tubos considerados positivos tiveram a produção de gás característico da fermentação da lactose com a formação de ácido e gás após o período de 24 ou 48 horas (EATON, 2005).

Figura 10: Tubo contendo CLT com formação de gás correspondente a presença de coliformes. (A) Ponto 2 e (B) Ponto 3 que apresentaram as maiores proporções de coliformes.



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

Segundo o crescimento de colônias no teste dos tubos múltiplos, o NMP para coliformes termotolerantes nas amostras dos pontos 1 e 2 foram de 8 bactérias, segundo a tabela de Hokins, e um crescimento menor para o ponto 3 (Tabela 1), sendo encontrado, também variedade de coliformes termotolerantes (Tabela 2). Os mesmos valores foram encontrados para coliformes totais. Uma vez que a resolução 357 de 2005 e 274 de 2000 do CONAMA (Brasil, 2000) estipula apenas 200 UFC/100 mL para coliformes termotolerantes presentes em água, contudo o CONAMA não estipula uma quantidade para os coliformes totais. A formação de gás e em adicional o odor forte foram os parâmetros significativos para a realização do teste confirmativo.

Tabela 1: Teste Confirmativo EC com 24/48 horas.

Amostras	Diluição 1:1	Diluição 1:10	Diluição 1:100	NMP/100 ml
Amostra 1	3	0	0	8
Amostra 2	3	0	0	8
Amostra 3	1	0	0	2

Fonte: Acervo pessoal, 2017.

Tabela 2: Teste Confirmativo VB com 24/48 horas.

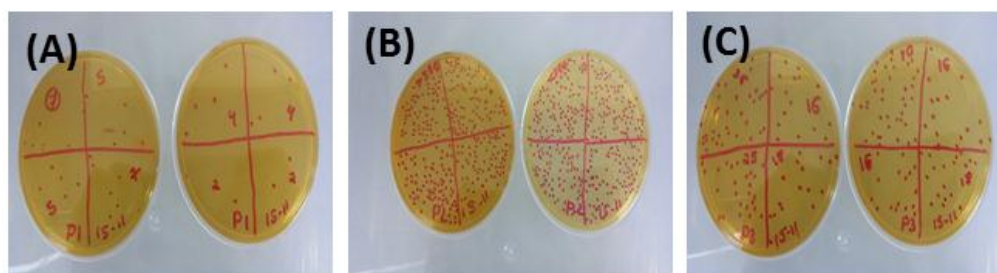
Amostras	Diluição 1:1	Diluição 1:10	Diluição 1:100	NMP/100 ml
Amostra 1	3	0	0	8
Amostra 2	3	0	0	8
Amostra 3	1	0	0	2

Fonte: Acervo pessoal, 2017.

As amostras da Praia para os pontos 1 e 3 apresentaram valores menos em comparação com as amostras do ponto 2 (Tabela 3). O valor encontrado para o ponto 2 foi quase o triplo dos pontos 1 e 3 (Tabela 3), esse fato pode estar associado com a presença da população ao seu entorno pois a Praia de Atalaia é um local frequentemente visitado por diversos turistas. O uso das águas para o despejo de esgotos possivelmente seja um dos fatores agravantes, e principalmente um dos fatores que constatamos é o lixo ao seu entorno que foi observado durante o período de coleta das amostras e pode ser um fator contribuinte a presença de coliformes. O uso de fontes de água contaminadas e a ingestão da água podem trazer diversos prejuízos para a população habitante de suas margens e para as pessoas que entram em contato com tais bactérias através da ingestão desses produtos (SILVA *et al.*, 2010).

A contagem de colônias apresentou uma quantidade e variedade de formas como mostrado na Figura 2 bem como valores (Tabela 3). Na tabela 3 foram expressos os valores após a contagem tanto em mL como por grama de amostras.

Figura 11: Placas de PCA para as águas da Praia de Atalaia, crescimento de colônias: (A) Ponto 1; (B) Ponto 2 e (C) Ponto 3.



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

Os pontos de estudo se encontram em conformidade com a Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde (Brasil, 2004) que estabelece a quantidade de 500 UFC/mL de amostra. Embora 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 & Nicolella, 2002).

Tabela 3. Contagem de colônias por meio PCA após 48 horas.

