

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

MATEUS DE CARVALHO DO NASCIMENTO

**ESTUDO FÍSICO-QUÍMICO E MICROBIOLOGICO DA ÁGUA DO RIO IGARAÇU
PROXIMO A COMUNIDADE ALTO DO BATISTA EM PARNAÍBA-PI**

PARNAÍBA-PI

2017

MATEUS DE CARVALHO DO NASCIMENTO

**ESTUDO FÍSICO-QUÍMICO E MICROBIOLOGICO DA ÁGUA DO RIO IGARAÇU
PROXIMO A COMUNIDADE ALTO DO BATISTA EM PARNAÍBA-PI**

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

Orientadora: Professora. Dra. Janiciara Botelho Silva

PARNAÍBA-PI

2017

MATEUS DE CARVALHO DO NASCIMENTO

**ESTUDO FÍSICO-QUÍMICO E MICROBIOLOGICO DA ÁGUA DO RIO IGARAÇU
PROXIMO A COMUNIDADE ALTO DO BATISTA EM PARNAÍBA-PI**

Trabalho de conclusão de curso do
Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia do Piauí-*Campus* Parnaíba
como requisito parcial para a obtenção do
título de Licenciado em Química.

Aprovado em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Professora Dr^a. Janiciara Botelho Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

Professora Dr^a. Márcia Valéria Silva Lima

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

Professor Dr. Bartholomeu Araújo Barros Filho

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

PARNAÍBA-PI

2017

Dedico este trabalho ao Senhor Jesus
Cristo, por sua ajuda nas horas de angústia
e conforto nos momentos difíceis.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado seu Filho Jesus Cristo, exemplo de força, superação, perseverança e também por ter me dado disposição para finalizar esse trabalho.

A minha esposa, Kamyla Vilmara, fiel companheira. Nas madrugadas à observa-la dormir me motivava a continuar firme estudando. Sem seu apoio e amor seria impossível a realização desse sonho.

Aos meus queridos pais, José Airton (seu Zezinho) e Edileine Caldas, por terem me educado no caminho do Mestre. Exemplos de superação, determinação e humildade, essa vitória devo eternamente a vocês!

Meus amados irmãos Moises Caldas, Juliana Barbosa e Geraldo Neto pelo apoio em todas as horas, fontes de amor incondicional.

A minha orientadora Dra. Janiciara Botelho por seus conselhos. Seu suporte e incentivos foram fundamentais para a concretização desse sonho. Obrigado professora!

Ao Grupo Centroflora nas pessoas de Guillermo Salicrup e Francisco Fortes pelo apoio na realização desse trabalho. Todos os colaboradores e funcionários. Onde o seu lema: “Parcerias para um mundo melhor” é aqui nesses agradecimentos exaltado.

Aos Evangelistas Araújo Silva, Junior Aguiar e Marcos Viana, meus Pastores, conselheiros e meus pais, pelos vossos incentivos e palavras de exortações, sou grato eternamente a Deus pela vida dos senhores.

A todos os meus familiares, pelo incentivo e apoio.

A meu amigo de trabalho Domingos Vidal (professor Vidal) químico da Empresa Anidro por seus ensinamentos. A Roselia Souza e Pietro Zuchinali que antes das provas sempre me fizeram rir. A Tatiane Santamarina pelo apoio.

EPÍGRAFE

“ Que tamanho tem o universo?
O universo tem o tamanho do seu mundo.
Que tamanho tem o meu mundo?
Tem o tamanho dos seus sonhos. ”

