

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

MARCELO DOS SANTOS DA SILVA

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DAS ÁGUAS DO RIO
IGARAÇU NO MUNICÍPIO DE PARNAÍBA-PI**

PARNAÍBA-PI

MAIO /2017

MARCELO DOS SANTOS DA SILVA

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DAS ÁGUAS DO RIO
IGARAÇU NO MUNICÍPIO DE PARNAÍBA-PI**

Monografia apresentada ao curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí-IFPI, Campus Parnaíba, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciatura em Química.

Orientador (a): Dr^a. Márcia V. Silva Lima

PARNAÍBA-PI
MAIO/2017

MARCELO DOS SANTOS DA SILVA

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DAS ÁGUAS DO RIO
IGARAÇU NO MUNICÍPIO DE PARNAÍBA-PI**

Monografia apresentada ao curso de
Licenciatura em Química do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI),
como parte dos requisitos para obtenção do
título de Licenciatura em Química.

Aprovada em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA:

Prof. (a). Dra. Márcia Valéria Silva Lima (Orientadora)

Departamento de Química

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí

Prof. (a). Dr. Haroldo Luis Sousa Neres

Departamento de Química

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí

Prof. (a). Esp. Simone Silva Cruz Sousa

Departamento de Química

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí.

Dedico este trabalho:

À Deus pela oportunidade de estar concluindo esse curso

À minha mãe Luzimar da Paixão dos Santos por acreditar e lutar para que seus filhos conquistem o nível superior.

“Escutai, e inclinai os ouvidos; não vos ensoberbeçais; porque o Senhor falou: Dai glória ao Senhor vosso Deus, antes que venha a escuridão e antes que tropecem vossos pés nos montes tenebrosos.”
(JEREMIAS, CAP.12, VER. 15; 16).

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter superado as adversidades e esta concluindo este curso.

Agradeço a minha mãe Luzimar da Paixão dos Santos pela determinação, apoio financeiro, ao longo do período escolar que propiciou está concluindo esse curso.

A minha família pela ótima convivência e apoio para superar os obstáculos da vida.

Prof. (a). Dra. Márcia pela orientação nesse trabalho.

Agradeço o professor Fernando, nas suas aulas eu desenvolvi o gosto pela Química, à vontade de dominar o conhecimento químico.

Agradeço a Alyne por orientações microbiológicas.

Agradeço a professora Rita pela contribuição no desenvolvimento de vários trabalhos pedagógicos inerentes dessa Licenciatura.

Agradeço a professora Edsolange por me incentivar a cursar química e os demais professores do Cursinho popular Evandro Lins e Silva turma 2011 pela dedicação para que os alunos fossem aprovados nos vestibulares.

À técnica do laboratório do IFPI Isabel que me deu assistência quando precisei.

Ao BIOTEC (UFPI) pela parceria com o IFPI que proporciona aos discentes realizar pesquisas.

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

Co- Cobalto

CONAMA - Conselho Nacional do meio Ambiente

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

EDTA- Etilenodiaminotetra-acético

ETAs- Estação de Tratamento de Água

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde

PCA - Plate Count Agar

MC- MacConkey

mL - Mililitros

MS - Ministério da Saúde

NTU- Unidades Nefelométricas

OPAS- Organização Pan-americana de Saúde

ONU - Organização das nações unidas

pH- Potencial Hidrogeniônico

SS - ÁGAR SALMONELLA-SHIGELLA

Pt- Platina

Vg- Volume Gasto

VMP- Valor máximo Permitido

UFC- Unidades Formadoras de Colônia

uT-Unidade de Turbidez

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição de água no planeta (GRASSI, 2001).....	18
Figura 2: Pontos de coleta.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Principais causadas pela água contaminada.....	24
Tabela 2: Evolução das síndromes clínicas na shigelose.....	26
Tabela 3: Posição geográfica dos pontos de coleta para análise microbiológica e análise físico-química.....	35
Tabela 4: Métodos de determinação dos parâmetros físico-químicos.....	36
Tabela 5: Valores obtidos nas análises dos parâmetros físico-químicos.....	41
Tabela 6: Resultados para análise microbiológica no período seco.....	49
Tabela 7: Resultados para análise microbiológica no período chuvoso.....	50

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Resultado obtidos de Alcalinidade.....	42
Gráfico 2: Resultado para análise de Amônia.....	43
Gráfico 3: Resultado da análise de Cloreto.....	44
Gráfico 4: Resultado da análise de Cor.....	45
Gráfico 5: Resultado da análise de Dureza.....	46
Gráfico 6: Resultado obtido para análise de Ferro, igual nos três pontos.....	47
Gráfico 7: Resultado da análise de Turbidez.....	48
Gráfico 8: Resultado para análise de pH.....	49

RESUMO

A água é um dos recursos naturais mais importantes para a manutenção da vida. Mesmo esse recurso sendo essencial à vida, ela não é cuidada e preservada de forma correta. O presente trabalho visou avaliar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos das águas do Rio Igaraçu localizado no município de Parnaíba-PI. O Rio apresenta uma grande importância socioeconômica para a população, e mesmo com essa grande relevância, observa-se durante o trajeto pelo município, que são lançados nas águas significativa carga de poluentes domésticos e industriais. As águas do Rio Igaraçu foram caracterizadas a partir dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos no período de setembro de 2015 e fevereiro de 2016. A Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece os limites para os parâmetros físico-químicos como: pH, alcalinidade, dureza, turbidez, cor, ferro, amônia, cloretos, e microbiológicos como: *Escherichia coli* ou Coliformes termotolerantes. 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 Spread plate. Os resultados obtidos para análises físico-químicas estão dentro dos padrões de aceitação para consumo humano segundo a Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde. A medida microbiológica indicou a presença de microrganismos, os resultados encontrados não estão dentro dos padrões estabelecidos. A água analisada possui parâmetros dentro dos limites estabelecidos, mas, no entanto são importantes a política de educação ambiental do Rio Igaraçu, uma vez que o mesmo é muito importante para a população da região norte do Piauí.

Palavras-chave: água, rio Igaraçu, análise físico-química, caracterização microbiológica.

ABSTRACT

The Water is one of the most important natural resources for the maintenance of life. Even if this resource is essential to life, it is not cared for and preserved in the right way. The present work aimed to evaluate the physical-chemical and microbiological parameters of the waters of the Igaraçu River located in the municipality of Parnaíba-PI. Rio has a great socioeconomic importance for the population, and even with this great relevance, it is observed during the trip by the municipality that a water significant load of domestic and industrial pollutants are released. The waters of the Igaraçu River were characterized by physico-chemical and microbiological parameters In the period from September 2015 to February 2016. Ordinance Nº 518/2004 of the Ministry of Health establishes limits for physical and chemical parameters such as: pH, alkalinity, hardness, turbidity, Color, Iron, ammonia, chlorides, and Microbiological as: *Escherichia coli* or Coliformes Term tolerant. The physico-chemical parameters were obtained from colorimetric techniques, using a potability kit for the determination of the analyzes. The microbiological analyzes were obtained through the Spread plate method. The results obtained for physicochemical analyzes are within the acceptance standards for human consumption according to Ministry of Health Ordinance Nº 518/2004. The microbiological measures indicated the presence of microorganisms, the results found don't within the established standards. The water analyzed has parameters within the established limits, but the environmental education policy of Rio Igaraçu is important, since it is very important for the population of the northern region of Piauí.

Keywords: water, Igaraçu river, physical-chemical analyzis, microbiological characterization.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1 QUALIDADES DA ÁGUA.....	18
2.2 PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS.....	21
I) GRUPO DOS COLIFORMES	21
II) SALMONELLA s. p..	21
III) SHIGELLA s. p.p.....	22
2.2.1 Potabilidade da água e doenças.....	22
2.2.2 Doenças diarreicas.....	25
2.2.2.1 Hepatite A.....	25
2.2.2.2 Cólera.....	25
2.2.2.3 Shigelose (Disenteria bacilar)	26
2.2.2.4 Diarreias causadas por <i>Escherichia Coli</i>	27
2.3 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA.....	28
2.3.1. Alcalinidade.....	28
2.3.2 Cloretos.....	29
2.3.3 Cor.....	29
2.3.4 Dureza.....	30
2.3.5 Ferro.....	30
2.3.6 Nitrogênio.....	31
2.3.7 Turbidez.....	31
2.3.8 Potencial Hidrogeniônico (pH)	32
3. OBJETIVOS.....	33
3.1 GERAL.....	33
3.2 ESPECÍFICOS.....	33
4 METODOLOGIA.....	34
4.1. LOCAL DA PESQUISA.....	34

4.2. COLETA E TRANSPORTE DAS AMOSTRAS.....	34
4.3 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.....	36
4.3.1. Alcalinidade.....	36
4.3.2 Amônia.....	37
4.3.3 Cloretos.....	37
4.3.4 Cor.....	38
4.3.5 Dureza.....	38
4.3.6 Ferro.....	39
4.3.7 Turbidez.....	39
4.3.8 pH.....	39
4.4 PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS.....	40
4.4.1 Preparação dos meios de cultura.....	40
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
5.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA.....	41
5.1.1 Alcalinidade.....	41
5.1.2 Amônia.....	42
5.1.3 Cloretos.....	43
5.1.4 Cor.....	44
5.1.5 Dureza.....	45
5.1.6 Ferro.....	46
5.1.7 Turbidez.....	47
5.1.8 Potencial hidrôneniônico-pH.....	48
5.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	49
6. CONCLUSÃO.....	52
7. REFERÊNCIAS.....	53

1.INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos mais importantes do planeta terra, uma vez que a manutenção da vida sem água seria impossível. De toda a água que existente no Planeta, somente 3% corresponde à água doce, onde 2/3 estão armazenados nas geleiras e calotas polares, e apenas cerca de 1%, está disponível na forma líquida para consumo (GRASSI, 2001).

Ao longo dos anos as ações antrópicas, que são alterações causadas pelo homem na natureza, vêm contribuindo para a poluição dos recursos hídricos. Segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005), toda a água destinada ao consumo humano deve obedecer a um padrão de potabilidade e estar sujeita à vigilância de qualidade.

A importância da análise da água por meio da utilização dos parâmetros físico-químicos reside no fato de que o consumo da água sem o devido controle físico-químico pode afetar a saúde das pessoas. Nesse aspecto, estes parâmetros podem determinar o grau de contaminação das águas, além de caracterizar a sua origem e natureza (PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011). A portaria Nº 518/2004 do Ministério da saúde aborda os parâmetros físico-químicos que são utilizados na avaliação da qualidade da água, e cita-se também a margem de valores que esses parâmetros devem apresentar. Segundo essa resolução a qualidade da água pode ser avaliada através de caracterizações físico-químicas, tais como; pH, cor, turbidez, teor de ferro e de cloreto, etc, e também por análises de parâmetros microbiológicos.