Amostras	UFC/ml	Mesofilos (UFC/g)
Amostra 1	± 18	18×10^{-1}
Amostra 2	< 250	$2,5 \times 10^{-1}$
Amostra 3	± 92	92×10^{-1}

Fonte: Acervo pessoal, 2017.

Embora a análise não tenha sido feita ao longo de um período prologado como estabelece o CONAMA, pode-se ter uma noção de como as leis e resoluções ambientais são ignoradas e burladas, levando prejuízos que poderiam ser evitados simplesmente com base em uma maior fiscalização para que as leis vigentes de nosso país fossem seguidas mais à risca, poupando a economia do combate a doenças que poderiam ser prevenidas, simplesmente pelo investimento em conscientização e redes de esgotos para toda a população.

Não foram realizadas classificações taxonômicas das colônias devido a necessidade de outras análises bioquímicas mais sofisticadas, que por meio de uma série de meios de cultura poderíamos determinar mais precisamente o tipo de espécies de bactérias estavam presentes na água, e para isso haveria um investimento maior de tempo e custos.

5.2 Análises Físico-Químicas

Os resultados da seguinte pesquisa para os parâmetros físico-químicos foram comparados com a resolução de 274, 29 de novembro de 2000 do CONAMA. Pode-se achar essa resolução ultrapassada ou muito antiga para levarmos em consideração, porém, quando se trata de águas de recreação de classe 1, as resoluções mais atuais do CONAMA nos orientam a levar em consideração a resolução de 2000. Pois para parâmetros ambientais não existe ainda uma resolução totalmente solidificada. Os Resultados do parâmetros físico químicos da águas da Praia de Atalaia, podem ser visualizados na Tabela 4. Cada Parâmetro será discutido detalhadamente posteriormente.

Tabela 4: Caracterização físico-química da água da Praia de Atalaia durante o período seco.

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS				
	Limites	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
Alcalinidade (mgL ⁻¹ CaCO ₃)	***	106	104	94
Amônia (mgL ⁻¹ NH ₃)	* 0,40	> LD	> LD	> LD
Cloretos (mgL ⁻¹ Cl ⁻)	** 250	< 250	< 250	< 250
Cor (mgL ⁻¹ Pt/Co)	** 15	3	3	3
Dureza Total (mgL ⁻¹ CaCO ₃)	** 500	< 500	< 500	< 500
Ferro (mgL ⁻¹ Fe)	* 0,3	0,25	0,25	0,25
Turbidez (NTU)	** 5,0	5,0	5,0	5,0
Oxigênio Consumido (mgL ⁻¹ O ₂)	* 6,0	1	> LD	1
pH (un. pH)	* 6 – 9,0	8	8	8

Fonte: Acervo pessoal, 2017.

* Valores estabelecidos pela Portaria 274 de 29 de novembro de 2000 do CONAMA

** Valores estabelecidos pela Portaria Nº 2914/2011 do Ministério da Saúde

*** Valores não estabelecidos, porém, importantes para avaliação geral.

**** > LD Abaixo do Limite de Detecção do Método

5.2.1 Amônia

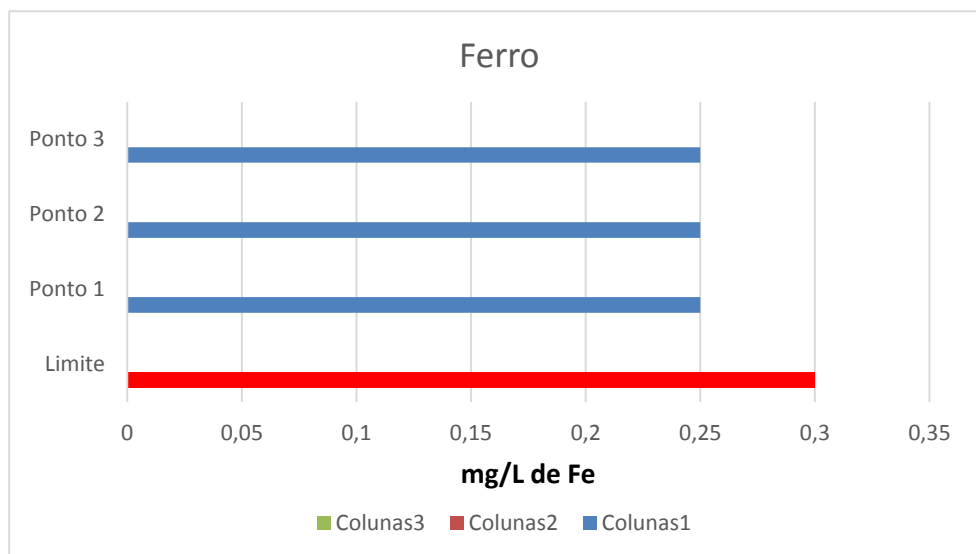
Segundo a portaria 274 de 29 de Novembro de 2000 o limite de amônia em corpos d'água utilizados para recreação de contato primário é de 0,40 mg/L de nitrogênio. A partir da técnica de detecção de amônia utilizada nesta pesquisa, não foi possível determinar esse parâmetro, estando os valores abaixo do Limite de detecção do método. Diante desses resultados constatamos que esse parâmetro está em conformidade com a portaria estabelecida pelo CONAMA.