Augusto Cury

RESUMO

A água é essencialmente importante para toda e qualquer forma de vida no planeta, sem ela os seres humanos não poderiam subsistir, portanto a mesma deve possuir parâmetros físico-químicos e microbiológicos com padrões de qualidade para que o consumo humano das populações seja isento de patologias. Porém, mesmo sabendo dessa importância, a degradação dos recursos hídricos vem crescendo cada vez mais e a ação antrópica é o principal agente dessa realidade. O presente trabalho buscou avaliar os parâmetros físico-químicos e microbiológico das águas do rio Igaraçu no município de Parnaíba-PI próximo a Comunidade Alto do Batista. O rio Igaraçu tem uma grande importância para a cidade, pois além de servir para o consumo direto pela população também oferece águas para irrigação, criação de animais, lazer, etc. A Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece os limites para os parâmetros físico-químicos como: pH, Ferro, Cloretos, Amônia, Alcalinidade, Dureza, Turbidez, Cor e Microbiológicos, como: *Esherichia coli* ou Coliformes Termo Tolerantes. Cabe ressaltar que as análises físico-químicas foram realizadas através de métodos colorimétricos e volumétricos, já a análise microbiológica foi através do método *Spread plate*. Os resultados encontrados na análise físico-química estão de acordo com a Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde, porém cabe ressaltar que o parâmetro Ferro se encontrou bem próximo do limite estabelecido. Para a análise microbiológica observou-se que houve crescimento de colônias de bactérias nos três fatores de diluição, ou seja, 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} , entretanto somente no Ponto 2 na diluição 10^{-2} não houve presença de bactérias. A água analisada possui parâmetros dentro dos limites estabelecidos pela Portaria nº 518/2004, no entanto em relação às bactérias observadas nos pontos analisados é necessário um estudo específico para quantificar as mesmas.

Palavras-chave: Água, Parâmetros físicos-químicos e microbiológico, Comunidade Alto do Batista.

ABSTRACT

Water is extremely important for any life on the planet, without it humans could not survive, so it must have physical-chemical and microbiological parameters with quality standards so that the human consumption of populations is free of pathologies. However, even knowing this importance, the degradation of water resources is increasing and anthropic action is the main agent of this reality. The present work sought to evaluate the physical-chemical and microbiological parameters of the water of the Igaraçu River in the city of Parnaíba-PI near the Alto do Batista Community. Igaraçu River has a great importance for the city, because besides serving for the direct consumption by the population also it offers waters for irrigation, breeding of animals, leisure, etc. Ordinance No. 518/2004 of the Ministry of Health establishes the limits for physical and chemical parameters such as: pH, Iron, Chlorides, Ammonia, Alkalinity, Hardness, Turbidity, Color and Microbiological, such as *Escherichia coli* or Coliforms Thermotolerants. It should be noted that the physicochemical analyzes were performed using colorimetric and volumetric methods, and the microbiological analysis was performed using the *Spread plate* method. The results found in the physical-chemical analysis are in accordance with Ordinance No. 518/2004 of the Ministry of Health, but it should be noted that the parameter Iron was close to the established limit. For the microbiological analysis, it was observed that there was growth of bacterial colonies in the three dilution factors: 10^{-1} , 10^{-2} and 10^{-3} , however only in Point 2 at the 10^{-2} dilution there was no presence of bacteria. The analyzed water has parameters within the limits established by Ordinance No. 518/2004, however in relation to the bacteria observed in the analyzed points a specific study is necessary to quantify them.

Keywords: Water, Physical-chemical and microbiological parameters, Alto do Batista Community