O Brasil apresenta 12% da água doce do mundo, mas mesmo com esse arsenal em recursos hídricos, é relevante buscar formas racionais e inteligentes de preservação da água. Infelizmente a população está longe dessa realidade, já que um dos principais problemas ambientais é a poluição dos rios (REBOUÇAS, 1999).

A Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo, a CETESB, define poluição como:

Qualquer substância que possa tornar o meio ambiente impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem estar público, danoso aos materiais, à fauna, à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade. (GRASSI, 2001, p.33).

No Brasil existem várias comunidades ribeirinhas que dependem da água dos rios para a sua sobrevivência, desde a pesca, cultivo e para as necessidades diárias

(alimentação e higiene). Uma característica dessas comunidades é a utilização da água direto do rio, sem nenhum tratamento prévio, daí a importância da conscientização ambiental para evitar a poluição desses corpos d'água.

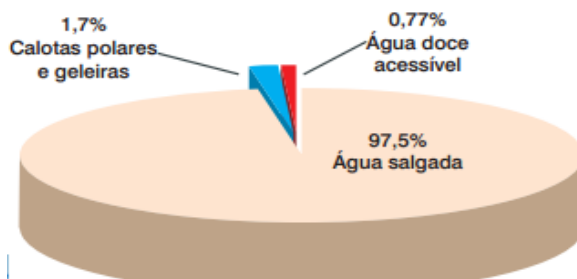
O presente trabalho possibilita avaliar a qualidade da água do Rio Igaraçu, através das determinações físico-químicas e microbiológicas, no município de Parnaíba, na região litorânea do estado do Piauí. Mesmo esse rio sendo de grande importância para a população, é escasso os registros sobre estudos e pesquisas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 QUALIDADES DA ÁGUA

A água é a substância mais abundante no planeta terra. Trata-se de um agente biológico indispensável para a vida no planeta, além de ser imprescindível para a agricultura, indústria e para a economia. Nos seres vivos, a água constitui 70% ou mais do peso da maioria das formas de vida. O planeta Terra possui $\frac{3}{4}$ da superfície coberta por água, destes, 97,5% são salgadas e apenas 2,5 % é doce, como apresentado na figura 1 (GRASSI, 2001, p. 2). “No entanto, do percentual total da água doce existente, a maior parte encontra-se sob a forma de gelo nas calotas polares e geleiras, e a parte líquida, são representadas pelas fontes subterrâneas e superficiais”. As fontes superficiais que compõem os rios e lagos são as principais formas de abastecimento, onde correspondem a aproximadamente 0,3% desse percentual” (SEZERINO; BENTO, 2005, p. 2).

Figura 1: Distribuição de água no planeta (GRASSI, 2001).



Fonte: Grassi, 2001.

A maior parte de água doce existente no planeta dificilmente será consumida pela população, uma vez que o acesso a essas reservas não é tecnologicamente viável, em virtude das dificuldades de captação e distribuição. Em conformidade com a Organização das Nações Unidas (ONU), embora mais de 70% do planeta é constituído de água, somente cerca de 3% desta, se encontra disponível para o aproveitamento humano (ONU, 2006).

O Brasil pode ser considerado um país privilegiado, pois desses 2,5% de água existente no mundo, 11,6% estão em ambiente brasileiro. Apesar dessas vantagens, como em todo o mundo, a distribuição dessa água ocorre de maneira irregular. A região sudeste, a qual contém cerca de 40% da população, detém cerca de 6% da água, enquanto que a Região Norte, com apenas 6,98% da população,

está com a maior parte da água brasileira, com 68,50% de toda a água disponível (PHILIPPI, 2005; MARTINS, 1995).

A água é um recurso necessário para a existência humana. Sua escassez pode trazer graves consequências ambientais, sociais, econômicas para a população, podendo, inclusive, ocorrer casos de óbitos, como em vários países do continente africano (PHILIPPI, 2005; MARTINS, 1995).

Aspectos como o aumento populacional, a crescente utilização da água para a produção de alimentos (agricultura), e o aumento das atividades industriais, estão cada vez mais contribuindo para que os recursos hídricos estejam diminuindo. Dessa forma, o uso racional da água em todas as instâncias das atividades do homem, torna-se indispensável para que todos possam se beneficiar deste bem natural.

Porém, não apenas a falta de água pode representar esses malefícios para o homem. Sua contaminação também se constitui numa forma de mortandade entre as pessoas que consomem água sem o devido tratamento.

De acordo com a Portaria do Ministério da Saúde (2914/2011), a água potável é a aquela que pode ser consumida por pessoas e animais sem riscos de adquirir doenças por contaminação.

Autoridades mundiais, como a ONU (2006), debatem sobre os assuntos referentes à falta dos recursos hídricos no planeta, onde no Brasil, existe a constante preocupação acerca da ingestão de água contaminada pela população, pois se trata de um direito de cada cidadão ter água potável. Nesse aspecto, a Organização Pan-americana de Saúde revela que “[...] todas as pessoas, em quaisquer estágios de desenvolvimento e condições socioeconômicas têm o direito de ter acesso a um suprimento adequado de água potável e seguro” (OPAS, 2001).

No entanto, grande parte da água consumida pela população brasileira não apresenta condições de salubridade necessárias para o consumo humano. Tais circunstâncias ocorrem em populações que vivem em locais que não existe saneamento básico, onde as pessoas convivem com os mais variados agentes poluidores.

Muitos desses agentes são gerados durante as atividades do homem, onde esses resíduos em contato com o meio ambiente proporcionam uma gama considerável de poluição, os quais são prejudiciais a todos os seres vivos. Esses poluentes, dependendo da sua quantidade lançada no meio ambiente, podem definir

o menor ou maior índice de poluição (BRAGA, 2002). De acordo com Passos (2009), todo esse processo de contaminação pode gerar diversos problemas sociais como, Impactos sobre a qualidade de vida da população, além da “veiculação de doenças; prejuízos aos usos da água; agravamento dos problemas de escassez da água; elevação do custo do tratamento da água; desequilíbrios ecológicos e degradação da paisagem” (PASSOS, 2009, p. 45).

Como se pode perceber, são em grande número os impactos ambientais causados pela poluição do meio ambiente. Dentre os agentes contaminadores mais comuns podem ser destacados os metais (mercúrio), a radioatividade, poluentes orgânicos refratários como é o caso dos detergentes sintéticos, defensivos agrícolas, petróleo e os poluentes orgânicos biodegradáveis (BRAGA, 2002). Na concepção de Sezerino e Bento (2005), sobre os principais processos de poluição:

Os principais processos poluidores são a contaminação, que é a introdução na água de substâncias ou microrganismos nocivos à saúde e às espécies da vida aquática (ex.: patogênicos e metais pesados); o assoreamento, que significa os acúmulos de substâncias minerais (areia, argila) ou orgânicas (lodo) no fundo de um corpo d'água, provocando a redução de sua profundidade e de seu volume útil; a eutrofização, que é a fertilização excessiva da água por recebimento de nutrientes (nitrogênio, fósforo), causando o crescimento descontrolado de algas e plantas aquáticas; e a acidificação, que está relacionada à redução do pH, como decorrência da chuva ácida (chuva com elevada concentração de íons H^+ , pela presença de substâncias químicas como o dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio, amônia e dióxido de carbono), que contribui para a degradação da vegetação e da vida aquática (SEZERINO; BENTO, 2005, p. 2).

Com isso, é possível o entendimento de que as diversas formas de poluição das águas em todo o planeta têm como principais agentes poluidores os dejetos produzidos pelo homem, no que se refere à produção de produtos que propiciam a sua subsistência. O crescimento desordenado de algas presentes nos mananciais é o resultado dos detritos jogados nas águas, causando, dessa forma a eutrofização por conta de substâncias prejudiciais ao equilíbrio aos ecossistemas em vários biomas na terra.

2.2 PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS

Existem diversos micro-organismos patogênicos presentes nos recursos hídricos, tais como, os coliformes fecais, bactérias mesófilas, *salmonella*, entre outros. Onde esses organismos acabam sendo indicadores da qualidade biológica da água, sendo esta responsável pela transmissão de um grande número de doenças, principalmente em áreas onde o saneamento básico é precário, (LUCAS, 2016).

I) GRUPO DOS COLIFORMES

Coliformes totais são bacilos Gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formam esporos, oxidase-negativos, capazes de se desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com formação de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ no período de 24-48 horas. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo (FUNASA, 2013).

Coliformes termotolerantes trata-se de um subgrupo de bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas; tem como principal representante a *Escherichia coli* de origem exclusivamente fecal, (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2004).

Escherichia coli - bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidrolisa a ureia sendo considerado o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos, (FUNASA, 2013).

II) *SALMONELLA* sp.

Pertence à família das Enterobacteriaceae, são Gram-negativos geralmente imóveis, formam ácidos a parti da glicose, são oxidase negativas, uréase negativos. (LÁZARO et al s.d).

As *Salmonellas* sp, morrem a uma temperatura de 55°C/1 hora ou 60° C / 15 a 20 minutos e são destruídas sob pasteurização 71°C /15 segundos ou 63°C/ 30 minutos. Não resistem ao cozimento se a temperatura interna do alimento atingir 74° C. O pH ideal para a multiplicação exponencial situa-se entre 6,5 e 7,5 e abaixo de 4,5 são destruídas (SILVA, 1999).

As salmonelas são habitantes comuns do trato intestinal de vários animais, principalmente aves domésticas e bovinas. Em condições sanitárias precárias, elas podem contaminar alimentos e a água (TORTORA; FUNKE; CASE, 2005).

III) *SHIGELLA* sp.

As *Shigella* são espécies anaeróbias facultativas, não têm mobilidade, são oxidase negativas, não hidrolisam ureia, resistem ao pH estomacal e não fermentam a lactose. As espécies *Shigella* são altamente infecciosas, necessitando de 10 a 100 organismos para causar uma infecção (Patrick et al, 2007).

A bactéria do género *Shigella* é um bacilo Gram-negativo da família Enterobacteriaceae que são identificadas por quatro espécies e mais de 40 serotipos. É um dos agentes de Gastroenterite Aguda (GEA) em todo o mundo, particularmente nos países em desenvolvimento, (FERREIRA et al, 2003).

O género *Shigella* é subdividido em 4 subgrupos com múltiplos serótipos: A - *S. dysenteriae*, 12 ou 15 serótipos; B - *S. flexneri*, 6 serótipos, C - *S. boydii*, 18 ou 20 serótipos; D - *S. sonnei*, 1 serótipo, (Patrick et al, 2007).

2.2.1 Potabilidade da água e doenças

A água tratada, de boa qualidade, livre de bactérias e de agentes patológicos é sinônimo de saúde para a população. Essas características definem se ela é potável ou não para o consumo das pessoas. De acordo com o art. 4º, da Portaria 518, de 5 de março de 2004, emitida pelo Ministério da Saúde, água potável é a “[...] água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde” (BRASIL, 2005).