5.2.2 Ferro

Segundo a resolução 274 de 29 de novembro de 2000 estabelece para corpos d'água utilizados para recreação de contato primário uma quantidade limite de 0,3 mg/L de Ferro.

Os resultados podem ser visualizados no Gráfico 1, onde verifica-se que os três pontos apresentaram os mesmos valores de teor de ferro, que foi de 0,25 mg/L. Observando o gráfico abaixo podemos visualmente constatar que esse referido parâmetro está em conformidade com a resolução do CONAMA.

Gráfico 1: Análise de ferro para as águas da Praia Atalaia.



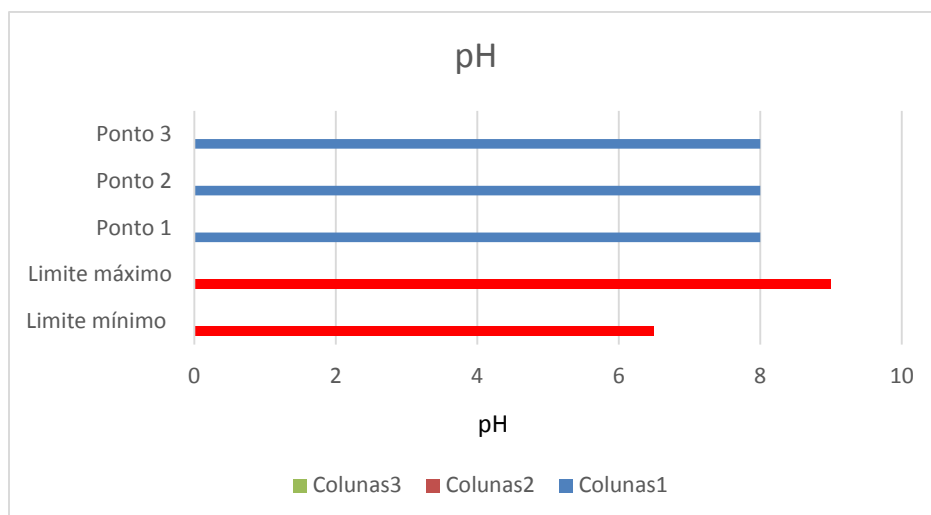
Fonte: Acervo pessoal, 2017.

Os problemas relacionados com o seu excesso nos corpos D'águas estão ligados a problemas de cor, manchas, gosto e odor em sistemas de distribuição. (ALFAKIT LTDA)

5.2.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Os resultados obtidos para análise de pH estão em conformidade com a portaria 274 do CONAMA de 2000, que estabelece que os corpos d'água utilizados para recreação de contato primário estejam numa faixa de pH - 6,5 á 9,0. Os dados para os resultados de pH, podem ser visualizados no Gráfico 2.

Gráfico 2: Análise de pH para as águas da Praia de Atalaia.



