



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

IZABEL LUÍZA ALVES VÉRAS

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE ÁGUA DA LAGOA DO
PORTINHO, LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE PARNAÍBA-PI**

PARNAÍBA

2017

IZABEL LUÍZA ALVES VÉRAS

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE ÁGUA DA LAGOA DO
PORTINHO, LOCALIZADA NO MUNICÍPIO 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.

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

PARNAÍBA

2017

IZABEL LUÍZA ALVES VÉRAS

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE ÁGUA DA LAGOA DO
PORTINHO, LOCALIZADA NO MUNICÍPIO 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

Orientadora: Dr^a. Márcia Valéria Silva Lima
Instituto Federal do Piauí - *Campus* Parnaíba

Prof^a. MSc. Monialine Sousa de Oliveira
Instituto Federal do Piauí - *Campus* Parnaíba

Prof^a. Esp. Simone Silva Cruz Santos
Instituto Federal do Piauí - *Campus* Parnaíba

Este trabalho é dedicado com muito amor a Deus que me fortalece sempre, ao meu querido esposo Wesley Jenyson e filho Apolo Daniel. A minha amada mãe Silvana Veras, padrasto Luís Carlos, a Ceres Fernandes e Jota Araújo. Também dedicado a minha excelente orientadora Dr^a. Marcia Valéria Silva Lima.

AGRADECIMENTO

Agradeço a minha família pelo apoio incondicional e sacrifícios que fizeram para ajudar-me em minha formação superior.

À meus parentes pela compaixão que deram a mim durante o percurso deste curso.

À meus queridos professores do IFPI *Campus*-Parnaíba pelos seus excelentes exemplos de amor ao trabalho docente, em especial a Janiciara Botelho, Evânia, Bartolomeu, Vilma Dias, Ana Maria e Cristiane Marinho.

À todos os meus amigos de longa data, em especial Verônica Neves por ser uma pessoa tão companheira e amiga, pelos conselhos e conversas edificantes.

Ao IFPI *Campus*- Parnaíba pela oportunidade de realizar minha formação docente.

Aos funcionários do IFPI pela dedicação, organização e respeito com os alunos.

Aos meus colegas de turma, pelas brincadeiras, fraternidade, as caronas e pelo amor em ajudar uns aos outros em especial a Marina Sandy, Rodrigo, Joelson Freitas, Irismar, Iêda, Tayane, Janaína.

À Tony, Eduardo e William pela colaboração na realização deste estudo de conclusão de curso.

À técnica do laboratório de química do IFPI-*Campus* Parnaíba, Isabel Holanda, pela orientação de equipamentos para realização de pesquisas para o presente trabalho.

“Confia no Senhor de todo o teu coração,
e não te estribes no teu próprio
entendimento.

Reconhece-o em todos os teus caminhos,
e ele endireitará as tuas veredas”.

(PV. 3:5-6)

RESUMO

O Estado do Piauí apresenta diversos recursos hídricos, onde se evidencia as lagoas, dentre estas, destaca-se a Lagoa do Portinho, localizada no município de Parnaíba-PI. A lagoa Portinho anos atrás apresentava grande valor socioeconômico para os moradores da região, uma vez que a mesma era utilizada principalmente para pesca, banho e lazer por moradores da região e turistas. Infelizmente o volume do corpo hídrico da lagoa foi diminuindo pelo escasso período da seca e assoreamento de dunas nesta região. O estudo dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água é um dos principais instrumentos para uma análise prévia na elaboração de políticas de planejamento e gestão de recursos hídricos. Portanto, as coletas das amostras de água foram realizadas no período considerado seco e chuvoso da região. Nas análises de microbiológicas constatou-se a presença de coliformes totais e fecais e nas físico-químicas um padrão de baixo teor de oxigênio dissolvido na água, constatando um parâmetro de poluição. A Lagoa do Portinho é um dos patrimônios turísticos da cidade de Parnaíba, portanto necessita de sensibilização social para sua conservação e preservação.

Palavras-chave: *Água. Análise microbiológica. Caracterização. Físico-química.*

ABSTRACT

The State of Piauí presents several water resources, where the lagoons are evidenced, among them the Portinho Lagoon, located in the municipality of Parnaíba-PI. The lagoon Portinho years ago presented great socioeconomic value for the inhabitants of the region, since it was used mainly for fishing, bathing and recreation by local residents and tourists. Unfortunately the volume of the water body of the lagoon was diminished by the scarce period of drought and silting of dunes in this region. The study of physicochemical and microbiological parameters of water is one of the main instruments for a previous analysis in the elaboration of policies of planning and management of water resources. Therefore, the samples of the water samples were taken in the dry and rainy period of the region. In the microbiological analyzes the presence of total and fecal coliforms was verified, and in the physicochemicals a low oxygen content dissolved in the water, confirming a parameter of pollution. The Portinho Lagoon is one of the tourist heritages of the city of Parnaíba, therefore it needs social sensitization for its conservation and preservation.

Keywords: *Water. Analysis microbiological. Description. Physicochemical.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.	Período de coleta da lagoa; (A) período seco; (B) período chuvoso.....	25
Figura 2.	Análise das cores durante a titulação da amostra à alcalinidade total. (A) aplicação da fenolftaleína; (B) Indicador misto; (C) Ponto final da titulação.....	28
Figura 3.	Comparação da cor para Nitrogênio amoniacal da água com a cartela do “kit” de potabilidade.....	30
Figura 4.	Análise da cor da água da Lagoa do Portinho.....	30
Figura 5.	Análise da turbidez na cartela colorimétrica.....	31
Figura 6.	Análise do pH da água.....	32
Figura 7.	Titulação das análises: (A) dureza; (B) cloretos.....	36
Figura 8.	Cartela de cores utilizada na análise colorimétrica de OC.....	38
Figura 9.	(A) Tubo contendo CLT (caldo lauril triptose) com formação de gás, confirmando a presença de coliformes fecais; (B) Tubo indicando a presença de coliformes totais.....	40
Figura 10.	Contagem de colônias em Plate Count Agar (PCA).....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Referência para análise físico-química.....	27
Tabela 2.	Parâmetros físico-químicos para as águas da Lagoa do Portinho.....	34
Tabela 3.	Relação de AP e AT à substâncias predominantes na titulação.....	35
Tabela 4.	Análise microbiológica para formação de gás em CLT em tubos falcos.....	40

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Valores de Alcalinidade total e parcial para o período seco e período chuvoso.....	35
Gráfico 2.	Valores obtidos para o nitrogênio amoniacal.....	37
Gráfico 3.	Análise da cor da água no período seco (coleta1) e período chuvoso (coleta 2).....	39

LISTA DE SIGLAS

AP	Alcalinidade parcial.
AT	Alcalinidade total.
BIOTEC	Núcleo de Pesquisa em Biodiversidade e Biotecnologia.
CLT	Laury Tryptose Broth.
DBO	Demanda bioquímica de oxigênio.
DT	Dureza Total.
EC	EC Broth.
EDTA	Etilenodiaminotetra-acético.
ET	Eriocromo T.
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde.
IFPI	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia.
NMP	Número Mais Provável.
NTU	Unidade Nefelométrica de Turbidez.
OC	Oxigênio consumido.
PCA	Plate Count Agar.
pH	Potencial hidrogeniônico.
SGR	Sistemas Geodésicos de Referência.
UFC	Unidades Formadoras de Colônia.
UFPI	Universidade Federal do Piauí.
UH	Unidade Hazen de cor.
VG	Volume gasto.

SUMMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	16
2.1. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	16
2.1.1. Cor	16
2.1.2. Turbidez	16
2.1.3. Dureza	17
2.1.4. Potencial hidrogeniônico – pH.....	17
2.1.5. Oxigênio Consumido – OC	18
2.1.6. Nitrogênio amoniacal	18
2.1.7. Ferro	19
2.1.8. Alcalinidade	20
2.1.9. Cloretos.....	20
2.2. PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS DA ÁGUA.....	21
2.3. ASSOREAMENTO DO SOLO	21
2.4. LIXO	22
2.5. GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS	23
3. OBJETIVOS.....	24
3.1. OBJETIVO GERAL	24
3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO	24
4. METODOLOGIA	25
4.1. LOCAL DA PESQUISA	25
4.2. PROCEDIMENTO DA PESQUISA.....	25
4.2.1. Identificação da pesquisa.....	25
4.2.2. Coletas das amostras	25
4.3. ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA.....	26
4.3.1. Alcalinidade total.....	28
4.3.2. Cloretos.....	28
4.3.3. Dureza	29
4.3.4. Nitrogênio amoniacal	29
4.3.5. Cor	30
4.3.6. Ferro	31
4.3.7. Turbidez	31

4.3.8. Oxigênio Consumido - OC	31
4.3.9. Potencial Hidrogeniônico – pH	32
4.4. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	32
4.4.1. Determinação presuntiva do número mais provável (NMP) de coliformes Totais e Fecais	33
4.4.2. Contagem padrão em PCA	33
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
5.1. ALCALINIDADE	34
5.2. DUREZA E CLORETOS	36
5.3. NITROGÊNIO AMONÍACAL	36
5.4. POTENCIAL HIDROGENIÔNICO, TURBIDEZ E OXIGÊNIO CONSUMIDO - OC	37
5.5. COR	38
5.6. FERRO	39
5.7. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	39
6. CONCLUSÃO	42
7. REFERÊNCIAS	43

1. INTRODUÇÃO

A água é uma das substâncias fundamentais para o fornecimento da vida no planeta, sendo de grande relevância para a sobrevivência da espécie humana, para conservação e o equilíbrio da biodiversidade (MENDIGUCHÍA et al., 2004). As relações de dependência entre seres vivos, ambientes naturais e as atividades socioeconômicas de turismo e lazer fazem da água um fator gerador de vida e desenvolvimento (OKURA & SIQUEIRA, 2005).