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Distribuição espacial e quantitativa da água do planeta.....	15
Figura 2:	Molécula de água.....	18
Figura 3:	Imagem dos pontos de coleta.....	30
Figura 4:	Amostra com indicador fenolftaleína.....	33
Figura 5:	Amostra titulada com indicador misto.....	33
Figura 6:	Amostra após titulação.....	33
Figura 7:	Amostra para análise de amônia.....	34
Figura 8:	Amostra de análise de cloretos depois da titulação.....	35
Figura 9:	Amostra para análise de cor.....	35
Figura 10:	Amostra para análise de dureza.....	36
Figura 11:	Amostra para análise de teor de ferro.....	37
Figura 12:	Amostra para determinação de pH.....	38
Figura 13:	Tubo contendo CLT com formação de gás corresponde a presença de coliformes. (A) Ponto 1 e (B) Ponto 3 que apresentam as maiores proporções de coliformes.....	49
Figura 14:	Placas de PCA, crescimento de colônias. (A) Ponto 1, (B) Ponto 2 e (C) Ponto 3.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Doenças relacionadas com o abastecimento de água.....	23
Tabela 2:	Padrão de aceitação para o consumo humano.....	25
Tabela 3:	Forma física preponderante representada pelos parâmetros de qualidade.....	26
Tabela 4:	Métodos para análises físico-químicas.....	32
Tabela 5:	Valores obtidos nas análises dos parâmetros físico-químicos.....	41
Tabela 6:	Classificação das águas quanto ao grau de dureza.....	45
Tabela 7:	Análise microbiológica no Ponto 1.....	49
Tabela 8:	Análise microbiológica no Ponto 2.....	50
Tabela 9:	Análise microbiológica no Ponto 3.....	51
Tabela 10:	Contagem de colônias por meio PCA após 48 horas.....	52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1:	Resultado obtido de alcalinidade.....	42
Gráfico 2:	Resultado para análise de amônia.....	43
Gráfico 3:	Resultado da análise de cloretos.....	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.....	46
Gráfico 7:	Resultado da análise de turbidez.....	47
Gráfico 8:	Resultado para análise de pH.....	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AP	Alcalinidade Parcial
AT	Alcalinidade Total
BIOTEC	Núcleo de Pesquisa em Biodiversidade e Biotecnologia
Cr	Cromo
EC	Caldo Escherichia coli
EDTA	Ácido etilenodiaminatetracético
ETE	Estação de Tratamento de Efluentes
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
IFPI	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
NMP	Número Mais Provável
μM	Micromolar
PCA	Plate Count Agar
pH	Potencial Hidrogeniônico
UFC	Unidades Formadoras de Colônia
UFPI	Universidade Federal do Piauí
VB	Caldo Verde Brilhante
Vg	Volume Gasto
VMP	Valor Máximo Permitido
CLT	
MS	Ministério da Saúde

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1 IMPORTANCIA HÍDRICA.....	18
2.2 CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA.....	19
2.2.1 Massa específica.....	19
2.2.2 Viscosidade.....	19
2.2.3 Tensão superficial.....	20
2.2.4 Calor específico.....	20
2.2.5 Dissolução de gases.....	20
2.2.6 Dissolução de substâncias químicas.....	21
2.3 CONTAMINAÇÃO HÍDRICA.....	21
2.4 DOENÇAS RELACIONADAS Á ÁGUA.....	23
2.5 POTABILIDADE HÍDRICA PARA O CONSUMO HUMANO.....	24
2.5.1 Parâmetros físicos-químicos e microbiológicos da água.....	25
3 OBJETIVOS.....	29
3.1 OBJETIVOS GERAIS.....	29
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	29
4 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS.....	30
4.1 PROCEDIMENTO DA PESQUISA.....	30
4.1.1 Coleta das amostras.....	30
4.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	31
4.2.1 Alcalinidade Total.....	33
4.2.2 Amônia.....	33
4.2.3 Cloretos.....	34
4.2.4 Cor.....	35
4.2.5 Dureza.....	36
4.2.6 Ferro.....	36
4.2.7 Turbidez.....	37