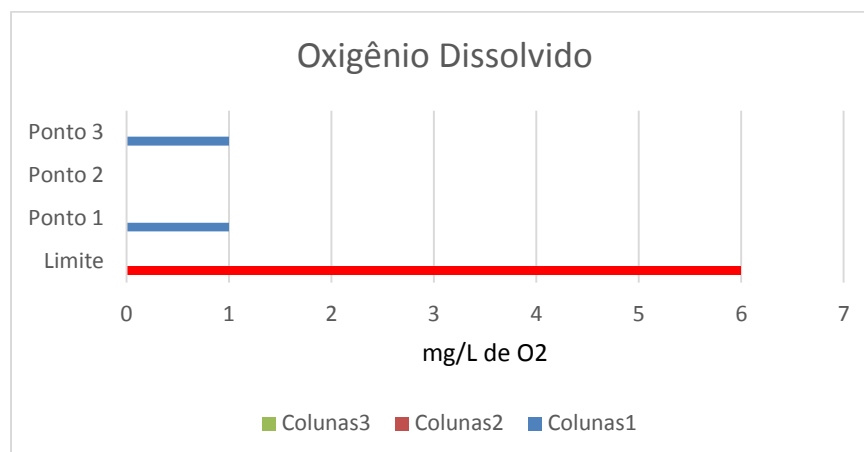
Fonte: Acervo pessoal, 2017.

Os valores do pH influem diretamente na distribuição de formas livres e ionizadas de diversos compostos, e contribuem com um maior ou menor grau de solubilização de determinadas substâncias, e definem também o potencial de toxicidade de vários elementos. (FUNASA, 2014).

5.2.4 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 OD foram abaixo de 2mg/L. Analisando os padrões de balneabilidade estabelecido pelo CONAMA na resolução 274 de 2000 que estabelece que as concentrações de oxigênio não sejam inferiores a 6mg/L de O₂. Então podemos afirmar que as águas da praia de Atalaia estão fora dos valores estabelecidos pelo CONAMA.

Gráfico 3: Análise de Oxigênio dissolvido para as águas da Praia de Atalaia.



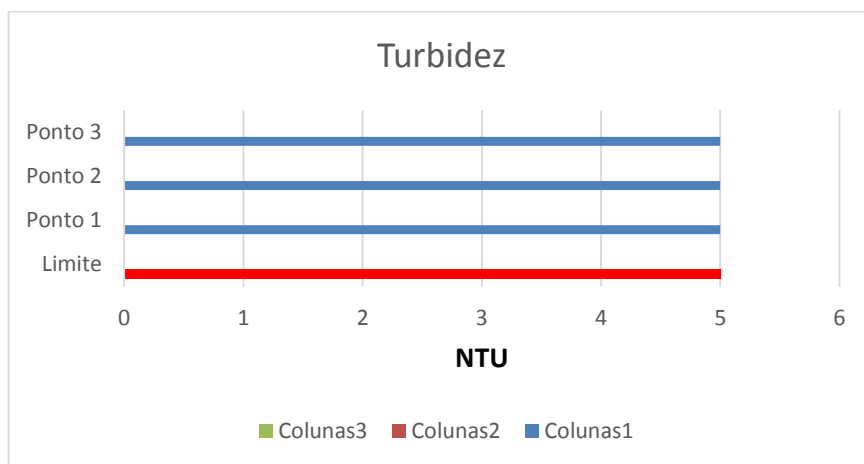
Fonte: Acervo pessoal, 2017.

A água possui normalmente oxigênio dissolvido, conforme a temperatura e pressão. A matéria orgânica em decomposição exige oxigênio para sua estabilização. Sendo assim, quanto maior for o consumo do oxigênio, mais próxima e maior terá sido a origem da poluição. (ALFAKIT LTDA)

5.2.5 Turbidez

A análise de turbidez nos dá informações acerca da presença de materiais sólidos suspensos nos corpos d'águas. Os valores obtidos para as águas da Atalaia foram de 5 NTU para os 3 pontos de coleta. A resolução do 274 de 2000 para balneabilidade, estabelece simplesmente os odores e turbidez para os corpos d'água de recreação primária sejam "virtualmente ausentes". Como não existe um limite concreto estabelecido para as águas de recreação, fez-se uma comparação com o limite estabelecido pela Portaria Nº 2914 do Ministério da Saúde para a água de consumo humano, e mesmo não sendo um parâmetro correto para comparação, verifica-se que as amostras de água analisada estão dentro do limite estabelecido do Ministério da Saúde. Essas comparações podem ser visualizadas no Gráfico 4.

Gráfico 4: Análise de turbidez para as águas da Praia de Atalaia, e comparação com o Limite estabelecido pelo CONAMA.