A potabilidade da água passa necessariamente por uma série de fatores, onde envolve a análise e o tratamento da mesma, visando à descontaminação e,

consequentemente a disponibilização para o consumo humano, sem agentes patológicos que possam gerar doenças infecciosas nas pessoas. Sobre esse aspecto, Bischoff (2006) relata que a importância do controle e da análise da qualidade da água é fundamental a fim de que se eliminem os riscos de potencial contaminação da população.

Entre os patógenos disseminados em fontes de água, os entéricos são os mais frequentemente encontrados. “Como consequência, fontes de contaminação fecal em água devido à atividade humana devem ser estritamente controladas” (BISCHOFF, 2006, p. 2).

São em grande número as doenças que acometem pessoas em virtude da água contaminada, causada por diversos agentes poluentes. A ausência da água ou a sua contaminação pode causar a redução de espaços destinados à vida na terra, acarretando a perda de produtividade em todos os aspectos sociais (DOWBOR; TAGNIN, 2005). Em conformidade com Azevedo e Botelho (1995, p. 14) “pessoas com doenças causadas, direta ou indiretamente, pela água de má qualidade e por falta de saneamento ocupam 80% dos leitos hospitalares, nos países em desenvolvimento”. Dessa forma é relevante realizar o monitoramento da qualidade da água.

Existem na água contaminada inúmeros agentes causadores de doenças que ao serem ingeridos trazem graves consequências para a saúde humana. Diversos agentes patológicos como: bactérias, micróbios, parasitas, dentre outros, são comumente encontrados em águas contaminadas, impróprias para o consumo. Nesse sentido, tem-se o posicionamento de Sezerino e Bento (2005) quando afirmam que são inúmeras as doenças de veiculação hídrica causadas por vírus, bactérias, fungos, protozoários e animais microscópicos (vermes). Os autores ainda reiteram que nesse sentido, os países desenvolvidos apresentam indicadores de saúde que demonstram o controle dessas doenças por ações de saúde pública e saneamento. Porém nos países em desenvolvimento ainda persistem índices que evidenciam a baixa qualidade de infraestrutura sanitária (SEZERINO; BENTO, 2005, p. 2).

Na Tabela 1 constam informações advindas do Manual Prático de Análise de Água, lançado pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) em 2006, onde abordam os principais agentes causadores de doenças em virtude da água contaminada, bem como suas respectivas patologias.

Tabela 1: Doenças causadas pela água contaminada.

Doenças	Agentes patogênicos
Origem bacteriana	
Febre tifoide e paratifoide	<i>Salmonella typhi</i>
Disenteria bacilar	<i>Salmonella parathyphi A e B</i> <i>Shigella sp</i>
Cólera	<i>Vibrio cholerae</i>
Gastroenterites agudas e Diarreias	<i>Escherichia coli enterotóxica</i> <i>Campylobacter</i> <i>Yersinia enterocolítica</i> <i>Salmonella sp</i> <i>Shigella sp</i>
Origem viral	
Hepatite A e E	Vírus da hepatite A e E
Poliomielite	Vírus da poliomielite
Gastroenterites agudas e crônicas	Vírus Norwalk Rotavirus Enterovirus Adenovirus
Origem parasitária	
Disenteria amebiana	Entamoeba histolytica
Gastroenterites	Giárdia lâmblia Cryptosporidium

Fonte: OPAS apud FUNASA, 2013.

Dessa forma, é possível o entendimento de que o saneamento básico é de vital importância para as pessoas, principalmente para aqueles que vivem em áreas de risco de contaminação causado pela utilização de água contaminada. Muitas doenças infecciosas oriundas de agentes patológicos existentes na água contaminada são responsáveis por epidemias e, conseqüentemente, por uma gama considerável de óbitos em populações em todo o mundo. Em consonância com Alievi e Pinese (2010, p.4), “doenças não-contagiosas também podem ser contraídas destas formas, excetuando-se os casos de transmissão por vetores”. Os autores ainda complementam que:

As doenças infecciosas causadas diretamente pela água que podem ser provocadas pela ingestão de água contaminada com urina ou fezes, humanas ou animais, contendo bactérias ou vírus patogênicos, incluem: cólera, febre tifoide, amebíase, leptospirose, giardiase, hepatite

infecciosa e diarreias agudas. Doenças causadas pela falta de limpeza e de higiene com água, provocadas por má higiene pessoal ou contato de água contaminada na pele ou nos olhos, incluem: escabiose (sarna), pediculose (piolho), tracoma (causa cegueira), conjuntivite bacteriana aguda, salmonelose, enterobíase, ancilostomíase (amarelão), ascaridíase (lombriga), (ALIEVI; PINESE, 2010, p. 4).

Como é possível perceber, são em grande número as doenças que acometem as pessoas em virtude do contato com a água contaminada. Essa realidade está associada às más condições de higiene de populações que não contam com o abastecimento de água tratada, além de conviverem em locais onde não existe saneamento básico adequado.

2.2.2 Doenças diarreicas

2.2.2.1 Hepatite A

Ocasionada pelo contato de pessoas contaminadas com fezes humanas, a hepatite A é uma doença infecciosa, transmitida por meio de vírus encontrados em alimentos preparados por pessoas portadoras da doença, pela ingestão de água contaminada por coliformes fecais contaminados com o vírus, principalmente nos locais onde o saneamento básico é precário ou não existe, tais como: praias, rios, lagos que recebem esgotos. A portadora do vírus inicialmente desenvolve um quadro diarreico, seguida da falta de apetite. Ocorrem também náuseas, vômitos dor muscular fraqueza corporal, febre e dor de cabeça. Depois de algum tempo, as principais características da hepatite A aparecem como pele e olhos amarelados (PINHEIRO, 2016).

2.2.2.2 Cólera

Também infecciosa, a cólera é uma doença causada por uma bactéria denominada *Vibrio cholerae*. Assim como a hepatite A, a cólera provoca uma série de sintomas como a diarreia aquosa severa, onde ocorre um grave quadro de desidratação acelerada. A cólera pode ser transmitida pelo contato com fezes contaminadas e por meio de água e alimentos contaminados. A bactéria ao se instalar no organismo da pessoa aloja-se nos intestinos, produzindo uma toxina que

acomete as células intestinais ocorrendo, dessa forma, o quadro de diarreia (PINHEIRO, 2016).

2.2.2.3 Shigelose (Disenteria bacilar)

As bactérias do gênero *Shigella* são uma causa comum de disenteria em todo o mundo. O ácido estomacal não destrói facilmente essas bactérias, a ingestão de um pequeno número delas causam infecções. No intestino grosso, as bactérias causam inflamação e são excretadas nas fezes. Como resultado, a infecção se espalha facilmente de pessoa a pessoa quando as mãos estão sujas; através do sexo oral-anal; pessoas que lidam com alimentos contaminados e que não lavam as mãos com sabão após o uso do vaso sanitário; água contaminada com excrementos humanos e o consumo de água inadequadamente tratada com cloro (LEVISON, 2017). Abaixo o quadro com os sintomas shigelose.

Tabela 2 - Evolução das síndromes clínicas na shigelose.

Doenças	Tempo de aparecimento a partir do início da doença	Sintomas e sinais	Patologia
Pódromo	Primeiros	Febre, calafrios, mialgias, anorexia, náuseas e vômitos	Nenhuma ou colite precoce
Diarreia inespecífica	0 – 3 dias	Cólicas, fezes pastosas, diarreia aquosa	Colite do reto e sigmoide com ulceração superficial, leucócitos fecais
Disenteria	1 – 8 dias	Evacuação frequente de sangue e muco, tenesmo, prolapso retal, dor à palpação abdominal.	Colite estendendo-se eventualmente até o cólon proximal, abscessos de cripta, inflamação na lâmina própria

Tabela 2 - Evolução das síndromes clínicas na shigelose (Continuação).

Complicações	3-10 dias	Desidratação, convulsões, septicemia, reação leucemóide, síndrome hemolíticourêmica, obstrução intestinal, peritonite	Colite grave, ileíte terminal, endotoxemia, coagulação intravascular, megacólon tóxico, perfuração colônica
Síndromes pós-disentéricas	1 -3 semanas	Artrite, síndrome de Reiter	Inflamação reativa no haplótipo HLA-B27

Fonte: Ministério da Saúde (2010).

2.2.2.4 Diarreias causadas por *Escherichia coli*

A *E. coli* enterotoxigênica: é capaz de se fixar à mucosa do intestino e produzir toxinas, que resultam em uma diarreia aquosa, chamada de diarreia do viajante. Febre baixa, cólicas abdominais, náuseas e fadiga são outros sintomas, que podem durar de três a dezenove dias, (ALVES, 2012).

EIEC– *E.coli* Enteroinvasiva: causa quadro semelhante à de uma cepa com uma virulência parecida com a bactéria *Shigella*. O quadro clínico desta infecção é de profusa diarreia, geralmente com sangue, intensa dor abdominal e febre alta (PINHEIRO, 2016).

E. coli enteropatogénica: associada à diarreia de recém-nascidos. Causa lesões nas microvilosidades intestinais, levando a uma diarreia aquosa e dificulta a absorção de nutrientes. Outros sintomas são febre, dores abdominais, vômito e náuseas (ALVES, 2012).

. *E. coli* Enterohemorrágica (EHEC) é uma cepa que também se comporta de modo semelhante à bactéria *Shigella*, sendo capaz de produzir uma toxina altamente agressiva que leva à colite hemorrágica. O quadro da *E.coli* Enterohemorrágica é também de diarreia sanguinolenta e intensa dor abdominal, porém, com um fator agravante: esta cepa de *E. coli* pode levar a um quadro de síndrome hemolítica urêmica, uma complicação grave que cursa com anemia e queda das plaquetas por destruição maciça das mesmas, além de

insuficiência renal aguda que em muitos casos requer a realização de hemodiálise (PINHEIRO, 2016).

2.3 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA

Pode-se normalmente vislumbrar as principais características físicas da água, por meio da sua cor, turbidez, odor, sabor, temperatura e condutividade elétrica. Esses importantes fatores determinam se a água encontra-se ou não própria para a utilização e, principalmente a mesma se encontra em estado de potabilidade. (LARSEN, 2010).

Os parâmetros físico-químicos da água estão associados a diversos fatores que contribuem diretamente na qualidade da água destinada ao consumo humano. É por meio de métodos analíticos que se pode mensurar a presença de substâncias dissolvidas na água. (EMPBAPA, 2011). A seguir têm-se os parâmetros físico-químicos da água, os quais foram analisados nesta pesquisa.

2.3.1 Alcalinidade

A alcalinidade é a capacidade que a água possui de neutralizar os ácidos. Tal fator pode estar associado à presença de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos, além de outros íons como fosfatos e silicatos (VON SPERLING, 1996).

Os compostos responsáveis pela alcalinidade total são sais que contêm carbonatos (CO_3^-), hidróxidos (OH^-) e, secundariamente, aos íons hidróxidos, como cálcio e magnésio, silicatos, boratos, fosfatos e amônia (BRASIL, 2011). 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 (FUNASA, 2009). Em águas naturais as medidas de PH e alcalinidade tem grande importância para a produtividade biológica, pois condicionam os demais processos físico-químicos em um corpo d' água (BRASIL, 2011).