Segundo Grassi (2001) de toda água existente no planeta terra, somente 3% correspondem à água doce, sendo que 1% desses recursos encontra-se na superfície, os outros correspondem às águas subterrâneas e às geleiras e as águas superficiais incluem rios, lagos, lagoas, entre outros. Estima-se que no Brasil uma parte considerável do seu recurso hídrico é formada por lagoas (ARAÚJO et al., 2014). Para Biggs (2005), lagoa define-se como um corpo de água com pouco fluxo, podendo ser natural ou feita pelo homem (artificial) sendo menor que um lago.

O Estado do Piauí apresenta diversos recursos hídricos, onde se evidencia as lagoas, neste estado destaca-se a Lagoa do Portinho, uma vez que a mesma é uma das atrações do estado do Piauí, devido a sua beleza exótica. Está localizada no litoral piauiense, é um reservatório de água com 5,62 Km² aproximadamente, na coordenada 2° 55'43.2" Sul e 41° 40'30.7" Oeste, incluída na micro bacia do Rio Portinho (ARAÚJO et al., 2014). Esse trecho encontra-se aterrado pelo aporte de dunas móveis que vem comprometendo a lagoa pelo assoreamento, impedindo que ocorra o fenômeno da sangria no período chuvoso.

Nesta região o período chuvoso se concentra entre os meses de janeiro e maio com deficiência hídrica no segundo semestre, quando há uma tendência de aumento expressivo da evapotranspiração tornando a água da Lagoa com elevada taxa de salinidade (CREA-RJ e PI, 2000). A presente lagoa sofre pelo o assoreamento, provocado por dunas móveis que reduz o volume e aumenta a salinidade e a temperatura da água, diminuindo consequentemente a capacidade de diluição da lagoa para anular as cargas poluentes que nela são lançadas (LOPES & BECHTLUFFT, 2010).

O estudo dos parâmetros físico-químicos da água é um dos principais instrumentos para uma análise prévia na elaboração de políticas de planejamento e gestão de recursos hídricos, pois, funciona como um meio possibilitador para acompanhamento da utilização destes corpos hídricos, apresentando seus efeitos sobre as características qualitativas das águas, visando subsidiar as ações de controle ambiental (GUEDES et al., 2012).

Por ser um dos cartões postais do estado do Piauí, Lagoa do Portinho, o estudo da água que compõe esta região vem como um acréscimo de informação para eventuais pesquisas e medidas para melhor conservação de patrimônio. O presente trabalho tem como objetivo caracterizar a água da Lagoa do Portinho, situado na cidade de Parnaíba-PI, a partir de análises físico-químicas e microbiológicas, durante o período seco e chuvoso.

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA

Os ecossistemas aquáticos possuem uma variedade de elementos e substâncias químicas dissolvidas na água (FRITZSONS et al., 2009). O monitoramento de parâmetros físicos e químicos é de suma importância, pois identifica e quantifica substâncias presentes na água para assim, associar seus efeitos ao meio ambiente, permite também a compreender as mudanças e os processos naturais que ocorrem constantemente no ambiente aquático (PARRON et al., 2011). De acordo com Libanio (2005) os corpos hídricos sofrem diversas influências físicas e químicas que são caracterizadas pela a região que a compõe.

2.1.1 Cor

A água potável tem aspecto incolor, isso está diretamente relacionada à presença de partículas sólidas dissolvidas, tais partículas podem ser de origem orgânica (húmus, algas, e etc.) ou inorgânica (compostos de ferro e manganês, entre outros) (VON SPERLING, 1996). O valor máximo permitido na análise da cor de um corpo d'água é de 15 UH (Unidade Hazen de cor), para rios a coloração da água poderá apresentar diferentes tonalidades, podendo ser amarelada devido à matéria orgânica, escura quando possui áreas de vegetações densas, ou seja, maior quantidade de matéria orgânica (BRASIL, 2005).

2.1.2 Turbidez

A água potável pode ser turva ou límpida, quando turva certa quantidade de partículas permanecem em suspensão por não serem dissolvidas na água, podem ser do próprio solo, ou provenientes de atividades minerais, como portos de areia, exploração de argila, indústrias, ou mesmo de lixos (Goulart & Callisto, 2003). De acordo com Von Sperling (1996), as partículas orgânicas e inorgânicas que se encontram-se em suspensão determinam o grau de

turbidez da água. O valor estimado é 5 UNT (Unidade Nefelométrica de Turbidez) (BRASIL, 2005).

A turbidez pode acelerar a poluição de um dado corpo d'água, pois a penetração dos raios solares é limitada, dificultando a fotossíntese, diminuindo assim, a demanda de oxigênio, portanto a precipitação de partículas gera caos no ecossistema aquático (Branco, 1986).

2.1.3 Dureza

A dureza da água está associada a soma de cátions bivalentes (2+) presentes em sua constituição, sendo expressa da qualidade equivalente de carbonato de cálcio (CaCO_3), onde os íons metálicos mais comuns que garantem a dureza são os alcalinos-terrosos, entre eles destaca-se o cálcio e manganês (DI BERNARDO & DANTAS, 2005).

2.1.4 Potencial hidrogeniônico- pH

O pH (potencial hidrogeniônico) é comumente utilizado para estimar a condição da água estudada, classificando-a em ácida ou básica, sendo um meio para se definir a concentração de íons de hidrogênios presentes no sistema de análise (SAWYER et al., 1994).

As medidas de pH são muito utilizadas para equiparar a qualidade da amostra, já que em águas naturais este parâmetro poderá sofrer variações devido ao consumo e produção de dióxido de carbono (CO_2), realizados pelos organismos fotos sintetizadores, pelos fenômenos da respiração e fermentação de todos os organismos presentes na massa de água, produzindo assim, possíveis ácidos orgânicos fracos (BRANCO, 1986). Quanto maior a quantidade de matéria orgânica disponível na água, menor será o pH devido a decomposição de materiais, produzindo ácidos, entre eles o ácido húmico (TAKINO, 1984).

De acordo com Camargo (1996) a concentração de hidrogênios de um corpo d'água pode variar, pois fatores como a águas da chuva, de esgotos e também do lençol freático podem influenciar na porção d'água analisada. Segundo Maier (1987), os pHs dos rios brasileiros tendem a ser de neutro a

ácido, os rios que cortam áreas pantanosas e mangues geralmente têm águas com pH muito baixo, devido à atividade de decomposição de matéria orgânica, já em águas superficiais, a variação do pH chega a ser entre 4 e 9, podendo ser ligeiramente alcalinas devido à presença de carbonatos e bicarbonatos.

2.1.5 Oxigênio Consumido - OC

O oxigênio é um dos elementos primordiais à sustentação da vida, aos animais e para maior parte dos microrganismos que vivem em um meio aquático (CARMOUZE, 1994). Um corpo d'água é considerado limpo e potável, quando apresentam concentrações de oxigênio (O_2) entre 8 e 10 $mg.L^{-1}$, sendo que estes valores tendem a variar em função da temperatura e pressão (GASTALDINI et al., 2002). A análise de oxigênio dissolvido é fundamental para avaliar as condições da água e estimar os impactos ambientais como eutrofização e poluição orgânica (CARMOUZE, 1994).

A concentração de oxigênio na água pode se reduzir ou desaparecer, principalmente quando a água recebe grandes quantidades de substâncias orgânicas biodegradáveis (VON SPERLING, 2007). Assim, quando a carga de matéria orgânica presente em um corpo d'água for elevado, maior será o número de microrganismos decompositores e o consumo de oxigênio, portanto o sistema aquático poderá ser classificado como poluído, a morte de peixes em rios poluídos se deve, portanto, à ausência de oxigênio (VON SPERLING, 1996).

2.1.6 Nitrogênio amoniacal

O nitrogênio amoniacal está relacionada às concentrações de nitrogênio das formas do nitrogênio como amônia (NH_3), a presença desta substância na água está muito associada a matéria orgânica em decomposição, onde teores elevados de nitrogênio amoniacal classifica a água analisada em um ambiente pobre em oxigênio (PALMA-SILVA et al., 2007). Dentro do ciclo do nitrogênio na biosfera, este elemento tem várias formas de estados de oxidação. No ambiente aquático, o nitrogênio pode ser encontrado nas seguintes formas (APHA et al., 1995):

- 1 - nitrogênio molecular (N_2), escapando para a atmosfera;
- 2 - nitrogênio orgânico (dissolvido e em suspensão);
- 3 - nitrogênio amoniacal, como amônia (NH_3) e o íon amônio (NH_4^+);
- 4 - nitrito (NO_2^-);
- 5 - nitrato (NO_3^-);

O nitrato é a principal forma de nitrogênio encontrada na água, pois a amônia sofrerá oxidação pelo oxigênio dissolvido na água, portanto valores superiores a 5 mg.L^{-1} demonstram condições sanitárias inadequadas (PALMA-SILVA et al., 2007). Os nitratos estimulam o desenvolvimento das plantas e organismos aquáticos (OGERA, 1995).