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

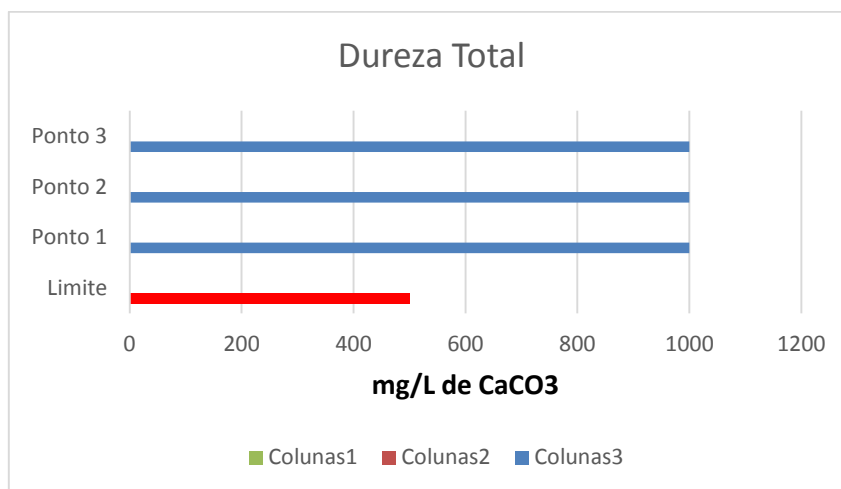
A turbidez é provocada por ocorrências naturais ou de origem provenientes de ações humanas, ela pode ser influenciada pela erosão, partículas de argila, areia e por fragmentos de rochas, e também pelo lançamentos de esgotos domésticos ou industriais. (LIBÂNIO, 2010)

5.2.6 Dureza Total

A dureza total da água refere-se à concentração total de ions M^{2+} presentes na água. A portaria 274 de 29 de novembro de 2000 não estabelece padrões de mínimos e máximos para esse parâmetro físico-químico, então a título de comparação vamos utilizar os valores limites contidos na portaria Nº 2914 do Ministério da Saúde para água potável.

De acordo com os resultados verifica-se valores de dureza elevado, uma vez que foram encontrados um valor de 1000 mg/L para os três pontos de coleta. Esses resultados eram esperados, uma vez que na água do mar existem uma série de minerais, metais, etc, substâncias essas que presentes nesses corpos d'águas, influenciam na dureza. Mas como dito anteriormente, não existe um limite estabelecido para esse parâmetro quando se trata as águas do mar.

Gráfico 5: Análise de dureza total



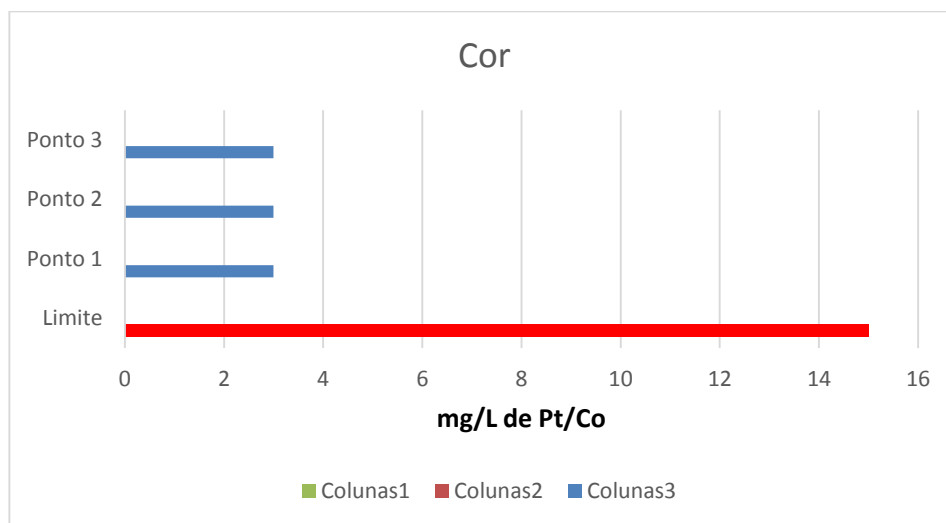
Fonte: Acervo pessoal, 2017.

A dureza total de corpos D'água é calculada através do somatório das concentrações de íons de cálcio e magnésio na água, expressos em carbonato de cálcio. A dureza da água pode ser temporária ou permanente. A dureza temporária, é causada pela presença de bicarbonatos de cálcio e magnésio, e esse tipo de dureza resiste a ações dos sabões e provocam incrustações. A dureza permanente, é devida a presença de sulfatos, cloretos e nitratos de cálcio e magnésio, resistem a sabões, mas não produzem incrustações por serem sais muito solúveis em água. (FUNASA, 2009).