Nos sistemas de abastecimento 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) para o tratamento da água. Quando a alcalinidade é muito elevada, procede-

se ao contrário, acidificando-se ácido a água até que se obtenha um teor de alcalinidade suficiente para reagir com o sulfato de alumínio ou outro produto utilizado no tratamento da água (FUNASA, 2009).

2.3.2 Cloretos

Geralmente os cloretos estão presentes em águas brutas e tratadas em concentrações que podem variar de pequenos traços até centenas de mg/L (CRUZ; CLAIN, 2010, p. 30). Concentrações altas de cloretos podem restringir o uso da água em razão do sabor que conferem e pelo efeito laxativo que podem provocar (BRASIL, 2009).

Os cloretos estão presentes em todas as águas naturais, em concentrações variáveis. Estes são extremamente solúveis em água. Os cloretos podem ser de cálcio, magnésio, sódio, ferro e outros (CRUZ; CLAIN, 2010).

A portaria nº 518/2004, do Ministério da Saúde, estabelece o teor de 250 mg/L como o valor máximo permitido para água potável. Os métodos convencionais de tratamento de água não removem cloretos. A sua remoção pode ser feita por desmineralização (deionização) ou evaporação (BRASIL, 2009).

2.3.3 Cor

A presença de matéria orgânica, proveniente de matéria vegetal em decomposição é quase sempre responsável pelo desenvolvimento de cor em água. A maioria das águas de superfície apresenta cor, enquanto que as subterrâneas são isentas. (VERNER; LUIZ, 2010, p. 12).

Quando se observa a cor da água de um manancial, pode-se estar diante da “cor aparente” da mesma, isto é, a água com a presença de substâncias e de materiais sólidos em suspensão que vão influenciar também na turbidez (ZUMACH, 2003).

A cor da água é proveniente da matéria orgânica como, por exemplo, substâncias húmicas, taninos e também por metais como o ferro e o manganês e resíduos industriais fortemente coloridos. A cor em sistemas públicos de abastecimento de água é esteticamente indesejável, visto que água de cor elevada provoca rejeição por parte do consumidor, por tanto sua medida é de fundamental

importância. Para cor o valor máximo permitido de 15 (quinze) uH como padrão de aceitação para consumo humano (BRASIL, 2009).

2.3.4 Dureza

A dureza de uma água é proporcional à presença de sais de cálcio e magnésio. A dureza pode ser temporária quanto à presença de bicarbonatos de cálcio e magnésio ou permanente quando originada por cloretos, sulfatos e nitratos de cálcio e magnésio (BRASIL, 2009).

A utilização de água com elevado grau de dureza (água dura) pode estar relacionada com a incidência de algumas doenças como eczema atópico (PENA, 2007).

A presença de alguns metais como ferro, alumínio, zinco e manganês podem contribuir para o aparecimento da dureza da água, podendo ser tóxicos em altas concentrações (LAGGER, 2000).

“A portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece para dureza o teor de 500 mg/L em termos de CaCO_3 como o valor máximo permitido para água potável” (BRASIL, 2009, p. 46).

2.3.5 Ferro

O ferro, não é considerado um tóxico, mas traz diversos problemas para o abastecimento público de água. Confere cor e sabor à água, provocando manchas, em roupas e utensílios sanitários. Também provoca o desenvolvimento de depósitos em canalizações e de ferro-bactérias, provocando a contaminação biológica da água na própria rede de distribuição (CETESB, 2009).

Apesar de o organismo humano necessitar de até 9 mg de ferro por dia, os padrões de potabilidade exigem que uma água de abastecimento público não ultrapasse os 0,30 mg/L (ppm). Este limite é estabelecido em função de problemas estéticos relacionados à presença do ferro na água e do sabor ruim que o ferro lhe confere (CRISTINA, 2010).

2.3.6 Nitrogênio

Em nenhum ciclo biogeoquímico os microrganismos têm maior participação do que no ciclo do nitrogênio. Neste ciclo, podem-se encontrar representantes de praticamente todos os grupos fisiológicos (autotróficos, heterotróficos, aeróbios, anaeróbicos, etc.), que tomam parte em quatro processos básicos: amonificação, nitrificação, desnitrificação e amonificação do nitrato (ESTEVES, 1998).

A decomposição de animais vegetais e, principalmente, as transformações oriundas dos compostos orgânicos presentes nos esgotos, formam o nitrogênio amoniacal nas formas gasosas (NH_3) ou do íon amônio (NH_4^+). Nas águas no processo de oxidação biológica a amônia é oxidada a nitrato (NO_2^-) por bactérias *Nitrossomonas* e posteriormente a nitrito (NO_3^-) por bactérias *Nitrobacter* (PIVELI, s.d.).

2.3.7 Turbidez

A turbidez das águas ocorre quando existe um grande número de partículas em suspensão, as quais impossibilitam a penetração da luz solar. Nesse sentido, “a turbidez é uma expressão da propriedade óptica que faz com que a luz seja espalhada e absorvida e não transmitida em linha reta através da amostra” (BRASIL, 2011, p. 16). De acordo com a FUNASA:

Pode ser provocada também pela presença de algas, plâncton, matéria orgânica e muitas outras substâncias como o zinco, ferro manganês e areia, resultantes do processo natural de erosão ou de despejos domésticos e industriais (BRASIL, 2009, p. 58).

Turbidez excessiva reduz a penetração da luz na água e com isso reduz a fotossíntese dos organismos do fitoplâncton, algas e vegetação submersa (FENANDES, 2011). Considerando a Resolução nº 357 do CONAMA (2005), o valor padrão para qualidade da água é de 40 UNT - Unidade Nefelométrica de Turbidez e 5 uT (unidade de turbidez) para o VMP da portaria 518/2004 do MS.

2.3.8 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico (pH) é o cologarítimo da concentração de íons hidrogênio em uma amostra, expresso em mol/L. (BRASIL, 2011, p. 246). O pH é um "importante parâmetro que, juntamente com outros, pode fornecer indícios do grau de poluição, metabolismo de comunidades ou ainda impactos em um ecossistema aquático" (ZUIN; IORIATTI; MATHEU, 2009, p. 4).

O termo pH (potencial hidrogeniônico) é uma grandeza que varia de 0 a 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. O pH é uma das ferramentas mais importantes e frequentes utilizadas na análise da água. A influência direta do pH nos ecossistemas aquáticos é exercida por seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. O efeito indireto também ocorre, pois determinadas condições de pH podem contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados (PIVELI; KATO, 2005).

Praticamente todas as fases do tratamento da água e de efluentes, processos de neutralização, precipitação, coagulação, desinfecção e controle de corrosão dependem do valor do pH, que é utilizado nas determinações de alcalinidade e do CO_2 e também do equilíbrio ácido-base. As águas naturais, frequentemente, possuem pH na faixa de 4 a 9, e a maioria é ligeiramente básica, devido à presença de bicarbonatos e carbonatos dos metais alcalinos e alcalinos ferrosos (CLESCERI *et al*, 1999).

A portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde recomenda que o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 no sistema de distribuição (BRASIL, 2009). O valor do pH deve ser observado principalmente nas águas de abastecimento devido: a sua influência no processo de tratamento e no processo de corrosão das estruturas das instalações hidráulicas. Em águas de abastecimento. As alterações de pH podem ocorrer devido a fatores naturais, como fotossíntese ou absorção de gases da atmosfera, ou fatores causados pelo homem, como lançamento de esgotos (CASTRO, 2009).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

- Realizar a análise físico-química e microbiológica das águas do rio Igaraçu no município de Parnaíba-PI.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Pesquisar e definir pontos de coleta da água do rio Igaraçu.
- Coletar e armazenar amostras de água.
- Analisar os parâmetros físico-químicos da água para comparar com os parâmetros da portaria Nº 518/2004 do Ministério da saúde.
- Realizar a análise microbiológica da água no período seco e chuvoso e comparar com os parâmetros padrões vigentes.

4. METODOLOGIA

4.1. LOCAL DA PESQUISA

O rio Igaraçu (afluente do rio Parnaíba) está localizado nos municípios de Parnaíba e Luís Correia no litoral do estado do Piauí. Possui uma extensão de 20 km até a foz no oceano Atlântico, onde tem como efluente o Rio Portinho, que se localiza na cidade de Luís Correia. Este rio apresenta uma grande importância socioeconômica para a população dos municípios. Mesmo com essa grande relevância observa-se durante o trajeto pelo município de Parnaíba, que são lançados significativos carga de poluentes domésticos e industriais (ARAÚJO, 2007).

4.2. COLETA E TRANSPORTE DAS AMOSTRAS

As amostras de água foram coletadas em três pontos, estes foram definidos devido a importância da localização dos mesmos para a comunidade ribeirinha.

Figura 2: Pontos de coleta.

Ponto de Coleta 1



Ponto de Coleta 2



Ponto de Coleta 3



Fonte: arquivo pessoal (2016).

As amostras para caracterização físico-química e microbiológica foram coletadas pela manhã em frascos esterilizados em setembro de 2015 (período seco) e fevereiro de 2016 (período chuvoso). A Tabela 3 expõem as posições geográficas dos pontos de coleta.

Tabela 3: Posição geográfica dos pontos de coleta para análise microbiológica e análise físico-química.

Pontos de coleta	Latitude	Longitude
Ponto 1	-2910029	-41788586
Ponto 2	-2931716	-41796636
Ponto 3	-2903952	-41786481

Fonte: Google Maps, 2015.

Os tubos utilizados para armazenamento das amostras foram abertos apenas nos locais de coleta e fechados após as coletas. Em seguida foram acondicionados em uma caixa térmica com gelo e transportados para o laboratório de microbiologia da Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro Reis Veloso, para análise dos parâmetros microbiológicos, e para o laboratório 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” que permite a avaliação da qualidade da água segundo os parâmetros estabelecidos pelos Ministérios da Saúde e do Meio Ambiente (OLIVEIRA, 2015), onde todas as medidas foram realizadas em duplicata. Nas análises físico-químicas foram analisados os parâmetros: alcalinidade total, amônia, cloretos, dureza, ferro, turbidez, cor e pH.

Para a análise microbiológica da água, foram realizados testes em meios de cultura que indicam a presença de coliformes totais e/ou fecais e bactéria heterotróficas. Para avaliar a qualidade microbiológica e química da água foram usados os métodos de referência indicados na legislação em vigor.

4.3 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Os métodos utilizados para a determinação dos parâmetros físico-químicos estão listados na tabela 4.