O nitrito poderá ser encontrado em águas superficiais em pequena quantidade, devido a sua instabilidade na presença de oxigênio dissolvido (PALMA-SILVA et al., 2007). A presença do íon nitrito indica processo biológico ativo, bactérias, influenciado principalmente por poluição orgânica (BRANCO, 1986). Antes do desenvolvimento de testes bacteriológicos na determinação da qualidade de águas, os testes do nitrogênio sob a forma de nitrogênio orgânico e amoniacal são ainda indicadores usados para analisar o grau de poluição orgânica em corpos d'água (SAWYER et al., 1994).

O nitrogênio amoniacal é a forma mais reduzida do nitrogênio e também é o primeiro composto produzido na degradação da matéria orgânica (APHA et al., 1995). A amônia provoca consumo de oxigênio dissolvido das águas naturais ao ser oxidada biologicamente, a chamada DBO (demanda bioquímica de oxigênio), portanto, a concentração de nitrogênio amoniacal é muito utilizada na classificação de águas naturais como um parâmetro de qualidade de água (PALMA-SILVA et al., 2007).

2.1.7 Ferro

O ferro é um dos elementos mais conhecidos e utilizados pela humanidade desde os tempos mais longínquos, sendo também o quarto elemento mais abundante na crosta terrestre, possuindo dois números de oxidação mais comuns, o Fe^{2+} , no estado bivalente e o Fe^{3+} , com estado de oxidação trivalente (SIQUEIRA, et al, 2004).

A forma mais comum que o ferro solúvel é encontrado em águas é como bicarbonato ferroso $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$, nesta forma está presente em águas subterrâneas profundas que, ao saírem do poço, são incolores e limpas, mas ao entrarem em contato com o oxigênio do ar sofrem oxidação, originando o hidróxido férrico, que é insolúvel e se precipita, fornecendo uma cor amarelada nada agradável à água (Morgado, 1999).

2.1.8 Alcalinidade

O estudo da alcalinidade da amostra de água é medida por sua capacidade de neutralizar ácidos, sendo que a porção principal de alcalinidade em águas naturais é causada por hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos (APHA et al., 1995). A determinação e o controle da alcalinidade tornam-se importantes para a avaliação da qualidade das águas com o objetivo de evitar problemas de corrosão e de incrustação nas tubulações (SAWYER et. al., 1994).

Os bicarbonatos e carbonatos são os principais compostos para o estudo da alcalinidade, pois agem como tampões resistindo assim, na queda do pH resultante da adição de ácidos no processo de titulação, estes elementos, são formados em quantidades consideráveis pela ação do dióxido de carbono, proveniente das chuvas, na degradação da matéria orgânica e também sobre materiais básicos no solo (AYERES & WESTCOT, 1991).

2.1.9 Cloretos

Os cloretos estão presentes em todas as águas naturais, tal fato poderá está relacionado ao contato da água com depósitos minerais, com a água do mar, ou ao retorno de águas utilizadas no processo de irrigação agrícola, sendo importante salientar que quantidades razoáveis de cloretos em águas não são prejudiciais à saúde, no entanto a água tende ter um sabor salgado, repulsivo (TUCCI, 2001). A concentração de cloretos na água pode estar diretamente ligada à presença de esgotos, por causa da excreção do cloreto na urina, ou por despejos industriais (PHILIPPI et al., 2004).

2.2 PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS DA ÁGUA

As análises de ênfase microbiológica são fundamentais para definir a qualidade de uma água, de uma água, de uma cultura ou de um sistema de estudo (FETTER, 2004). As bactérias classificadas como coliforme são muito utilizadas como indicadores de poluição fecal desde o início do século XX (FEACHEM et al., 1983). Este grupo ainda é muito utilizado pela na Engenharia Sanitária e Ambiental e na legislação nacional do CONAMA (2005), como indicadores de potabilidade da água. Essas espécies comensais (não patogênicas) que estão presentes no intestino do homem e de animais de sangue quente, são eliminadas nas fezes em números elevados aproximadamente de 10^6 a 10^9 gramas de fezes, portanto águas onde há contaminação fecal, é provável que bactérias patogênicas estejam presentes (CEBALLOS, 1998).

2.3 ASSOREAMENTO DO SOLO

A sedimentação estar relacionada à erosão, ao deslocamento de partículas causado pelo vento ao corpo d'água, enxurradas entre outros. A sedimentação refere-se ao assoreamento de reservatórios, é, portanto um depósito de sedimentos permanente ou quase permanente (CARVALHO, 2008). A morfologia do rio é alterada provocando a sedimentação e deposição em seio leito diminuindo a capacidade do reservatório (BRONSVOORT, 2013).

Os sedimentos são transportados em suspensão pelo fluxo da água e do vento, rolando ou deslizando sobre a camada do fundo do leito (TWENHOFEL, 1939). As partículas de maior diâmetro, como seixos e areia grossa, são depositadas no leito do canal, em sequência os depósitos de areia fina e silte grosso vão ocupando os espaçamentos, assim as partículas ainda menores como o silte fino e a argila percorrem no curso de água em suspensão. Portanto o a construção de um barramento age como um obstáculo, impedindo assim que grandes quantidades de sedimentos sejam depositadas na água (Da SILVA, 2007).

Na determinação do volume assoreado de certos reservatórios, deve-se utilizar dados cartográficos em diferentes épocas, métodos, técnicas e sistemas geodésicos de referência (SGR) (VOLPI, 2007). Realizar estudo de um curso de água com dados levantados em diferentes épocas, utilizando diferentes técnicas a cada análise é relativamente complexo e inseguro, já que erros poderão ser encontrados, as discrepâncias apresentadas durante o estudo através destas diferentes metodologias e tecnologias afetam diretamente na análise dos resultados (MEZINE, 2016).

2.4 LIXO

A qualidade natural da água se define como um conjunto de características físicas, químicas e bacteriológicas que compõe a água em seu estado natural, tais como rios, lagos, mananciais, no mar e etc. (CONEZA, 1997). A poluição da água se conceitua como a alteração de sua qualidade natural pela ação de agentes, como o homem, que altera parcial ou totalmente a condição natural da água tornando-a imprópria para o uso a que se destina (BARROS, 2013).

De um modo geral, a poluição das águas pode ocorrer principalmente por esgotos sanitários, águas residuais industriais, lixiviação e percolação de fertilizantes e pesticidas, precipitação de efluentes atmosféricos e a inadequada disposição dos resíduos sólidos (STUDART & CAMPOS, 2001). As variadas formas de poluentes lançados nos corpos d'água podem ser classificadas em duas grandes classes: pontual e difusa, os resíduos domésticos e industriais constituem o grupo das fontes pontuais por se restringirem a um simples ponto de lançamento (MEYBECK, 2004).

A fonte de poluição pontual pode ser reduzida e até mesmo eliminada através de um tratamento apropriado para posterior lançamento em um corpo receptor, já que muitas vezes estes resíduos sem tratamento são lançadas diretamente nos corpos de água, causando sérios impactos que influênciam as biotas, os recursos hídricos, o homem e os componentes do sistema que abrange (VON SPERLING, 2005). De acordo com as leis ambientais a poluição têm limites para descarga de efluentes nos recursos hídricos (BRITO, 2003).

Fontes difusas são caracterizadas por possuírem variados pontos de descarga que resultam do escoamento em áreas urbanas e ou agrícolas, que acontecem durante os períodos chuvosos elevando as concentrações de poluentes (TUCCI, 2004). A diminuição dessas fontes geralmente requerem mudanças nas práticas de uso da terra e da melhoria na educação ambiental (MEYBECK, 2004).

2.5 GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

O gerenciamento dos recursos hídricos se define como um instrumento norteador ao poder público e a sociedade em que estar constituída a área a ser preservada, podendo ser em longo prazo, no monitoramento dos recursos ambientais naturais, econômicos e socioculturais, promovendo assim o desenvolvimento sustentável (LANNA, 1995).

Existem quatro pilares necessários para estabelecer um gerenciamento sustentável de uma determinada bacia: determinar o estado real do ambiente que se deseja estudar, identificar as forças mais dominantes que causam constantes mudanças, estabelecer diagnóstico limite específico para danos ecológicos prováveis de ocorrer e por fim, prognosticar a possível extensão temporal e espacial do problema, tendo como base as características locais, desenvolvendo assim planos de gerenciamento apropriados (FERRIER et al. 2001).

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Analisar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos de água da Lagoa do Portinho localizado no Município de Parnaíba-PI, durante o período seco e chuvoso.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

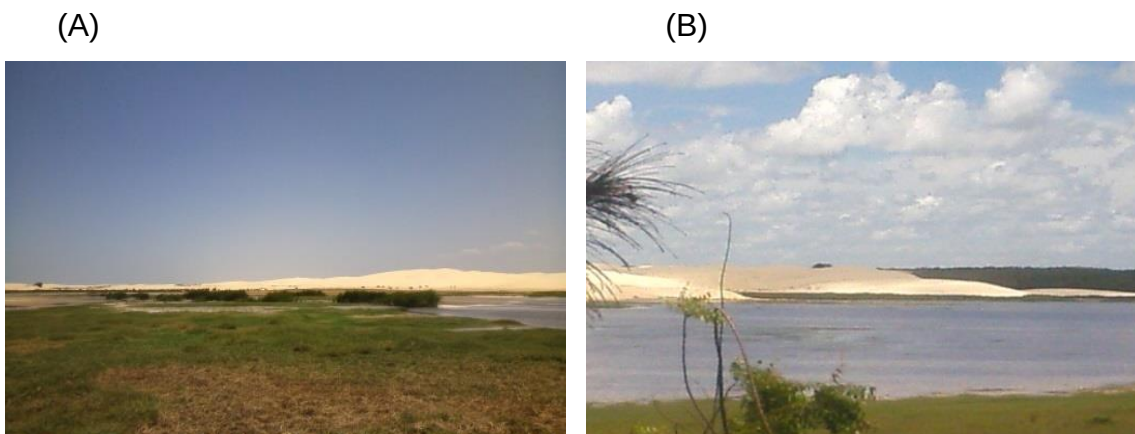
- Identificar o ambiente de estudo e definir os pontos de coleta;
- Coletar amostras em pontos pré-definidos na lagoa durante o período seco e chuvoso;
- Avaliar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos das amostras de água;
- Relacionar os resultados obtidos na lagoa com demais fontes literárias;

4. METODOLOGIA

4.1 LOCAL DA PESQUISA

A Lagoa do Portinho está localizada no estado do Piauí no município de Parnaíba nas coordenadas 2° 55'43.2" Sul e 41° 40'30.7" Oeste, possuindo uma área de água com 5,62 Km². Devido ao tempo de estiagem, como mostra a Figura 1, a presente lagoa teve redução considerável do corpo d'água aumentando no período chuvoso.