5.2.7 Cor

A resolução do CONAMA para balneabilidade não estabelece valores mínimos ou máximos para esse parâmetro físico-químico, então segue a título de informação e comparação no Gráfico 6 o valor máximo para esse parâmetro estabelecido pela portaria N° 2914 do Ministério da Saúde para água potável. Analisando os resultados verifica-se que os valores encontrados estão bem abaixo do valor máximo estabelecido pelo CONAMA, uma vez que os valores encontrados foram da ordem de 3 mg/L, e o valor máximo estabelecido é de 15 mg/L.

Gráfico 6: Análise da cor para as águas da Praia de Atalaia



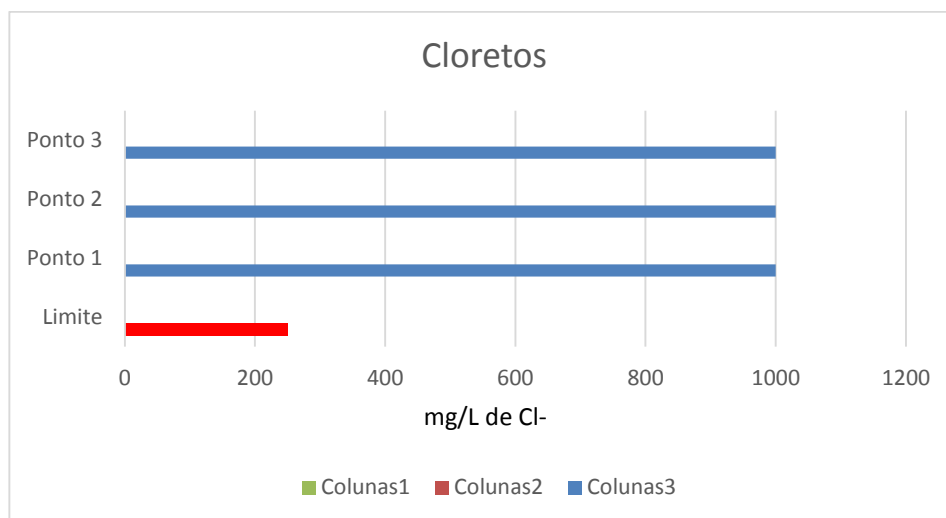
Fonte: Acervo pessoal, 2017.

A cor é proveniente da matéria orgânica como, por exemplo, substâncias húmicas, taninos e também por metais como ferro e o manganês e muitos resíduos industriais fortemente coloridos. A cor elevada dos corpos d'água provoca rejeição por parte do consumidor e os leva a procurar outras fontes muitas das vezes mais inseguras. (FUNASA, 2009).

5.2.8 Cloretos

O COMAMA não estabelece valores mínimos ou máximos para balneabilidade, apenas cita que águas salinas são aquelas com mais de 30% de sais em sua composição. As águas da Praia de Atalaia 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, como dito anteriormente. A título de comparação apresentamos abaixo um valor limite estabelecido pela portaria Nº 2914 do Ministério da Saúde para água potável.

Gráfico 7: Determinação do teor de cloretos para as águas da Praia de Atalaia



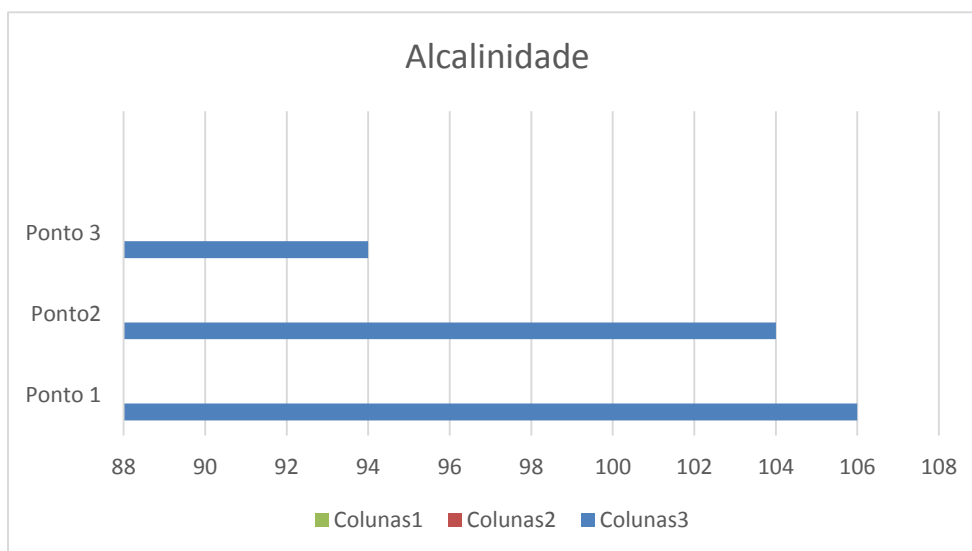
Fonte: Acervo pessoal, 2017.