Tabela 4: Métodos de determinação dos parâmetros físico-químicos

Análise	Método	Referencia
Alcalinidade	métodos potenciométricos e titulométrico.	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater; 21ªed. 2005,
Amônia	Método do Indofenol.	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater; 21ªed. 2005.
Cloreto	Método Argentimétrico.	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater; 21ªed. 2005,
Cor	Método do Cloroplatinato de Potássio.	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater; 21ªed. 2005,
Dureza	Método titulométrico do EDTA – Na.	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater; 21ªed. 2005,
Turbidez	Determinações de turbidez LQ:0,1 NTU	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.
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 pg 141.

Fonte: ALFAKIT, 2004.

4.3.1. Alcalinidade

O método de determinação utilizada na indicação da Alcalinidade ocorreu por meio da titulação, onde os íons alcalinos presentes na amostra resultantes da dissociação ou hidrólise de solutos reagem com a adição de um ácido padrão. A

alcalinidade, tal qual a acidez, depende do valor do ponto final de pH fixado. (GARCEZ, 2004).

Mediu-se 50 mL da amostra com proveta plástica e transferiu para o frasco de boca larga, em seguida adicionou 3 gotas de fenolftaleína e agitou em movimentos circulares, a amostra permaneceu incolor anotou o volume gasto 0 (zero) de AP (alcalinidade parcial). Posteriormente adicionou-se gotas do indicador misto e agitou até a mudança de cor azul para salmão, para a determinação da alcalinidade total, anotou o volume gasto como AT (Alcalinidade Total). A partir das equações abaixo, foram obtidos os valores de alcalinidade parcial e total:

$$\text{Alcalinidade Parcial: AP (mg.L}^{-1}\text{ CaCO}_3\text{) = Vg x 20} \quad (1)$$

$$\text{Alcalinidade Total: AT (mg.L}^{-1}\text{ CaCO}_3\text{) = Vg x 20} \quad (2)$$

4.3.2 Amônia

O método do Indofenol é um dos métodos utilizados na determinação de amônia (nitrogênio amoniacal). Esse método consiste na produção de indofenol, um composto azul, obtido a partir da reação do íon amônio com um composto fenólico, na presença de agente oxidante e de um catalisador (SILVA et al, 2006).

Transferiu-se a amostra para um frasco, onde em seguida adicionou-se 3 gotas do composto fenólico (fenol), de um agente oxidante (hipoclorito) e do catalizador (nitroprussiato de sódio). Aguardou-se um tempo de 10 minutos, e posicionou o frasco sobre a cartela de comparação visual das análises colorimétricas, para fazer a comparação de cor.

4.3.3 Cloretos

A reação entre o AgNO_3 e o K_2CrO_4 forma o precipitado: Ag_2CrO_4 (cromato de prata), e a reação entre o AgNO_3 e o íon Cl^- resulta num precipitado branco, AgCl (cloreto de prata); porém, o produto de solubilidade do cloreto de prata é maior que a do cromato de prata, logo, esse irá ter preferência na reação, de tal forma que apenas quando todos íons cloretos tiverem reagidos e sido “retirados” da solução por meio de precipitação, é que, a menor quantidade de Nitrato de prata promoverá

o aparecimento do precipitado do cromato de prata, indicando o ponto final da reação (GARCEZ, 2004).

Para a caracterização de cloretos, mediu-se 50 ml da amostra de água e transferiu-se para um frasco de boca larga, onde adicionou 1 mL de cromato de potássio e agitou-se em movimentos circulares. A amostra mudou de coloração, passando para a cor amarela, em seguida titulou a amostra com nitrato de prata, ocorrendo a mudança de coloração de amarela para amarelo tijolo. O volume gasto (Vg) na titulação foi anotado. A seguinte fórmula foi utilizada para obter o resultado:

$$\text{Cl}^- (\text{mg.L}^{-1}\text{Cl}^-) = 35 \times \text{Vg} \quad (4)$$

4.3.4 Cor

A cor das águas pode ser obtida pela comparação visual com uma solução padrão de cloroplatinato de potássio (K_2PtCl_6) em cloreto de cobalto (CoCl_2) num disco de diferentes tonalidades dessa solução (APHA, 2006).

O método utilizado para análise desse parâmetro foi o de comparação visual que fornece o conhecimento simples da presença de cor da água. Transferiu-se 50 mL da amostra para proveta, posicionou sobre a cartela de comparação visual das análises colorimétricas, presente no kit analítico, onde foi feita a comparação de cor.

4.3.5 Dureza

Para determinação da dureza, foi utilizada uma solução do quelante Etilenodiaminotetracético (EDTA). Este forma complexo, quando em contato com metais como íons cálcio e magnésio, que na presença de pequena quantidade do indicador Negro de Eriocromo T numa faixa de pH de 10 $\pm$ 0,1, a amostra fica com uma cor rósea. Adicionando EDTA, os íons cálcio e magnésio são, por ele, complexados, a solução apresenta uma coloração azul, indicando o ponto final da titulação (GARCEZ, 2004).

No procedimento para determinar a dureza foi medido 50 mL da amostra na proveta, e posteriormente transferiu-se esse volume para frasco de boca larga, onde foi adicionado 1 mL de solução tampão de $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ e agitou-se. Em seguida

adicionou-se o indicador negro de Eriocromo T e agitou. A amostra posteriormente foi titulada com EDTA, até o aparecimento da cor azul. Anotou o volume gasto (Vg) na titulação com o EDTA, onde utilizou-se a Equação 3 para a determinação desse parâmetro:

$$\text{DT (mg.L}^{-1}\text{ CaCO}_3\text{)} = \text{Vg} \times 20 \quad (3)$$

4.3.6 Ferro

No método para determinação de ferro, foi utilizado o ácido tioglicólico em meio básico. Nessa reação, forma-se um complexo de coloração salmão com intensidade de cor proporcional a concentração de ferro total na amostra.

Para a determinação de ferro, transferiu-se a amostra para a cubeta até a marca de 5 mL, logo após adicionou-se 2 gotas do reagente tioeter, fechou-se e agitou, depois aguardou por 10 minutos. Posteriormente posicionou-se a cubeta sobre a cartela de análise colorimétrica, para uma comparação visual.

4.3.7 Turbidez

O método nefelométrico utilizado para determinar a turbidez é secundário e indireto. Baseia-se na determinação da luz dispersa pela amostra num ângulo de 90° em relação a direção da luz incidente, comparada com a intensidade de luz dispersa por uma suspensão padrão (BRAISL; ANA, 2011).

Na análise para determinar a turbidez da água, adicionou-se a amostra na cubeta grande até a borda, posicionou-a sobre a cartela de comparação visual das análises colorimétricas, para visualiza, as cores olhando por cima da cubeta.

4.3.8 pH

Segundo Oliveira, os íons hidrogeniônicos presentes na amostra são resultantes da dissociação ou hidrólise, onde os mesmos podem reagir com uma base (OLIVEIRA, pag.34, 2015).

Para a análise de pH, transferiu-se a amostra de água para uma cubeta pequena e adicionou-se à mesma 1 gota de reagente de pH (azul de bromotimol) fechou-se e agitou-se. Posteriormente utilizou-se a cartela de cores, para uma comparação colorimétrica e a partir desta análise, determinou-se o valor do pH.

4.4 PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS

4.4.1 Preparação dos meios de cultura

Pesou-se 14,1g de PCA (Plate Count Agar) desidratado que foi dissolvido em 600 mL de água milli-Q em um erlenmeyer.

Pesou-se 37,8 g de Ágar SS (Salmonella-Shigella) desidratado, que foi dissolvido em 600 mL de água milli-Q num erlenmeyer. Posteriormente pesou-se 30,9g de Ágar MacConkey desidratado, onde foi dissolvido em 600 mL de água milli-Q, para determinar coliformes totais.

Pesou 5,55 g de BHI (bactotm brain heart infusion) desidratado, dissolveu em 600 mL de água milli-Q num erlenmeyer para a nutrição das bactérias.

As soluções contidas nos erlenmeyers foram autoclavadas a 121°C e a 1 atm de pressão (excetuando a de SS agar que foi aquecida na chapa até a completa dissolução) com 3 tubos falcons, placas de petri e alças de Drigalsky, durante 15 minutos. Em seguida foram colocados na estufa para retirar a umidade superficial e na sequência foram levados para a Cabine de Segurança nível 2 (fluxo).

Foi realizada uma assepsia na superfície externa dos tubos falcons com álcool (70%), em seguida as amostras de água foram homogeneizadas com posterior retirada uma alíquota de 1 mL, em triplicata foi adicionado nos meios de cultura. Seguindo o método “Spread plate” ou “espalhamento em placas” foram feitas as análises microbiológicas. Para tanto retirou uma alíquota de 1 mL da amostra, a qual foi adicionada à 9 mL de BHI (diluição 10^{-1}) e o mesmo procedimento foi repetido para diluição 10^{-2} . De cada diluição foram pipetados 100 μ L para semeio em Ágar PCA, Ágar SS e Ágar MacConkey homogeneizando em movimentos circulares moderados em forma de (∞). Os testes foram realizados em triplicata. As placas foram incubadas na posição invertida na estufa bacteriológica a 37 °C/24h.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO:

5.1 ANALISES FÍSICO-QUÍMICAS

Para avaliar a qualidade da água do rio Igaraçu, os resultados das análises físico-químicas foram comparados com o valor máximo permitido (VMP) da Portaria Nº. 518 de 25 de março 2004, do MS, os quais podem ser visualizados na Tabela 5. Os resultados das caracterizações físico-químicas do rio Igaraçu foram discutidos em tópicos, conforme será visto adiante.

Tabela 5: Valores obtidos nas análises dos parâmetros físico-químicos.

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS				
	VMP*	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
Alcalinidade (mg/L de CaCO ₃)	**	260	275	275
Amônia (mg/L de NH ₃)	1,5	0,1	0,1	0,1
Cloretos (mg/L de Cl ⁻)	250	245	245	245
Cor (mg/L Pt/ Co)	15	3,0	3,0	3,0
Dureza Total (mg/L de CaCO ₃)	500	150	130	130
Ferro	0,3	0,25	0,25	0,25
Turbidez (uT)	5,0	5,0	5,0	5,0
pH	6,0 à 9,5	7,0	7,0	7,0

Fonte: Acervo pessoal, 2015.