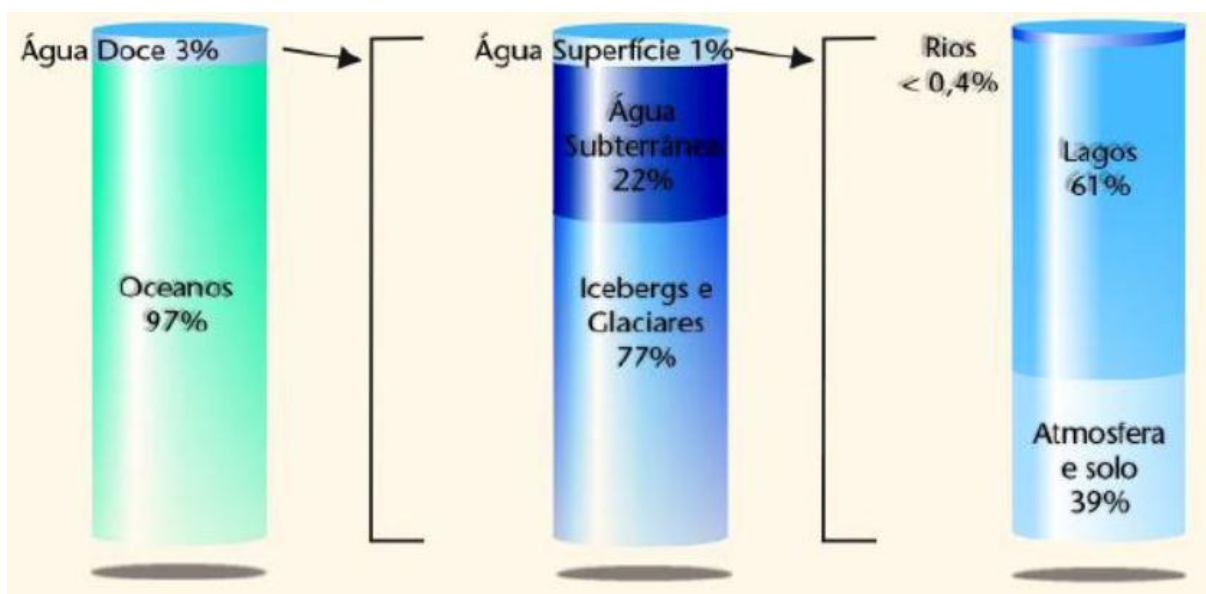
4.2.8 pH.....	37
4.3 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA.....	38
4.3.1 Procedimento de coleta.....	38
4.3.2 Procedimento de análise.....	39
4.3.2.1 Determinação Presuntiva do Número Mais Provável (NMP).....	39
4.3.2.2 Teste confirmatório de coliformes totais.....	39
4.3.2.3 Teste confirmatório termotolerantes.....	40
4.3.2.4 Contagem padrão em PCA.....	40
5 RESULTADOS.....	41
5.1 ALCALINIDADE.....	41
5.2 AMÔNIA.....	42
5.3 CLORETOS.....	43
5.4 COR.....	44
5.5 DUREZA TOTAL.....	45
5.6 FERRO.....	46
5.7 TURBIDEZ.....	47
5.8 PH.....	47
5.9 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	48
5.9.1 Coliformes totais e termotolerantes.....	48
5.9.2 Contagem de colônias por meio PCA.....	52
6 CONCLUSÃO.....	54
7 REFERENCIAL.....	55

1 INTRODUÇÃO

O pensamento ecológico e sustentável é um tema muito discutido na atualidade devido à necessidade de melhorar nas pessoas a concepção a respeito da educação ambiental. A vida na terra se relaciona intimamente com a água disponível nos rios, lagos e riachos, preservá-los da poluição é dar condições para que as gerações futuras possam usufruir desse bem natural mais precioso para a humanidade.

A água utilizável está nos rios, nos lagos e nas águas das chuvas. No entanto, elas todas juntas correspondem a apenas 1% do volume de água doce (VICTORINO, pag. 16, 2007).

Figura 1: Distribuição espacial e quantitativa da água do planeta.



Fonte: Adaptado de Nunes (2009).

A discussão ambiental vem se tornando pertinente e se propaga em vários ramos da sociedade. Isso se deve a grandes desastres ambientais que estão ocorrendo com mais frequência, e atrelado a esse fato tem-se também o problema do crescimento populacional.

A “Tragédia em Mariana” é considerada por muitos especialistas como o maior desastre ambiental da história do Brasil (LOPES, 2016). A quebra da barragem acarretou em impactos socioambientais e econômicos irreparáveis,

principalmente, nas comunidades que estão localizadas na bacia hidrográfica do rio Doce (LOPES, 2016).

Em relação ao desastre em Mariana, Brasil (2015) relata:

Impactos agudos de contexto regional, entendidos como a destruição direta de ecossistemas, prejuízos a fauna, flora e socioeconômicos, que afetaram o equilíbrio da Bacia Hidrográfica do rio Doce, com desestruturação da resiliência do sistema.