Geralmente os cloretos estão presentes em águas brutas e tratadas em concentrações que podem variar e pequenos traços até centenas de mg/L. Estão presentes na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio. A água do mar possui concentração elevada de cloretos que está em torno de 26.000 mg/L. (FUNSA, 2009).

5.2.9 Alcalinidade

Segundo a Portaria Nº 2914/2011 do Ministério da Saúde e a resolução de 24 de novembro de 2000 do CONAMA para parâmetros de balneabilidade, não são estabelecidos padrões de alcalinidade para águas de recreação, e de consumo humano. Porém, foi-se necessário ter realizado as análises para que os resultados sirvam como forma de avaliação geral e para fins de conhecimento.

Gráfico 8: Análise de Alcalinidade para as águas da Praia de Atalaia.



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

A alcalinidade é dada pelo somatório das concentrações de hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos, expressa em termos de carbonato de cálcio. Quando a alcalinidade é muito baixa ou inexistente há a necessidade de se provocar uma alcalinidade artificial com aplicação de substâncias alcalinas tal como cal hidratada ou barrilha (carbonato de sódio). Quando a alcalinidade é muito elevada, procede-se ao contrário, acidificando-se a água até que se obtenha um teor e alcalinidade suficiente para reagir com o sulfato de alumínio ou outro produto no tratamento da água. (FUNASA, 2009).

6. CONCLUSÃO

Levando em consideração que a resolução 274 de 29 de novembro de 2000 do CONAMA é muito limitada a apenas alguns parâmetros, comparamos os resultados obtidos das análises com os parâmetros da Portaria de nº 2914 de 2011 do Ministério da Saúde e constatamos que: os resultados das análises físico-químicas se mantiveram dentro dos padrões da legislação ambiental para a água potável segundo o Ministério da Saúde, e dois parâmetros fugiram dos valores limites permitidos, os quais foram: cloretos e dureza. Esses resultados que excederam os limites se devem a característica das águas analisadas, uma vez que são águas salinas, as quais apresentam uma grande taxa de sais dissolvidos, minerais, entre outros, fazendo com que esses resultados, sejam superiores às águas doces e salobras. Os únicos parâmetros abordados pela resolução de 29 de novembro de 2000 do CONAMA são Amônia, Ferro, Oxigênio Consumido e pH. E nas análises esses devidos parâmetros se mantiveram dentro do limite estabelecido pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente, com exceção do parâmetro relacionado com oxigênio consumido que apresentou valores muito abaixo em relação aos limites mínimos estabelecidos pelo CONAMA.

A resolução 274 de 29 de novembro de 2000 do CONAMA estabelece que sejam feitas análises durante 5 semanas para que as águas de recreação de contato primário sejam classificadas em excelente, muito boa ou satisfatória. Porém, perante a falta de investimentos nos meios de cultura, a disponibilidade de tempo, dentre outros fatores externos as análises não foram realizadas durante o prazo de 5 semanas ininterruptas. Então os resultados microbiológicos são valores preliminares que devem ser usados para estudos mais aprofundados na Praia de Atalaia.

Mas vale ressaltar que houveram um número de colônias formadoras de coliformes muito grandes em determinados pontos, e por isso é necessário cuidados, pois se a quantidade de bactérias for excedida no corpo humano isso pode ocasionar diversos problemas de saúde para os banhistas e pessoas que fazem o uso dessa água da praia de forma direta ou indireta.

7. REFERÊNCIAS

AZEVEDO MV. 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 Oswaldo Cruz; 2002.

ADEODATO S. O consumo consciente da água. Bio Nutr Saúde. 2006; 1:2.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 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.