*Valores estabelecidos pela Portaria nº 518/2004- Ministério da Saúde

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

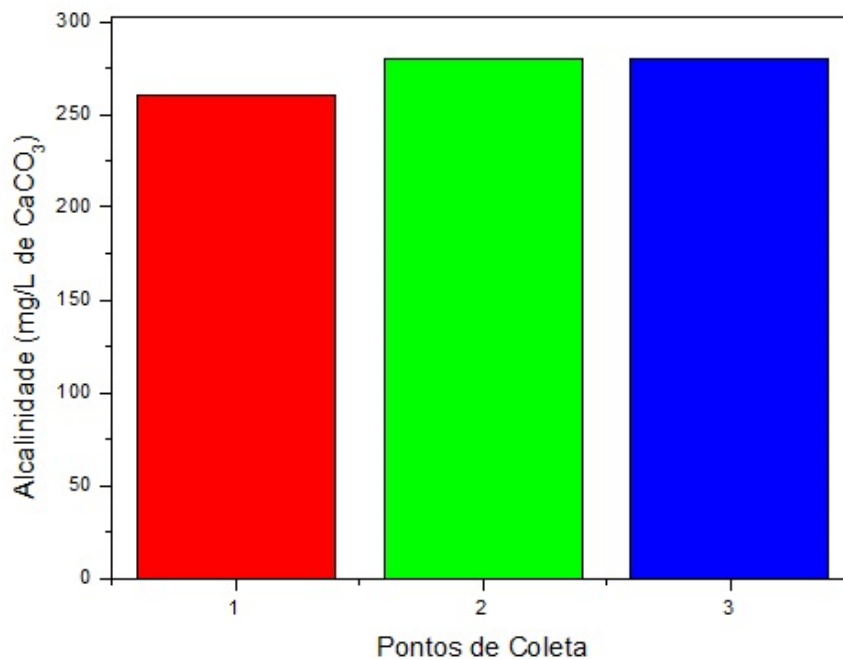
5.1.1 Alcalinidade total

A alcalinidade total é um parâmetro que a Portaria Nº 518/2004 do Ministério da Saúde não estabelece um limite a ser atingido devido não apresentar um risco à saúde pública. No entanto, a medida da alcalinidade é imprescindível durante o processo de tratamento de água, pois é em função de sua concentração que se estabelece a dosagem dos produtos químicos utilizados (BRASIL, FUNASA, 2013).

Os valores obtidos para alcalinidade referentes aos três pontos de coleta de água do rio estão expostos no Gráfico 1.

De acordo com Bittencourt (2016) valores altos de alcalinidade podem estar ligados a processos de decomposição da matéria orgânica e à presença de micro-organismos, que resultam na liberação e dissolução do gás carbônico (CO_2). (UNICAMP, 2008). Embora os valores de alcalinidade não sejam estabelecidos pela portaria, os mesmos são importantes para uma avaliação geral da água.

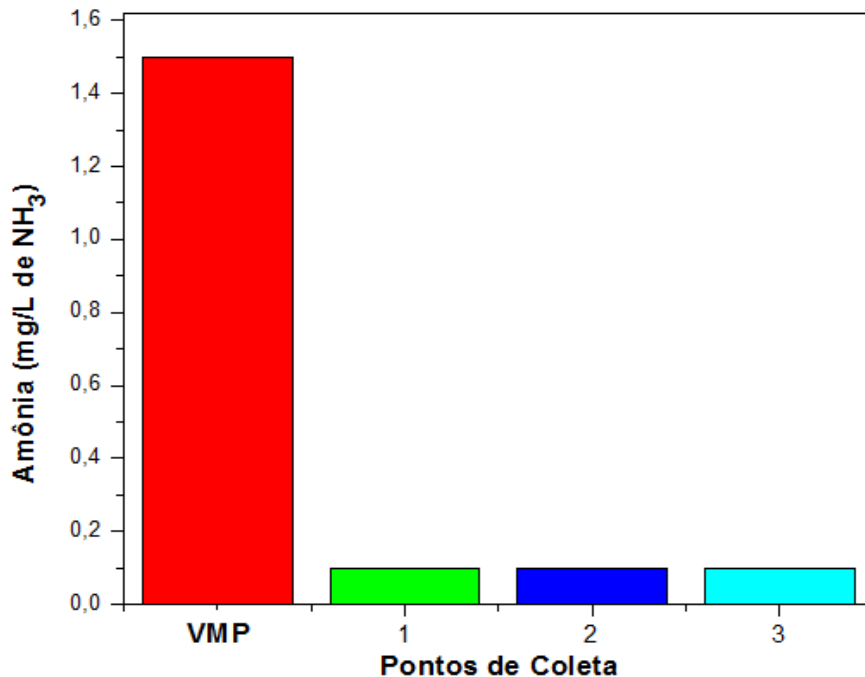
Gráfico 1: Resultado obtidos de Alcalinidade.



Fonte: Acervo Pessoal, 2015.

5.1.2 Amônia

A portaria Nº 518/2004 do Ministério da saúde determina o limite de $1,5 \text{ mgL}^{-1}$ NH_3 para concentração de Nitrogênio Amoniacal. A amônia indica a presença de dejetos animais e humanos, pois os compostos de nitrogênio provem de matéria orgânica no caso da amônia, indica poluição recente. Por tanto os resultados obtidos para os três pontos de análise de $0,1 \text{ mgL}^{-1}$ NH_3 (Gráfico 2) indicam baixo nível de poluição na análise deste parâmetro.

Gráfico 2: Resultado para análise de Amônia

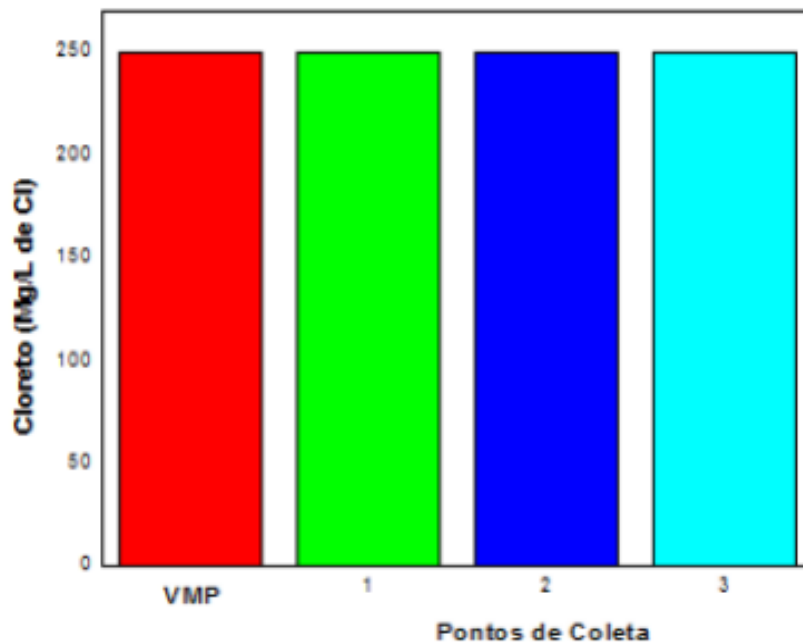
Fonte: Acervo pessoal, 2015.

5.1.3 Cloretos

A portaria Nº 518/2004 do Ministério da saúde quantifica o limite de até 250 mgL⁻¹Cl⁻ de cloretos como padrão para o consumo. Analisando o gráfico 3 , verifica-se que os teores de cloreto determinado nas águas analisadas 245 nos três pontos, encontram-se dentro do estabelecido pelo MS.

Uma das fontes relevantes de cloretos nas águas superficiais são as descargas de esgoto sanitário, onde cada pessoa expele aproximadamente 4g de cloreto por dia. Os cloretos não apresentam toxicidade ao ser humano exceto no caso de deficiência no metabolismo do cloreto de sódio. O sabor do cloreto é detectado em concentrações acima de 250 mg/L na água mas, a intensidade do sabor está relacionada ao tipo de cátion que o cloreto está associado (CETESB, 2009).

Gráfico 3: Resultado da análise de Cloretos.



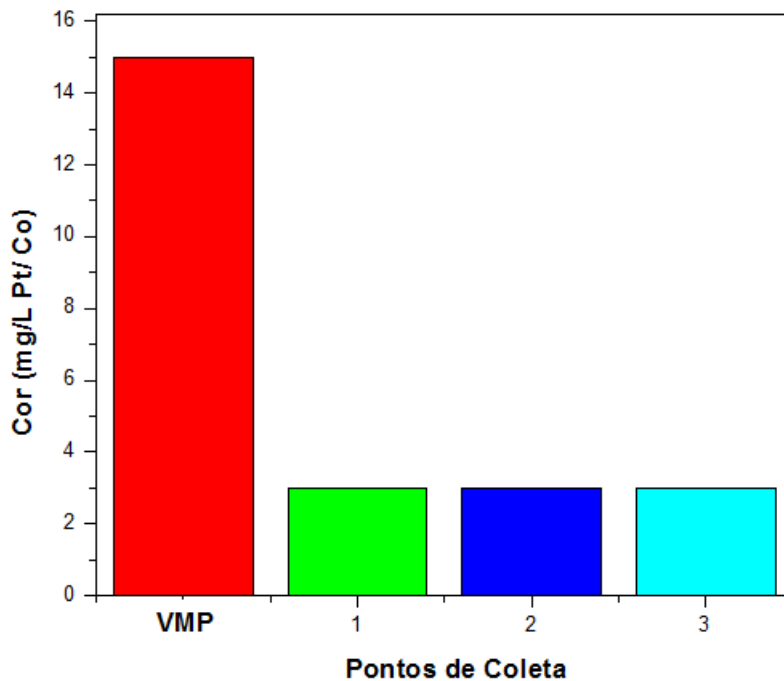
Fonte: Acervo pessoal, 2015.

5.1.4 Cor

Segundo a portaria Nº 518/2004 do Ministério da Saúde, é determinado que o limite de 15 mgL^{-1} Pt/Co para unidade padrão de cor. “A maior preocupação em relação a coloração da água é, em geral, o estético, já que causa um efeito repulsivo nos seus consumidores” (CETESB, pag.3, 2009).

A análise realizada proporcionou um resultado de 3 mgL^{-1} Pt/Co (Gráfico 4) em comum para os três pontos de análise. Os valores com baixa concentração determinam uma ausência ou pouca concentração de matéria orgânica como substâncias húmicas e também metais como ferro (Fe) e manganês, assim como resíduos industriais fortemente coloridos (BRASIL; FUNASA, 2013).

Gráfico 4: Resultado da análise de cor.



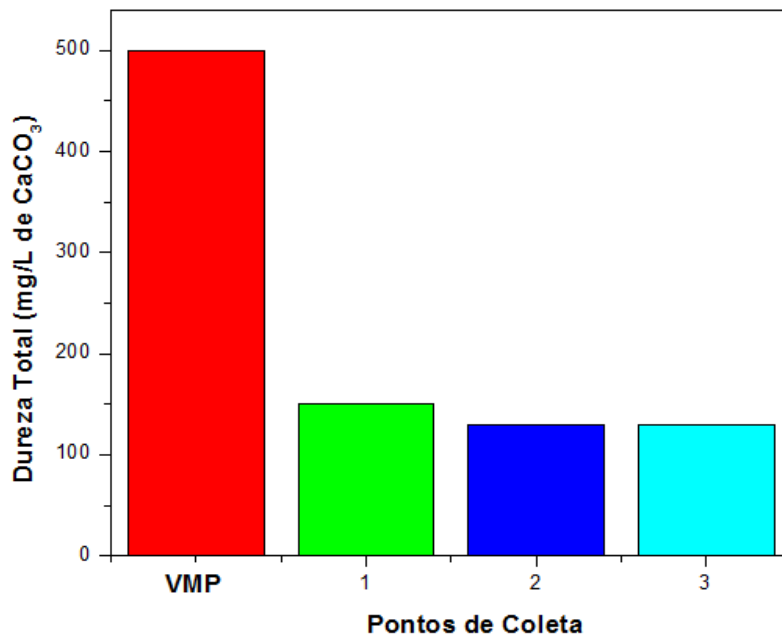
Fonte: Acervo pessoal, 2015.