Figura 1: Período de coleta da lagoa; (A) período seco; (B) período chuvoso.



Fonte: Arquivo pessoal.

4.2 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

4.2.1 Identificação da pesquisa

A presente pesquisa é do tipo qualitativo e quantitativo, na identificação de substâncias químicas e microbiológicas e na determinação das concentrações destas em amostras de água da Lagoa do Portinho durante o período seco e chuvoso.

4.2.2 Coletas das amostras

As coletas ocorreram em dois pontos no período de novembro de 2016 e fevereiro de 2017, seco e chuvoso respectivamente. A escolha dos pontos de

obtenção de amostra da água foi determinada por apresentar maior volume e acesso à água durante a primeira coleta, uma vez que no período seco, a lagoa apresentava pouquíssima concentração de água e o solo bastante umedecido. Na segunda coleta, os pontos foram redefinidos, sendo próximo a margens, pois de acordo com a Figura 1 o volume do corpo d'água aumentou de forma considerável devido a intensas chuvas no mês de janeiro. Todas as coletas ocorreram durante o dia, em duplicata e em frascos estéreis. As análises da caracterização físico-química e microbiológica foram realizadas em triplicata, e duplicata respectivamente, para uma maior confiabilidade dos dados.

Para a realização das análises microbiológicas, as amostras foram coletadas em tubos falcon autoclavados. Devido à natureza da pesquisa, as amostras foram condicionadas em uma caixa térmica sob a temperatura de aproximadamente 0°C e conduzidas ao Núcleo de Pesquisa em Biodiversidade e Biotecnologia - BIOTEC da Universidade Federal do Piauí (UFPI) *Campus* Ministro Reis Velloso. A metodologia utilizada para a determinação de coliformes totais termo tolerantes, número mais provável (NMP) baseado na técnica de tubos múltiplos, foram baseadas no Manual Prático de Análise de água fornecido pela Funasa (2009).

4.3 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA

Esta análise foi realizada no laboratório de química do IFPI, utilizando o “kit” de potabilidade para determinar a viabilidade da água do requerido estudo, sendo que os valores calculados para a alcalinidade total, cor, pH, dureza, amônia, ferro, turbidez, oxigênio dissolvido estão diretamente relacionados aos parâmetros de qualidade de água do Ministério da Saúde e do Meio Ambiente. Neste kit há um manual de instruções que mostra passo a passo os reagentes, o volume necessário das amostras para cada fator que se deseje calcular. Para análises de comparação visual, no caso da determinação do pH, amônia, ferro, turbidez e cor, há cartelas de suporte para facilitar os resultados após as reações. As técnicas de titulação foram utilizadas para estimar a alcalinidade total, dureza e a presença de cloretos. Na Tabela 1 segue os métodos, os parâmetros e as referências do referido kit de potabilidade.

Tabela 1: Referência para análise físico-química.

Parâmetro	Método	Referência
Alcalinidade	Métodos potenciométrico e titulométrico	NBR 13736
Amônia	Método do Indofenol	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater; 21ªed. 2005, 4500 F
Cloretos	Métodos titulométricos do nitrato mercúrico e do nitrato de prata	NBR 13797
Cor	Método do Cloroplatinato de Potássio	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater; 21ªed. 2005, 2120 C. 2-3
Dureza total	Método Titulométrico do EDTA	NBR 12621
Ferro	Método do Ácido Tioglicólico	FRIES, J. GETROST, H. Organic Reagents for Trace Analysis, MERCK; 1977.
Turbidez	Determinação de Turbidez LQ: 0,1 NTU	Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (SMEWW) 22ª ED. 2012 Method/2012 – Method 2130
pH	Método Indicador	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.
OC	Método volumétrico	Método de oxidação. NBR 10219. Águas minerais e de mesa – Determinação da matéria orgânica em meio ácido. NBR 10739.

Fonte: Metodologia analítica Alfakit LTDA, 2017.

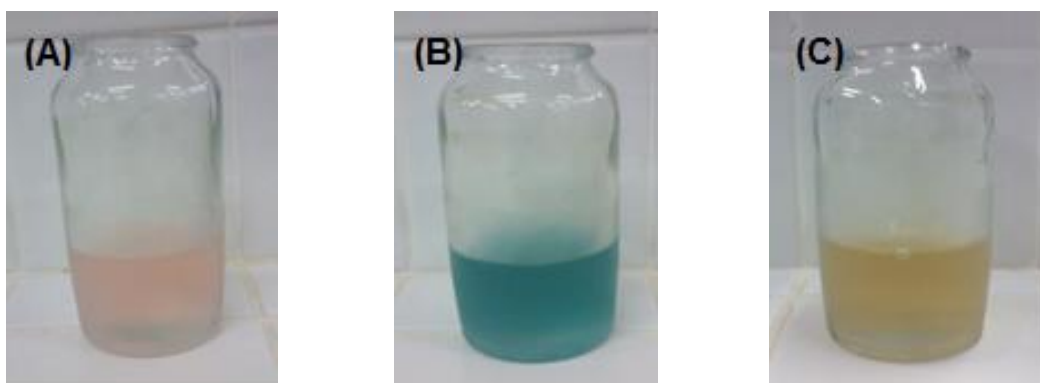
4.3.1 Alcalinidade total

Nesta análise mediu-se 50 ml de água da amostra em uma proveta, sendo transferida para um frasco de boca larga acrescentando 3 gotas de fenolftaleína, um indicador ácido-base, agitando a solução em movimentos circulares para identificar a cor da amostra. Apresentando a coloração rosa, a amostra foi titulada com o reagente de alcalinidade total, ácido sulfúrico (H_2SO_4) até desaparecer a cor rosa, tornando incolor, sendo anotado o volume gasto, V_g para a alcalinidade parcial. Posteriormente foi adicionado 5 gotas do indicador misto, bromocresol /vermelho de metila na amostra, e agitado para ser titulado até que houvesse a passagem da cor azul para salmão como é exibido na Figura 2. O volume gasto neste procedimento foi anotado como V_g para a alcalinidade total e multiplicado por 20 de acordo com as equações abaixo do referido kit.

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

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

Figura 2: Análise das cores durante a titulação da amostra à alcalinidade total. (A) aplicação da fenolftaleína; (B) Indicador misto; (C) Ponto final da titulação.



Fonte: Arquivo do pessoal.

4.3.2 Cloretos

Para estimar a quantidade de cloretos, foi medido 50 ml de água com uma proveta e transferida para um frasco de boca larga, onde adicionou-se 1

ml de cromato de potássio (K_2CrO_4) agitando com movimentos circulares. Em seguida a amostra foi titulada com nitrato de prata ($AgNO_3$) até que houvesse mudança da coloração, de amarelo para amarelo-tijolo indicando a formação do cloreto de prata ($AgCl$), com a precipitação de cromato de prata (Ag_2CrO_4), anotando o volume gasto (V_g) e multiplicando por 35, de acordo com o procedimento contido no 'kit' de potabilidade visualizada na Equação 3.

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

4.3.3 Dureza

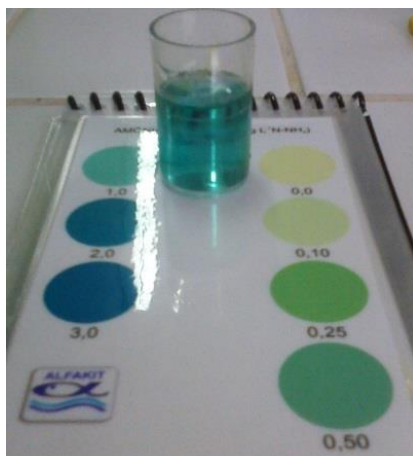
Na análise da dureza total (DT) da água foi medido 50 ml de amostra da água da lagoa com a proveta plástica e transferida para o frasco de boca larga adicionando 1 ml da solução tampão de NH_4^+/NH_3 , para ligar a íons metálicos presentes na amostra estudada evitando assim, interferências durante a titulação. Logo após foi colocado 2 medidas de Negro E.T (negro de eriocromo T), um composto orgânico colorido com coloração vermelha-vinho quando forma com íons metálicos, complexos estáveis, que será complexado com o EDTA, um ácido fraco, até que ocorra a mudança de coloração para a cor azul, e assim anotar o volume gasto (V_g) multiplicando-o por 20, como pode ser visualizado na Equação 4.

$$DT = (mg.L^{-1} CaCO_3) = V_g \times 20 \quad (4)$$

4.3.4 Nitrogênio amoniacal

Na determinação da amônia, as amostras foram transferidas para cubetas pequenas, até o volume de 5 mL. De acordo com o método do indofenol utilizada no "Kit" de potabilidade Alfakit LTDA, adicionou-se 3 gotas do composto fenólico (fenol), de um agente oxidante (hipoclorito) e do catalizador (nitroprussiato de sódio) para acelerar a reação, fechando e agitando a cubeta a cada adição dos referidos reagentes para modificação da cor (Figura 3). De acordo com o "Kit", foi estimado 10 minutos para realizar a comparação visual da cor da cubeta com a cartela de análise colorimétrica.