BRASIL. Resolução CONAMA Nº 357/2005, nº 053 de 18 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. p. 58-63.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº. 518, de 25 de março de 2004. Dispõe sobre normas e padrões de potabilidade de água para consumo humano. Diário Oficial da União, Brasília, n.59, p.266, 26 de março 2004. Seção 1.

BRASIL. Resolução CONAMA Nº 274/2000, nº. 018 de 29 de novembro de 2000. Revisa os critérios de Balneabilidade em Águas Brasileiras. p. 70-71.

BERG, Carlos Henrique; GUERCIO, Mary Jerusa; ULBRICHT, Vânia R. INDICADORES DE BALNEABILIDADE: A SITUAÇÃO BRASILEIRA E AS RECOMENDAÇÕES DA WORLD HEALTH ORGANIZATION. 2013 p. 83-101

BOLAND JJ, Anderson BP, Brooks NH. Microbiol pathogens in coastal waters. In: Managing wastewater in coastal urban areas. 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. 203-30.

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

CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E.; EATON, A. D. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th. Ed. Washington, DC: American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation, 1998. 1325 p.

CERQUEIRA A. M. F. Apostila de Aulas Práticas. Disponível em <http://www.apda.pt/labac/Apostila_Pratica_Nutricao.pdf>. Acessado em 30/09/2016

EATON, A. D.; CLESCERI, L. S.; RICE, E. W.; GREENBERG, A. E. Standard methods for the Examination of water & Wastewater. 21st Edition. 2005.

FREITAS, Marcelo Bessa; FREITAS, Carlos Machado. A vigilância da qualidade da água para o consumo humano: desafios e perspectivas para o Sistema Único de Saúde. Ciências e saúde coletiva, v. 10, n. 4, p. 933-1004, 2005.

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

FUNDAÇÃO NACIONAL SAÚDE (FUNASA). Manual Prático de análise de água. 3. ed. Brasília, 144p. 2009.

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

LIBÂNIO, 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. 3ed. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2005.

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

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

GRASSI, Marco Tadeu. Parâmetros de caracterização de uma massa de água. “As águas do Planeta Terra”, Química Nova na Escola, Ed. Especial, 2001.

PIVELI, R. P. ; KATO, M. T. Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. 285p.

PARRON, FREITAS, PEREIRA. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água – Colombo: Embrapa Florestas, 2011.

SANTOS, Vanessa Sardinha dos. "Tipos de água"; *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/biologia/tipos-agua.htm>>. Acesso em 30 de março de 2017.

SIQUEIRA LP, Shinohara NKS, Lima RMT, Paiva JE, Lima Filho JL, Carvalho IT. Avaliação microbiológica da água de consumo empregada em unidades de alimentação. Ciên Saúde Colet. 2010; 15(1): 63-6.

SANTOS, G.L; POLEDNA, S. R. C. Meio ambiente, reciclagem e tratamento de resíduos. Sistema Brasileiro de Respostas – Ministério da Ciência e Tecnologia. Rio Grande do Sul: SENAI, 2005.

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

SILVA, N. I. FONTES, L. O. TAVELLA, L. B. OLIVEIRA, J, B. OLIVEIRA, A. C. Qualidade da água na irrigação. ACSA. Agropecuária Científica no Semiárido. Vol. 07. Nº 03. 2010.

SILVA, MARIA FRANCISCA LOPES, O ecoturismo no delta do Parnaíba – PI e entorno: turismo e sustentabilidade. Monografia de especialização – Centro de excelência em Turismo – Universidade Federal de Brasília, Brasília 2004.

TOLEDO, L. G. NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. Scientia Agrícola. V. 59, p. 181-186. 2002.

Tortora, Gerard J. Microbiologia [recurso eletrônico] / Gerard J. Tortora, Berdell R. Funke, Christine L. Case ; tradução: Aristóboło Mendes da Silva ... [et al.] ; revisão técnica: Flávio Guimarães da Fonseca. – 10. ed. – Dados eletrônicos. – Porto Alegre: Artmed, 2012.

VENDRAMEL E, Köhler VB. A história do abastecimento de água em Maringá, Estado do Paraná. Acta Scientiarum. 2002; 24(1): 253-60.

WHO. World Health Organization. Water, Sanitation and Health. 2010 [cited 2010 Ago 6]. Available from: http://www.who.int/water_sanitation_health/en/