5.1.5 Dureza

Dureza é a resistência oposta à ação do sabão. Ocorre devido à presença de determinados cátions principalmente de cálcio e magnésio (BRASIL, FUNASA, 2014).

Os pontos 1, 2 e 3 obtiveram como resultado 150, 130, 130 ($\text{mgL}^{-1} \text{CaCO}_3$) respectivamente, como observado no gráfico 5, estão dentro do valor permitido pela a Portaria 518/2004, cujo o valor máximo permitido é de 500mg/L.

Gráfico 5: Resultado da análise de dureza.

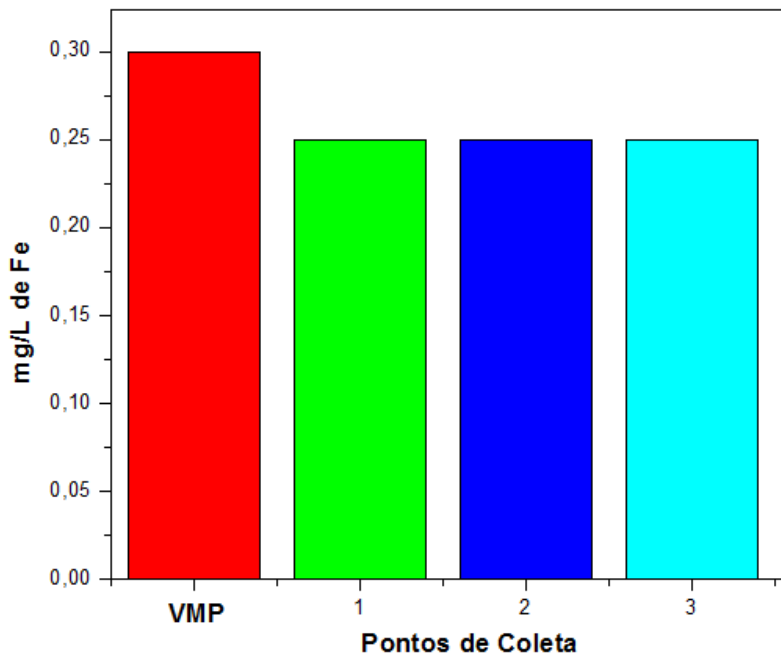


Fonte: Acervo pessoal, 2015.

5.1.6 Ferro

A portaria Nº 518/2004 estabelece o valor limite do teor de Ferro é de $0,3 \text{ mgL}^{-1}$. As concentrações normalmente encontradas de ferro, não apresentam inconvenientes à saúde, porém, em concentrações elevadas conferem coloração amarelada, acarretando sabor amargo e adstringente à água (BRASIL; EMPRAPA, 2011). Analisando o Gráfico 6, verifica-se que os resultados referentes a esse parâmetro, se mantêm dentro do limite permitido pela legislação, não proporcionando sabor e cor a água (propriedades organolépticas).

Gráfico 6: Resultado obtido para análise de Ferro



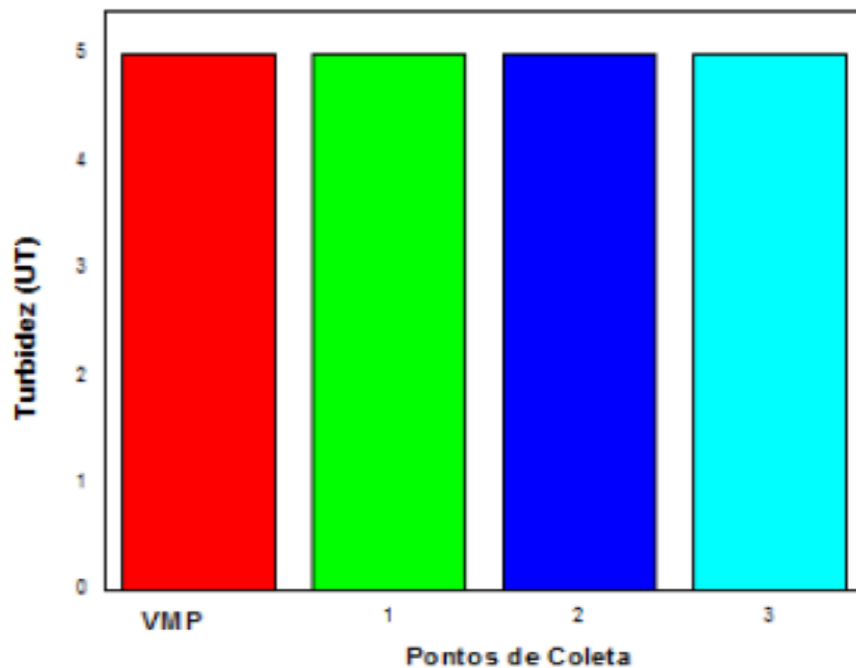
Fonte: Acervo pessoal, 2015.

5.1.7 Turbidez

"A determinação desse parâmetro se deve à presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a transparência do corpo d'água que está sendo analisado" (BRASIL, FUNASA; 2013 pag. 63).

Níveis elevados de turbidez decorrem de lançamento de esgotos domésticos e diversos efluentes industriais que aumentam o nível de turbidez das águas. Alta turbidez atenua a intensidade de radiação solar nas águas, dessa forma reduz a fotossíntese pelos seres autotróficos, como consequência diminui a quantidade de peixes. Diante do exposto, a turbidez pode afetar negativamente as comunidades biológicas aquáticas. Também afeta adversamente os usos domésticos, industrial e recreamento das águas (CETESB, 2009).

Os resultados obtidos para análise de Turbidez estão dispostos no Gráfico 7, os valores estão no limite estabelecido pela portaria Nº 581/2004 do Ministério da saúde, o qual é 5 uT.

Gráfico 7: Resultado da análise de Turbidez

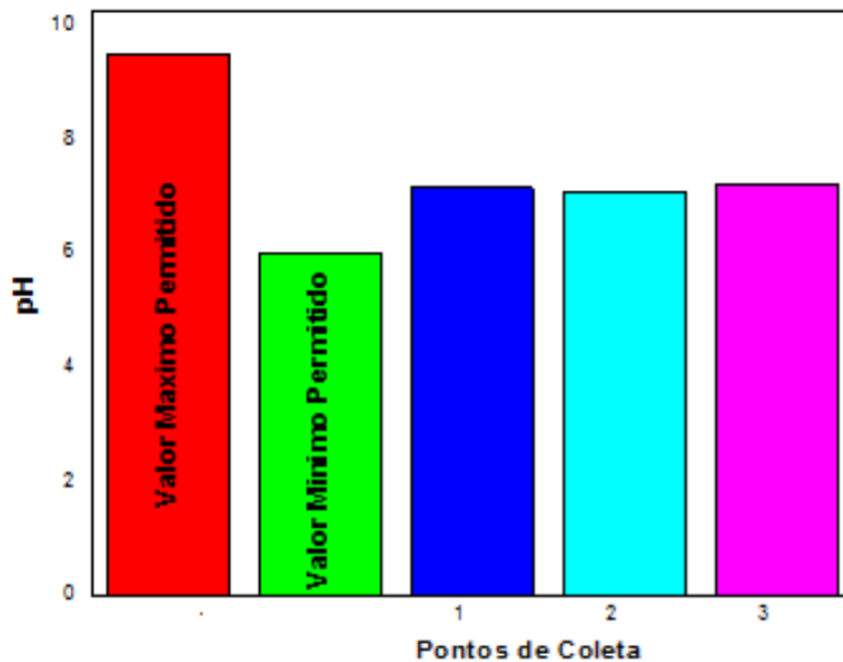
Fonte: Acervo pessoal, 2015.

5.1.8 Potencial hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico influi em diversos equilíbrios que ocorrem naturalmente, ou processos unitários de tratamento de água nos sistemas de abastecimento (CETESB, 2009). O pH define o caráter ácido, básico ou neutro de uma solução. É importante avaliar esse parâmetro, uma vez que os organismos aquáticos estão geralmente adaptados a meios neutros e, em consequência, de alterações bruscas de pH da água podem acarretar o desaparecimento de seres vivos. Valores fora da faixa recomendada podem alterar o sabor da água e contribuir para a corrosão dos sistemas de distribuição de água (Zumach, 2003).

O Gráfico 8 apresenta os valores que estão dentro dos VMP permitidos pela Legislação do MS - Portaria 518/2004 que poderão variar entre 6,0 a 9,5.

Gráfico 8: Resultado para análise de pH.



Fonte: Acervo pessoal, 2015.

5.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As análises microbiológicas do Rio Igaraçu foram realizadas com amostras de água coletadas em dois períodos: período seco e chuvoso, essas análises encontram-se nas Tabelas 6 e 7.

Tabela 6: Resultados para análise microbiológica no período seco.

MEIOS DE CULTURA	UFC/mL
MACCONKEY	5×10^2
SS AGAR	1×10^3
PCA	$1,6 \times 10^3$

Fonte: Acervo pessoal, 2015.

Tabela 7: Resultados para análise microbiológica no período chuvoso.

MEIOS DE CULTURA	UFC/mL
MACCONKEY	$2,3 \times 10^3$
SS AGAR	1×10^2
PCA	4×10^2

Fonte: Acervo pessoal, 2016.

Período seco

Analisando a Tabela 3, verifica-se que no meio de cultura ágar MacConkey (MC) observou-se desenvolvimento de 5×10^2 UFC/mL, dentre elas houve crescimento de colônias amarelas, ou seja, não fermentadoras de lactose e em sua maioria, colônias cor-de-rosa, capazes de fermentar lactose. As bactérias fermentadoras de lactose podem ser sugestivas de colônias de *Escherichia coli* ou *Klebsiella* s.p, bactérias que pertencem ao grupo de Coliformes Totais. (ANVISA, BRASIL, 2004). Nesse caso a água analisada estaria fora dos padrões exigidos pela portaria nº. MS 2914/2011, (ausência de coliformes totais).

No ágar SS observou-se o crescimento de 1×10^3 UFC/mL (Tabela 3). O meio de cultura SS Ágar SS possui componentes (sais de bile, verde brilhante e citrato de sódio) que inibem microrganismos Gram-positivos. As colônias não fermentadoras de lactose (lactoses negativas) são transparentes indicando colônias de *Shigella* s.p. Colônias sugestivas de *Salmonella* apresentam coloração enegrecida no ágar SS, resultado não encontrado na amostra do período seco, dessa forma não indica a presença de *Salmonella* nessa análise (ANVISA; BRASIL, 2004).