Figura 3: Comparação da cor para Nitrogênio amoniacal da água com a cartela do “kit” de potabilidade.



Fonte: Arquivo pessoal.

4.3.5 Cor

Nesta análise, foi utilizada a cartela colorimétrica do “Kit” para dar a conhecer a cor real da amostra da água. Transferiu-se 50 ml de amostra para a proveta de vidro retirando o suporte base e a tampa da proveta (Figura 4), posicionando esta sobre as cores contidas na cartela, sempre olhando de cima da amostra para fazer a comparação correta da cor e anotando o valor indicador na cartela colorimétrica.

Figura 4: Análise da cor da água da Lagoa do Portinho.



Fonte: arquivo pessoal.

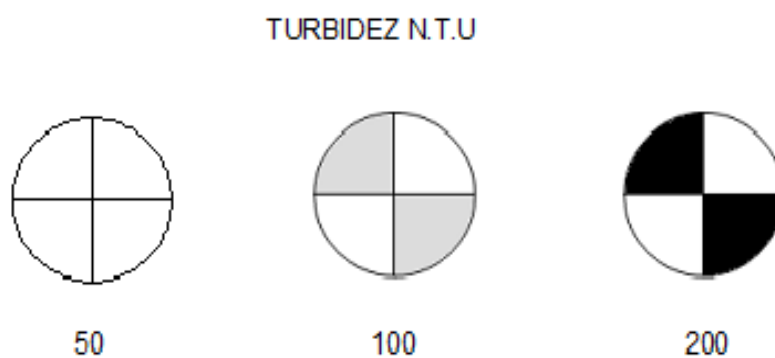
4.3.6 Ferro

Para a determinação de ferro na amostra, utilizou-se o método colorimétrico, que baseia-se na adição de 2 gotas do reagente Tiofer para um volume de 5 ml de água. A amostra em meio alcalino, forma um complexo rosa com intensidade proporcional a concentração de ferro total que deseja obter. A amostra foi agitada, e passado 10 minutos realizou-se a comparação de cores na cartela.

4.3.7 Turbidez

Para a realização da análise de turbidez, a amostra foi colocada em uma cubeta grande até o limite da borda. Ela foi posicionada sobre a cartela de cores, um olhar de cima da amostra para a comparação das cores na cartela colorimétrica como segue a Figura 5.

Figura 5: Análise da turbidez na cartela colorimétrica.



Fonte: Manual do Kit de potabilidade, Alfakit.

4.3.8 Oxigênio Consumido - OC

Transferiu-se da água da lagoa 50 ml para uma proveta de vidro adicionando 1 gota do reagente permanganato de potássio (KMnO_4), em seguida fechando a proveta para agitar e homogeneizar a solução. Acrescentou-se 2 gotas de ácido sulfúrico (H_2SO_4), tampando posteriormente para agitar a solução. Aguardou-se 10 minutos para realizar a leitura da cor

visualizando de cima da amostra junto à cartela colorimétrica, retirando o suporte de plástico da proveta.

4.3.9 Potencial Hidrogeniônico

A amostra foi transferida até a marca da cubeta com 5 ml, adicionando 1 gota do reagente de pH (azul de bromotimol) fechando posteriormente para agitação. Em seguida, abriu-se a cubeta posicionando-a sobre a cartela colorimétrica e fez-se a análise de cor (Figura 6).

Figura 6: Análise do pH da água.



Fonte: Arquivo pessoal.

4.4 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

As amostras de água da referida lagoa foram coletadas durante o dia em duplicata com frascos estéreis. A metodologia utilizada para a determinação de coliformes totais termo tolerantes, Número Mais Provável (NMP) baseado na técnica de tubos múltiplos, contidas no manual prático de análise de água fornecido pela Funasa (2009).

A amostra foi embalada e transportada dentro de um isopor com gelo para preservar a água até o local para a análise. O procedimento de análise microbiológica foi realizado sob condições assépticas e no período de tempo inferior a uma hora para uma melhor confiabilidade dos resultados. A pesquisa

foi realizada no Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal do Piauí – BIOTEC. As amostras foram diluídas em uma solução contendo fosfato de potássio monobásico (KH_2PO_4) e cloreto de magnésio hexahidratado ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$).

4.4.1 Determinação presuntiva do número mais provável (NMP) de coliformes Totais e Fecais

A determinação do NMP de coliformes totais e coliformes fecais contidos nas amostras de água, foi realizado na inoculação em proporções de 1:1, 1:10 e 1:100 consecutivas de tubos em duplicatas, contendo 9 ml 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 negativos foram incubados por um tempo adicional de 24 horas, posteriormente sendo examinados e as reações positivas registradas novamente as 48 ± 3 h. Realizaram-se testes confirmatórios em todos os tubos positivos (gás) e assim foi anotado e determinado o NMP/g.

4.4.2 Contagem padrão em PCA

A partir das amostras frescas, alíquotas de 1 ml 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, para aferir a quantidade de colônias por unidades formadoras de colônias (UFC/g).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para as análises físico-químicas foram realizadas em média de triplicatas para melhor confiabilidade dos resultados. Os limites das substâncias de acordo com o “kit” de potabilidade e os valores obtidos das amostras de água da Lagoa do Portinho durante o período seco e chuvoso podem ser visualizados na Tabela 2.

Tabela 2: Parâmetros físico-químicos para as águas da Lagoa do Portinho.

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS					
Análises	Limites	Período Seco		Período Chuvoso	
		Ponto 1	Ponto 2	Ponto 1	Ponto 2
Alcalinidade (mg.L ⁻¹ CaCO ₃)	...	142	228	122	0
Amônia (mg.L ⁻¹ NH ₃)	1,5	0,8	0,8	0,1	0,1
Cloretos (mg.L ⁻¹ Cl ⁻)	250	>350	>350	>350	>350
Cor (mg.L ⁻¹ Pt/Co)	15	25	25	15	15
Dureza Total (mg.L ⁻¹ CaCO ₃)	500	>600	>600	>600	>600
Ferro (mg.L ⁻¹ Fe)	0,3	0,33	0,25	0,25	0,25
Turbidez (NTU)	5,0	5	5	5	5
Oxigênio Consumido (mg.L ⁻¹ O ₂)	3,0	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
pH (un. pH)	6-9,5	8	8	8	8

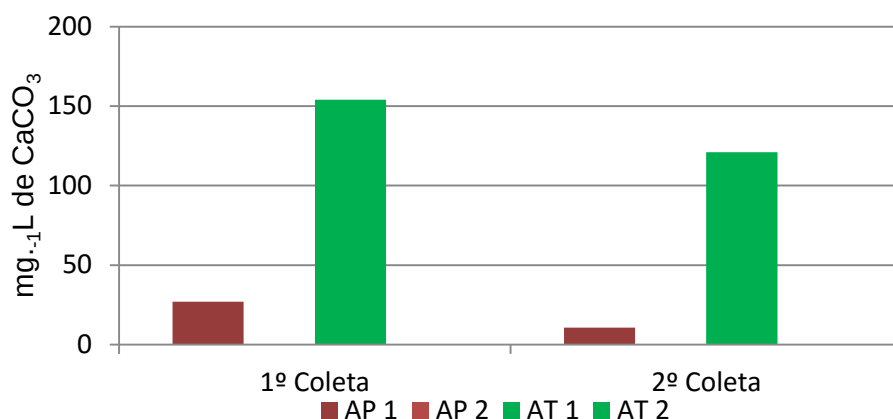
Fonte: Arquivo pessoal.

5.1 ALCALINIDADE

De acordo com o manual da Funasa (2006) a alcalinidade total de um corpo d'água apresenta as concentrações das formas de compostos alcalinos pelo carbonato de cálcio, sendo este o fator que mede a facilidade que a água estudada tem de neutralizar ácidos.

O gráfico 1 exibe os valores das médias obtidos das análises de alcalinidade para as amostras durante o período seco (1ª Coleta) e período chuvoso (2ª Coleta).

Gráfico 1: Valores de Alcalinidade total e parcial o período seco e período chuvoso.



Fonte: Arquivo pessoal

A alcalinidade está relacionada com a presença de hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos. Moraes, 2008 aborda que elevados valores de alcalinidade poderão estar condicionado ao processo de decomposição da matéria orgânica, consequentemente no consumo de O_2 , já que este é um agente oxidante, sendo formado o dióxido de carbono ($CO_{2(g)}$). De acordo com o Gráfico 1, no período seco (1ª coleta) apresentam valores de alcalinidade parcial e total maiores que no período chuvoso (2ª Coleta), isso deve ao fato a diluição das substâncias responsáveis por essa análise pelas água das chuvas.

Na tabela 3 pode ser visualizada a relação dos valores obtidos da alcalinidade parcial (AP) e total (AT) relacionadas às substâncias possivelmente encontradas.

Tabela 3: Relação de AP e AT à substâncias predominantes na titulação.

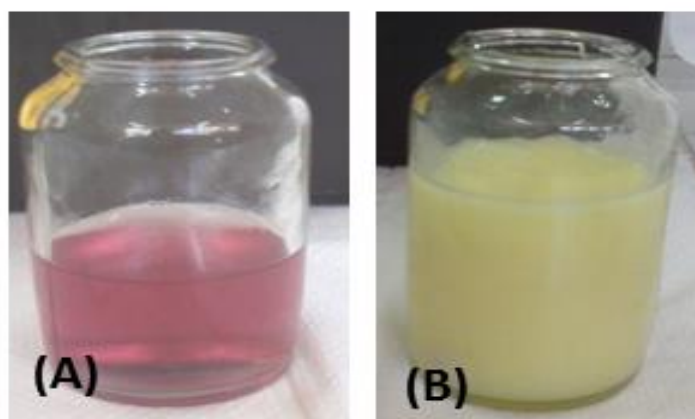
RESULTADO DA TITULAÇÃO	HIDRÓXIDO	CARBONATO	BICARBONATO
AP = 0	0	0	AT
AP < ½ AT	0	2AP	AT-2P
AP = ½ AT	0	2AP	0
AP > ½ AT	2AP-AT	2(AT-AP)	0
AP = AT	AT	0	0

Fonte: Manual de potabilidade, Alfakit.

5.2 DUREZA E CLORETOS

As análises de dureza e cloretos, as amostras de água tanto do período seco e chuvoso, não apresentaram a mudança de cor esperada durante a titulação, como a mudança de rosa para azul, e amarelo para amarelo tijolo, respectivamente, indicando que os valores estão bem acima do limite de detecção do método. A água da lagoa por ser salobra é rica em sais minerais e em outras substâncias, influenciam diretamente na análise desses parâmetros (Figura 7). Em FUNASA (2004) o limite permitido de cloretos dissolvidos em água em mg.L^{-1} de Cl^- é de 250 e dureza 500 c CaCO_3 .

Figura 7: Titulação das análises: **(A)** dureza; **(B)** cloretos.

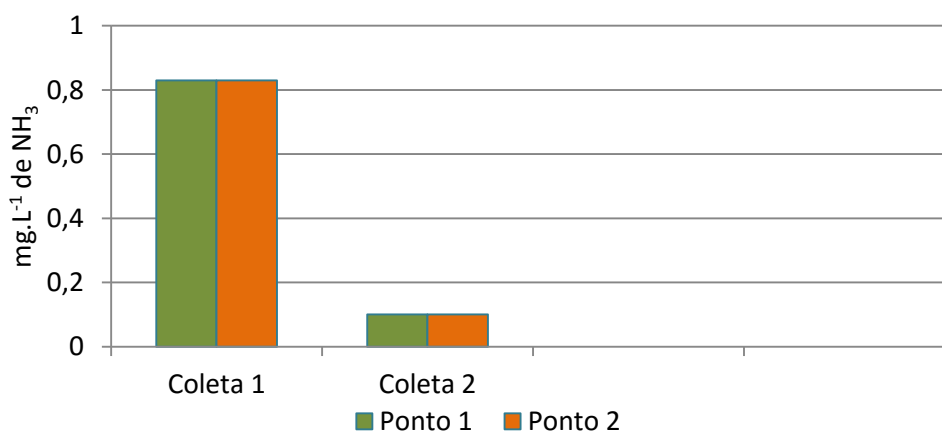


Fonte: Arquivo pessoal.

5.3 NITROGÊNIO AMONIACAL

Na Portaria Nº 518/2004 do Ministério da Saúde, o valor limite de amônia é de $1,5 \text{ mg.L}^{-1}$ de nitrogênio amoniacal. As amostras apresentaram valores dentro do limite de potabilidade, apresentando concentrações diferentes para esta análise colorimétrica de acordo com a paleta de cores do “kit”, verifica-se que há degradação de matéria orgânica. No Gráfico 2 podem ser visualizados a média dos resultados em triplicata de nitrogênio amoniacal, onde o ponto de coleta 1 refere-se ao período seco, e o ponto 2 ao período chuvoso.

Gráfico 2: Valores obtidos para o nitrogênio amoniacal.



Fonte: Arquivo pessoal.

De acordo com Sperling (2005), a determinação predominante do nitrogênio informa o grau de poluição da água estudada. O nitrogênio na conversão da amônia e nitrito implica no consumo de O₂ dissolvido na água, aumentando assim a poluição do meio. De acordo com os valores obtidos da concentração de NH₃ mg.⁻¹L da água mostra que no período chuvoso há uma redução considerável de amônia, já que a água da chuva ao compor o corpo d'água traz consigo gases presentes na atmosfera como o oxigênio, além do mais, uma das características deste composto é sua pronta absorção pelos animais, por servir de nutriente para as plantas e bactérias (CETESB, 2017a).

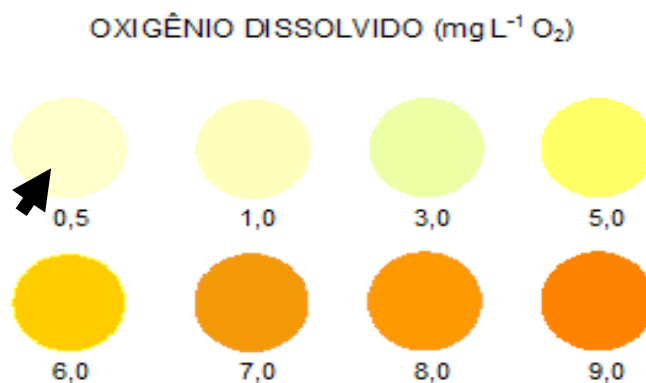
5.4 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO, TURBIDEZ E OXIGÊNIO CONSUMIDO (OC)

O pH, potencial hidrogeniônico dá informação a cerca da concentração de íons hidrogênio em uma amostra, sendo o logaritmo do inverso da concentração de íons H⁺. Para todas as leituras da água estudada o pH manteve-se constante em 8, caracterizando um sistema alcalino. De acordo com Esteves, 1998 a relação das variações do pH em um sistema aquático estar relacionado as comunidades vegetais e animais, pois a medida que as comunidades aquáticas interferem no pH, este também interfere no metabolismo destas.

A turbidez também foi igual para todas as amostras, definida em 15 UNT, estando dentro dos parâmetros da Portaria Nº 518/2004 do Ministério da Saúde. O padrão de potabilidade refere-se apenas a sólidos totais dissolvidos, com um limite de 1000mg/l, tendo em vista que essa parcela demonstra a influência do lançamento de esgotos, além de afetar a qualidade organoléptica da água (BRASIL, 2006).

A taxa de oxigênio consumido foi abaixo do limite de detecção do método, em todas as observações de acordo com a análise colorimétrica, aferindo valor menor que $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$ de O_2 (Figura 8), indicando a presença de matéria orgânica. Esses dados corroboram com os resultados apresentados para o nitrogênio amoniacal, uma vez que a presença dessas espécies são um indicativo de baixa concentração de O_2 , que é consumido na decomposição da matéria orgânica. O oxigênio é essencial para a manutenção de processos de sustentabilidade dos sistemas aquáticos (CETESB, 2017b).

Figura 8: Cartela de cores utilizada na análise colorimétrica de OC.



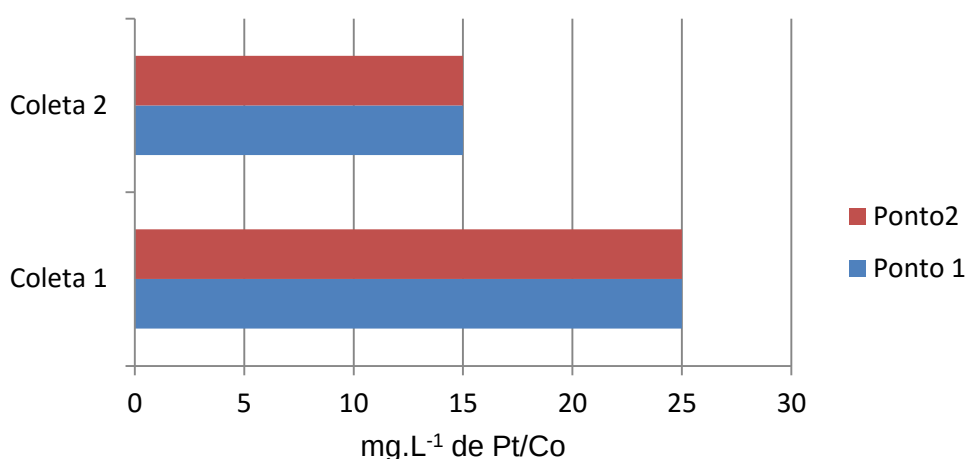
Fonte: Manual de potabilidade, Alfakit.

5.5 COR

Em águas naturais a intensidade de cor varia entre 0 e 200 unidades. Valores acima de 200 referem-se a águas classificadas como de brejo ou pântano, possuindo elevada concentração de matéria orgânica dissolvida. Os valores obtidos nas coletas (Gráfico 3) apresentam uma diminuição de cor em unidades. Essa diminuição se deve às intensidades de chuva apresentada no

período 2, fazendo com que a matéria orgânica, minerais, entre outros, presentes na água, esteja na sua forma mais diluída, consequentemente fazendo que a água apresente uma coloração mais límpida.

Gráfico 3: Análise da cor da água no período seco (coleta1) e período chuvoso (coleta 2).



Fonte: Arquivo pessoal.