No meio de cultura PCA crescem bactérias heterotróficas, o resultado mostrou o crescimento de $1,6 \times 10^3$ UFC/mL (Tabela 3), resultado fora dos padrões estabelecidos pela Portaria nº. MS 2914/2011, que exige <500 UFC/mL em água destinada ao consumo humano.

Período chuvoso

As análises microbiológicas referentes ao Período chuvoso, indicaram para o meio de cultura ágar MacConkey (MC) o desenvolvimento de $2,3 \times 10^3$ UFC/mL (Tabela 7), um número de UFC maior que o encontrado no período seco, enquanto no ágar SS cresceu 1×10^2 UFC/mL, ou seja, um número menor de colônias em relação ao período seco. Entretanto a apresentação de colônia de cor preta pode ser indicativa de *Salmonella* na amostra de água analisada.

No metabolismo da proteína ocorre degradação da cistina (aminoácido que contém enxofre) pela enzima cisteína dessulfidrilase produzida pela bactéria com a liberação de H_2S , este reage com sais de ferro ou chumbo, dando um precipitado negro (GOMES, 2013). Segundo Carvalho(s.d.), no meio SS a produção de H_2S (coloração negra) e utilização da lactose (coloração rosa) indicam as bactérias *Salmonella* e *Shigella*.

No meio de cultura PCA cresceram 4×10^2 UFC/mL (Tabela 7), um número de UFC menor que no período seco e que está dentro do estabelecido pelo Ministério da Saúde para bactérias heterotróficas (<500 UFC/mL).

6. CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente trabalho proporcionou uma análise da qualidade da água do rio Igaraçu a partir da obtenção de parâmetros físico-químicos e microbiológicos selecionados e comparados aos parâmetros padrões da legislação vigente.

Os resultados físico-químicos obtidos possibilitaram a conclusão que as águas do rio Igaraçu estão com limites aceitáveis para águas potáveis de acordo com a portaria 518/2004 de MS.

Nas análises microbiológicas no período seco, os coliformes totais e bactérias heterotróficas estão com valores acima do VMP da portaria, MS nº 2914/2011 dessa forma não atende ao padrão de potabilidade, o que possibilita a transmissão de doenças de veiculação hídrica relacionadas a contaminação dessas bactérias.

Nas análises microbiológicas no período chuvoso ocorreu a diminuição de coliformes totais em comparação com o período seco estando dentro do VMP da Portaria MS nº. 2914/2011. As análises do período seco indicaram a presença de *Shigella* s.p. e no período chuvoso a contaminação por *Salmonella*- *Shigella*.

A água não atende ao padrão de potabilidade devido aos parâmetros microbiológicos, no entanto ressaltar-se que água destinada para consumo passa por tratamento na ETA onde são adicionados agentes químicos para a água adquirir o padrão de potabilidade para consumo e as diversas formas de utilização desses recursos para população.

7. REFERÊNCIAS

ABELHO, Manuela. **Manual de monitorização microbiológica ambiental. 2010. Disponível em:**

<http://www.esac.pt/Abelho/Monitor_ambiental/ManualMonitorizacao.pdf/>.

ALIEVI, A. A.; PINESE, J. P. P. **Aproximações entre geografia da saúde e saúde ambiental: o papel dos recursos hídricos nos agravos à saúde coletiva.** Porto Alegre 2010. Disponível em: <[file:///C:/Users/Ronaldo/Downloads/download\(41\).PDF](file:///C:/Users/Ronaldo/Downloads/download(41).PDF)>

ANTUNES, João Victor Martins, et al. **ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO CRICARÉ PARA UTILIZAÇÃO NA IRRIGAÇÃO DE HORTALIÇAS, 2012.** [internet] Disponível em:

<<https://www.conhecer.org.br/enciclop/.../analise%20fisico%20quimica%20da%20qualidade/>>

ARAÚJO, Aryane Florinda de Souza. **Ocorrência de cromo no rio igaraçu, parnaíba-piauí - brasil., 2007.** [internet] Disponível em:

<<https://www.seb-ecologia.org.br/viiceb/pdf/2053.pdf>>

ANVISA. **Descrição dos Meios de Cultura Empregados nos Exames Microbiológicos, 2004.** [internet] Disponível em:

<https://www.anvisa.gov.br/servicos/audes/manuais/microbiologia/mod_4_2004.pdf>

BISCHOFF, J; ASSUMPÇÃO, R. A. B; MOURA, A. C. de. **Avaliação da qualidade da água in-natura dos principais mananciais de abastecimento da cidade de Cascavel Paraná.** Paraná: Cascavel, 2006. Disponível em: <https://www.fag.edu.br/tcc/2007/Ciencias_Biologicas_Bacharelado/>

BRAGA, B. **Introdução à engenharia ambiental.** São Paulo: Prentice Hall, 2002.

BRANDÃO. V. A. da. **A importância do tratamento adequado da água para eliminação de microrganismos.** 36 f. (Monografia). Licenciatura em biologia. C. Consórcio Setentrional de Educação à Distância de Brasília. Universidade de Brasília. Universidade Estadual de Goiás, 2011.

BRASIL. CONAMA. **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005.** 2005. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>.

_____. CONAMA. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/propresol_lanceflue_30e31mar11.pdf>.

_____. **Manual Prático de Análise da Água.** 2ª ed. rev. Brasília. Fundação Nacional de Saúde, 2006.

_____. Ministério da Saúde. **Portaria nº 518, de 25 de março de 2004.** Diário Oficial da União. Brasília, n. 59, seção I, p. 266, 25 mar. 2004.

_____. SVS/MS. **Portaria nº 518 de 25 de março de 2004**. Brasília: SVS/MS, 2004.

_____. **Vigilância e Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano**/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasília. Ministério da Saúde, 2006. ISBN 85-334-1240-1.

CARRIERI, Adriana. **Micronutrientes**. 2010. Disponível em: <<https://nudritiva.blogspot.com.br/2010/08/micronutrientes.html/>>.

CETESB. **SIGNIFICADO AMBIENTAL E SANITÁRIO DAS VARIÁVEIS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS E DOS SEDIMENTOS E METODOLOGIAS ANALÍTICAS E DE AMOSTRAGEM**, 2009. [internet] Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/32/2013/.../variaveis.pdf/>>

CUNHA, G. S. da. **Avaliação da qualidade das águas nas cisternas da comunidade Uruçú no município de Gurinhém: uma abordagem geográfica**. 2014. 52 f. Monografia (Graduação) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.

CRISTINA, M. **Determinação de ferro em água pelo método da fenantrolina**. 2010. [internet] Disponível em: <[https://www.ebah.com.br/content/ABAAABXJsAD/determinacao-ferro-na-agua./](https://www.ebah.com.br/content/ABAAABXJsAD/determinacao-ferro-na-agua/)>

DOWBOR, L.; TAGNIN, R. A. **Administrando a água como se fosse importante: gestão ambiental e sustentabilidade**. São Paulo: Senac, 2005.

EMBRAPA. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água**, 2011. [internet] Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/15440973.pdf/>>

FUNASA. **MANUAL DE CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA TÉCNICOS QUE TRABALHAM EM ETAS**, 2014. [internet] Disponível em: <[https://www.funasa.gov.br/site/wp...mf/manualcont_quali_agua_tecnicos_trab_emet as.pdf1/](https://www.funasa.gov.br/site/wp...mf/manualcont_quali_agua_tecnicos_trab_emet_as.pdf1/)>

FERNANDES, A. M. F. **Diagnóstico da qualidade da água subterrânea em propriedade rural no município de Planalto-RS**. 59 f. (Monografia). Curso de Geografia. UNIJUI- Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2011.

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

GRASSI, Marco Tadeu. **As Águas do Planeta**, 2001. [internet] Disponível em: <<https://Terra.qnesc.sbg.org.br/online/cadernos/01/aguas.pdf/>>

Lázaro et al. **Manual Salmonella GSS 2008 doc. BVS**

<https://bvs.panalimentos.org/.../INCLUSIONES2008/2GSS...BRASILIA2008.../GSS_2008_pdf/>

MARTINS, Getúlio. Águas de Abastecimento. In: PHILLIPPI JR, Arlindo (Ed.). **Saneamento, Saúde e Ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri: Manole, 2005.

OLIVEIRA, Bruna Maria Bitencourt. **AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS DAS AGUAS DO AÇUDE JOANA MUNICÍPIO DE PEDRO II-PI**. (Monografia) Curso de licenciatura Plena em Química. IFPI-Instituto Federal Ciência e tecnologia do Piauí, 2016.

ONU. **Água para consumo humano**. Relatório de desenvolvimento humano. Nova York, 2006.

OPAS. Organização Pan-americana de Saúde. **Representação do Brasil**. Água e saúde. Disponível em: <<https://www.cepis.ops-oms.org/>>. Acessado em 4 dez. 2016.

PASSOS, M. M. **Aspectos relevantes sobre a poluição das águas**. 2009. 56 f. Monografia (Pós-graduação) - Universidade Cândido Mendes, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <http://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/k211274.pdf/>

PHA, **Fascículo 11 - Nitrogênio e Fósforo.pdf**, s.d.[internet] Disponível em: <[https://www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id_arq=737./](https://www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id_arq=737./>)>

PHILLIPPI, J. A.; PELICIONI, M. **Educação ambiental e sustentabilidade**. Barueri, SP: Manole, 2005.

PINHEIRO, P. **Doenças transmitidas pela água**. 2016. Disponível em: <<http://www.mdsaude.com/2012/01/doencas-da-agua.html>>.

REBOUCAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras, 1999.

RICHTER, C. A.; NETTO, J. M. **Tratamento de água: Tecnologia atualizada**. São Paulo: Editora Edgar Blucher Ltda, 1999.

SEZERINO, Pablo Heleno; BENTO, Alessandra Pillizzaro. **Qualidade da água e controle de poluição**. Apostila do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Curso de Especialização de Recursos Hídricos, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

SILVEIRA, Tiago. **ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DA BACIA DO RIO CABELO JOÃO PESSOAPB-PB**, 2007. <https://www.redenet.edu.br/publicacoes/.../20080212_092019_MEIO-028.pdf>

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: DESA-UFMG, 1996.

TAVARES, Adriene Jales, et al. **Análise Físico-Química da Água dos poços IPE e IFRN–Campus Apodi.VIVINCONNEPI** .[internet] Disponível em:
<<https://WWW.propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/1238/1149>
HYPERLINK"http://www.propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/1238/1149.A".A
HYPERLINK"http://www.propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/1238/1149./>

ZUMACH, Rosalene. **ENQUADRAMENTO DE CURSO DE ÁGUA: RIO ITAJAÍ-AÇU E SEUS PRINCIPAIS AFLUENTES EM BLUMENAU**, 2004. [internet] Disponível em:
<<https://www.sirhesc.sds.sc.gov.br/.../baixararquivo.jsp?...Enquadramento%20de%20curso%20...1/>>