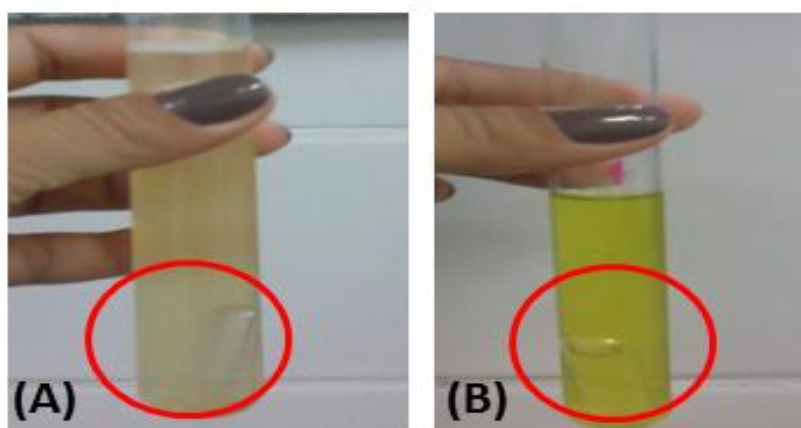
5.6 FERRO

O ferro é encontrado em praticamente todas as águas, porém, quando encontrado em teores superiores a 0,5 ppm, a água tem sua cor, odor e sabor alterados. O teor de ferro está relacionado a um padrão de potabilidade, onde a concentração limite é de 0,3 mg.L⁻¹, segundo a Portaria 36 do Ministério da Saúde. Os valores encontrados para a determinação do ferro da água estudada foi de 0,25 mg.L⁻¹ para todas as amostras, tanto no período seco e chuvoso.

5.7 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

A análise microbiológica das amostras pode ser visualizada na Figura 9. Os tubos considerados positivos tiveram a produção de gás característico do consumo da lactose com formação de ácido e gás, após o período de 24 ou 48 horas. De acordo com Eaton (2005) o grupo de bactérias coliformes possui essa capacidade de fermentar a lactose como fonte de energia.

Figura 9: (A) Tubo contendo CLT (Caldo Lauril Triptose); (B) Tubo indicando a presença de coliformes totais.



Fonte: Arquivo pessoal.

Nas concentrações dos tubos em 10^{-1} ml dos dois pontos tanto no período seco como chuvoso, houve formação de gás, caracterizando um procedimento positivo. Em 10^{-3} ml, que é a menor concentração, nenhum dos tubos apresentou gás (Tabela 4), sendo utilizado 10 tubos para cada concentração de meio de cultura. Para confirmação dos testes foi utilizado o Brilliant Green Bile Broth para coliformes totais e EC Broth para coliformes fecais.

A definição da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de micro-organismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratífóide, desintéria bacilar e cólera (CETESB, 2008).

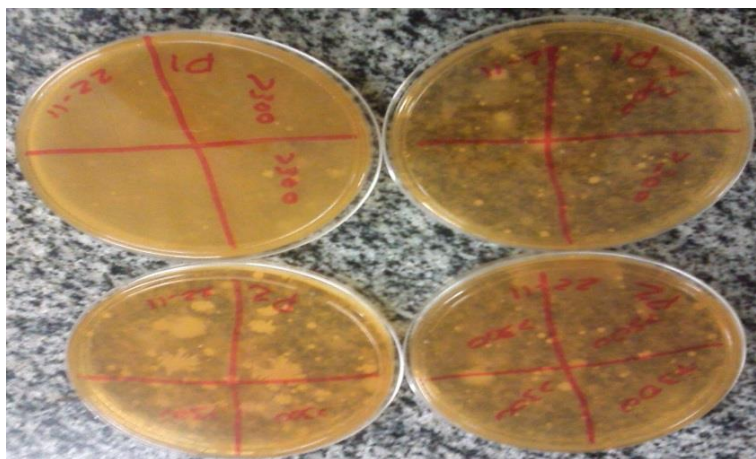
Tabela 4: Análise microbiológica para formação de gás em CLT em tubos falcos.

Pontos	10^{-1} (mL)	10^{-2} (mL)	10^{-3} (mL)
Ponto 1	10	4	0
Ponto 2	10	3	0

Fonte: Arquivo pessoal.

A contagem padrão em placas com o meio *Plate Count Agar* (PCA) para o NMP para 1 ml das amostras dos referidos pontos (Figura 10) foi afirmativo para presença de colônias na água da lagoa com valores maiores a 300 colônias em cada quadrante.

Figura 10: Contagem de colônias em Plate Count Agar (PCA).



Fonte: Arquivo pessoal.

Este valores poderá estar intrinsicamente relacionado a criação de animais de pastos na região, devido aos dejetos liberados por estes no solo onde este recurso hídrico se encontra. A permanência de microrganismos patogênicos no solo, especialmente o grupo dos coliformes, está diretamente relacionada ao tipo e a densidade dos microrganismos nos dejetos, condições físico-químicas do solo, condições atmosféricas, interações biológicas e métodos de aplicação dos dejetos no solo (UNC; GOSS., 2004).

6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos para as análises físico-químicas (amônia, cor, turbidez, ferro, pH) da água da Lagoa do Portinho estão dentro dos limites estabelecidos pela Resolução Conama nº 357. Já as medidas de cloreto e dureza total apresentaram valores superiores aos estabelecidos, já que a água da Lagoa é rica em sais e outras substâncias dissolvidas que acabam influenciando nesses parâmetros.

Foi verificado que há concentração de matéria orgânica na água, pois os valores de O₂ consumido na água foram menores que o limite de detecção do método para todas as observações antes e depois do período chuvoso. Tal fato poderá estar relacionado devido à criação de animais nas áreas próximas à lagoa, o que justifica os resultados microbiológicos positivos.

A Lagoa do Portinho é um dos patrimônios turísticos da cidade de Parnaíba, portanto necessita de sensibilização social para sua conservação e preservação.

7. REFERÊNCIAL

APHA – AWWA- WPCF. **Standart methods for the examination of water and wastewater**. 19th edition. Wasghington D.C. American Public Health Association.1995. p 953.

ARAÚJO. Keline Medeiros. **Lagoa do Portinho em Parnaíba, Piauí, Brasil: Avaliação da infraestrutura e atrativos turísticos**. REVISTA ELETRÔNICA EM GESTÃO, EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA AMBIENTAL – REGET. V. 18 n. 2, mai-ago, 2014. p 769-776.

AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Water Quality for Agriculture.Tradução H.R. Ghety e J. F. de Medeiros, UFPB, Campina Grande-PB.1991. p 217.

BARRETO, N. B.; SILVA, A.A.G.;BOLFE, L.E. **Irrigação e Drenagem na empresa agrícola** - impacto ambiental versus sustentabilidade. Aracaju: EMBRAPA. 2004. p 418.

BARROS, F. M. **Qualidade da água e eutrofização**. Edições UESB. 102 p. 2013.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6ª ed. Viçosa-MG. UFV.1995. p 657.

Biggs J., Williams P., Whitfield M., Nicolet P. e Weatherby, A. **15 anos de avaliação de lagoas na Grã-Bretanha**: resultados e lições aprendidas com o trabalho de conservação da lagoa. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 15: 2005. p 693-714.

BRANCO, S.M. **Hidrobiologia aplicada à Engenharia Sanitária**. 3ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1986.

BRASIL. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. **Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em:
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

BRITO, L. T. L. **Avaliação dos impactos das atividades antrópicas sobre os recurso hídricos da bacia do Salitre- Bahia e classificação das fontes hídricas**. Universidade Federal de Campina Grande, 2003. p 184.

Brito, L. T. L.; Srinivasan, V. S.; Silva, A. de S.; Gheyi, H. R.; Galvão, C. de O.; Hermes, L. **Influência das atividades antrópicas na qualidade das águas da bacia hidrográfica do Rio Salitre**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, n.4, 2005. p 596-602.

Bronsvoort, Koen. **Sedimentation in reservoirs**: Investigating reservoir preservation options and the possibility of implementing water Injection dredging in reservoirs. Delft University of Technology, Holanda, 2013.

BUENO, J.L. H. SASTRE;A.G LAVÍN. **Contaminación e Ingeniería Ambiental**. FICYT, Oviedo, 1997.

CAMARGO, A.F.M. et al. **The influence of the physiography and human activities on the limnological characteristics of the lotic ecosystems of the south coast of São Paulo, Brazil**. Acta Limnol. Brasil,8: 1996. p 231-243.

CARMOUZE, J. P. **O Metabolismo dos ecossistemas aquáticos: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas**. São Paulo - Editora Edgard Blücher – FAPESP. 1994. p 253.

CARVALHO, R.A ; OLIVEIRA, M.C.V. **Princípios básicos de saneamento do meio**. São Paulo.3ªed.:EDITORA SENAC.São Paulo, 2003.

CARVALHO, M.G.R.F. **Estado da Paraíba**: Classificação geomorfológica. UFPB. Ed. Univers. João Pessoa, 1982.

CARVALHO, Newton O. **Hidrossedimentologia prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.

CEBALLOS, B.S. O. **Determinação de coliformes fecais E. coli pelo método do substrato definidos**: alguns inconvenientes. Atualidades técnicas REVISTA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. V.3. nº1:jan.-fev. nº 2 abr-jun.,1998.p 9-10.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo . **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo** - Apêndice A - Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. 2008. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/publicacoes.asp>>. Acesso em: 10 abr. 2017.

CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). **Amônia**. 2015. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/fit/amonia.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2017a.

CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). **Águas superficiais - Variáveis de qualidade das águas**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/34-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-das-%C3%81guas#oxigenio>>. Acesso em: 10 abr. 2017b.

CHEN, J.S. et al.. **Geographical tendency of geochemical characteristics and binding capacity of suspended matter from the five main rivers of east china for heavy metals**. In:VERNET,J.P., ed. Heavy metals in the environment.Elsevier. 1991. p 125-135.

CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes

ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 18 mar. 2005.

CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente). Resolução nº 396, de 03 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 07 abr. 2008.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n. 20**, de 18 de junho de 1986 (D.O.U. de 30.07.86). Decreto nº 88.351 de 1º de junho de 1983.

CONEZA, V. F. **Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental**. Madrid, España: Mundi-Prensa. 1997. p 412.

CREA-RJ. **Perfil Ambiental da Lagoa do Portinho - PI**. CREA-PI. Teresina 2000.

DANTAS, T. N. P. **Avaliação da qualidade das águas da bacia hidrográfica do Rio Pirangi/RN**. Monografia (Curso de Tecnologia em Controle Ambiental) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, Natal. 2008.

SILVA, Sebastião A. **Avaliação do assoreamento do lago Bonsucesso, Jataí - GO**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

DIAS, L.E.; ÁLVAREZ, V.H.V.. **Fertilidade do solo**. Viçosa-MG. UFV. 1996. p 204.

DIAS, R.. **Tietê: Um Rio Começa a Renascer**”, BIO – Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente, n. 18, 2001. p. 44-48.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. 2. Ed. São Paulo: RiMa, 2 v. 2005. p 1565.

EATON, Andrew et al. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater** . AWWA, 2005.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. p 226 .

FEACHEM, R.G.; BRADLEY, D.J.; GARELICK, H.; MARA D.D.(1983). **Sanitation and disease**: Health aspects of excreta and wastewater management. New York. John Wiley & Sons. 1983. p 501.

FERREIRA, L. M. & IDE, C. N. **Avaliação comparativa da sensibilidade do IQA- NSF, IAQSmith e IQA-Horton, aplicados ao rio Miranda, MS**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21º, 200, João Pessoa. Anais ABES, 2005.

FERRIER, R. C., EDWARDS, A. C., HIRST, D., et al. **Water Quality of Scottish Rivers: Spatial and Temporal Trends**, The Science of the Total Environment, v. 265, 2001. p 327-342.

FETTER, K.C. Avaliação da qualidade micribiológica das águas superficiais e subterrâneas do município de São Miguel do Oeste. (Relatório de Pesquisa, Faculdade de Ciências Biológicas)-Universidade do Oeste de Santa Catarina, São Miguel do Oeste, 2004.

FOSTER, S. **Determinação do risco de contaminação das águas subterrâneas**: um método baseado em dados existentes. São Paulo: Instituto Geológico, 1993.

FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. **Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro**: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. Caderno de Saúde Pública, v. 17, n. 3, 2001.p 651-660.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; NETO, A. C.; HINDI, E. C. A Influência das Atividades Mineradoras na Alteração do pH e da Alcalinidade em Águas Fluviais: o exemplo do rio Capivari, região do carste paranaense. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 3, 2009. p 381-390.

FUNASA, Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**, Brasília, 2004. Disponível em: <
http://www.funasa.gov.br/site/wpcontent/files_mf/eng_analAgua.pdf>. Acesso em: jan., 2017.

GASTALDINI, M. C. C.; SEFFRIN, G. F. F.; PAZ, M. F. Diagnóstico atual e previsão futura da qualidade das águas do rio Ibicuí utilizando o modelo QUAL2E. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 4, 2002. P 129-138.

GOULART, M. D.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, v. 2, n. 1, 2003.

GRASSI, Marco Tadeu. **As águas do Planeta Terra**; Química Nova na Escola, ed. Especial, 2001.

GUEDES, H. A. S.; SILVA, D. D.; ELESBON, A. A. A.; RIBEIRO, C. B. M.; MATOS, A. T.; SOARES, J. H. P. **Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pomba, MG**. REVISTA BRASILEIRA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL, v. 16, n. 5, p. 558-563, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012000500012>.

LANNA, A.E. **Gerenciamento de bacia hidrográfica**: Aspectos conceituais e metodológicos. Brasília. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos recursos Naturais Renováveis, 1995.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas: Átomo, 2005.

LOPES, Rita de cássia M. da S.; BECHTLUFFT, Marcelo de Paiva. **Caracterização físico-química e microbiológica da água da Lagoa da Itaúna siderúrgica Ltda, do município de Itaúna – MG**. REVISTA DIGITAL FAPAM, Pará de Minas, v.2, n.2, nov. 2010. p 181-199.

MACEDO, J. A. B. **Águas & águas**. São Paulo: Varela, 2001.p.1.000.

MAIER, M.H. **Ecologia da bacia do Rio Jacaré-Pepira (47° 55' - 48° 55' W; 22° 30' - 21° 55' S - Brasil)**. Qualidade da água do Rio Principal. *Ciência & Cultura*, 39 (2): 1987. p 164-185.

MENDIGUCHÍA, C.; MORENO, C.; GALINDO-RIANO, M. D.; GARCÍA-VARGAS, M. MEZINE, Wesley Andersen et. All. **Avaliação de métodos de redução de sondagens batimétricas ao nível d'água instantâneo para monitoramento de assoreamento**: estudo de caso do reservatório da usina hidrelétrica Mauá. *Ciênc. Geod.* V.22, n. 4. Curitiba, oct./dec. 2016.

MEYBECK M. **The Global Change of continental aquatic systems**: dominant impacts of human activities. *Water Sci. Technol.* 2004.

MORGADO, A.F. Apostila de águas naturais, Junho de 1999.

OGERA, R.C. **Remoção de nitrogênio no esgoto sanitário pelo processo de lodo ativado por batelada**. UNICAMP. Campinas. São Paulo. 1995.

OKURA, M. H.; SIQUEIRA, K. B. **Enumeração de coliformes totais e coliformes termotolerantes em água de abastecimento e de minas**. REVISTA HIGIENE ALIMENTAR, São Paulo, v. 19, n. 135, set. 2005. p. 86-91.

PALMA-SILVA, G. M.; TAUKE-TORNISIELO, S. M.; PIÃO, A. C. Capacidade de Autodepuração de um trecho do rio Corumbataí, SP, Brasil. **Holos Environmental**, v. 7, n. 2, 2007. p 139-152.

PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. F.; PEREIRA, C. M. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água** (Documentos, 232), dezembro, 2011. p 69.

PHILIPPI, A.JR; ROMERO M. A.; BRUNA, G.C. **Curso de gestão ambiental**. Barueri, SP: Manole, 2004.

Portaria nº. 518 de 25 de março de 2004. Dispõe sobre os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. (Série Legislação de Saúde).

SAWYER, C.N.; McCARTY, P.L.; PARKIN, G. F.. **Chemidtry for envitonmentalvengineering**. 4º ed. New York.McGraw-Hill Book Company. 1994. p 658.

SILVA, N.; NETO, R. C.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Contagem de heterotróficos**. In: Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Água. 1. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2005. p 27-40.

SILVA, R. C. A.; ARAUJO, T. M. **Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA)**. CIÊNCIA & SAÚDE COLETIVA, Rio de Janeiro, v. 8, n. 4, 2003. p 1019-1028.

SIQUEIRA, L. F. S.; NETO, J. J. G.; ROJAS, M. O. A. **Determinação de ferro (I) em água do mar pelo sistema Fe (I)/ KSCN via espectrometria do UV-Vis**: uma alternativa prática e de baixo custo. Eclética Quím. Vol. 20, No. 2, 2002.

SIQUEIRA, J.D.P.; LISBOA, R.S.; FERREIRA, A.M.; SOUZA, M.F.R.; ARAÚJO, E.; LISBÃO JÚNIOR, L. & SIQUEIRA, M.M. **Estudo ambiental para os programas de fomanto florestal da Aracruz Celulose S.A. e extensão florestal do Governo do Estado do Espírito Santo**. Floresta, Edição Especial, 3-67, 2004.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução á qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2005.

STUDART, T.; CAMPOS, N.**Gestão das Águas**. Princípios e práticas. 2 ed. Porto Alegre.ABRH, 2001.

TAKINO, M.; MAIER, M. H.; STEMPNIEWISKI, H. L. **Características físicas e químicas da água em ambientes de altitude elevada – Campos do Jordão**. Boletim do Instituto de Pesca. v.11, n. único. 1984. p.1-12.

TOKIO, M.; ASSUNPÇÃO, R. M. V. **Manual de soluções reagentes & solventes**. São Paulo: Edgard Blucher, 2001.

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia**: ciência e aplicação, 2º ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS : ABRH. 2001. p 1001.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. 3.ed. Porto Alegre: ABRH, 2004. p 943.

Twenhofel, William H. **Principles of Sedimentation**. New York: McGraw Hill Book Company, 1939.

UNC, A.; GOSS, M. Transport of bacteria from manure and protection of water resources. Applied Soil Ecology, v. 25, 2004. p 1-18.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ – UFPA. **Indicadores de pH**. Pará: UFPA, 2009. Disponível em: <www.ufpa.br/quimicanalitica/sindicador.htm>. Acesso em: 12 mar. 2017.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; UFMG, 1996.

VON SPERLING, M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. Belo Horizonte (MG): Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA/UFMG), v. 1, 3ª Ed, 2005. p 452.

VON SPERLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte (MG): Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA/UFMG), v.7, 1ª Ed., 2007. p 588.

VOLPI, E. M. Geodésia aplicada ao georreferenciamento. 2007. 54 f. Especialização (Pós-Graduação em Geoprocessamento para Gestão Urbana e Cadastramento Rural). Fundação Paulista de Tecnologia e Educação, Centro Universitário de Lins, Lins, 2007.