Existem vários fatores que desencadeiam o agravamento da escassez de água potável, tais como: o crescimento de ocupações irregulares e a falta de sistema de saneamento, o não tratamento dos descartes laboratoriais, dos despejos das indústrias têxteis, curtumes, dentre outros (FILHO, 2014).

Segundo Rebouças (1999), no nordeste brasileiro as opiniões relacionadas à água são equivocadas em relação ao uso dos recursos hídricos e os problemas são resultados da falta de gerenciamento efetivo da água, lançamento deliberado de esgotos domésticos e industriais não tratados nos lagos e/ou rios.

Segundo a Associação Brasileira das Empresas Estaduais em Saneamento (AESBE, 2014) em Teresina, capitado do estado do Piauí, 100% do que é coletado recebe tratamento adequado, entretanto menos de 17% de todo o esgoto produzido pela população é coletado. Ou seja, 83% do esgoto produzido na maior cidade piauiense não é tratado acarretando no agravamento da poluição ambiental.

Tendo em vista as problemáticas ambientais, este trabalho tem o olhar voltado para o rio Igaraçu, localiza-se no norte do estado do Piauí, especificamente a parte do rio que banha a cidade de Parnaíba. Ele é um importante braço do rio Parnaíba e o mais utilizado pelas populações entre os outros componentes do delta do Parnaíba. A palavra Igaraçu é originária do tupi-guarani e significa literalmente: canoa grande. O mesmo é fonte da atividade pesqueira, turística e até mesmo utilizado para o lazer. Sua extensão é de, aproximadamente, 20 Km da nascente até a foz no Oceano Atlântico (OLIVEIRA, 2014).

É imprescindível salientar a existência de populações ribeirinhas no decorrer do rio sem encanamento de água, ou seja, sem água tratada. Essas famílias utilizam a água do rio sem a alternativa de saber se a mesma é potável, estando sujeitas a uma variedade de doenças pertinentes a falta de tratamento dessa água. Em

especial a comunidade conhecida como Alto do Batista com aproximadamente quarenta famílias necessitam de atenção, pois os mesmos consomem diretamente a água do rio sem tratamento, sendo que o local onde essa comunidade coleta a água para consumo fica cerca de 320 metros de distância do despejo de efluente do processo de curtume.

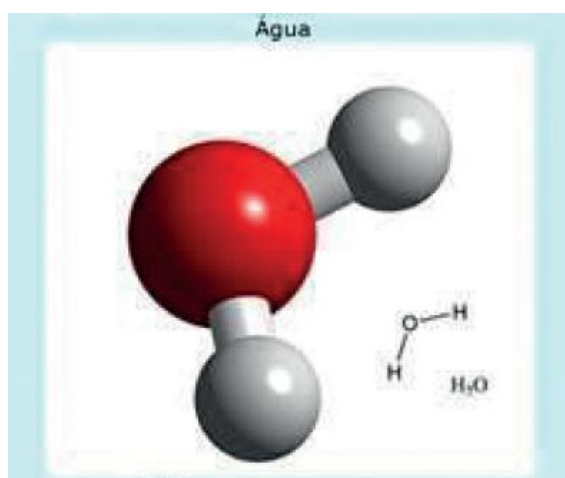
A comunidade Alto do Batista, com aproximadamente 400 pessoas, fica localizada na região rural de Parnaíba e reside ao lado do rio Igaraçu. As pessoas dessa comunidade vivem da agricultura, da extração do óleo de carnaúba e principalmente da pesca.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 IMPORTÂNCIA HÍDRICA

A água é consequentemente representada pela fórmula química H_2O . A ausência de um índice inferior no O indica um átomo de O por molécula de água (BROWN, 2008, p. 45). A água é o solvente mais disponível na terra; é facilmente purificada e não é tóxica (SKOOG, 2014, p. 216). Em 1804, o químico francês Joseph Louis Gay-Lussac e o naturalista alemão Alexander Von Humboldt, demonstraram em um documento científico, que a água consistia em dois volumes de hidrogênio e um de oxigênio, tal como se expressa na fórmula atual H_2O (BRASIL, 2014; BROWN, 2008).

Figura 2: Molécula de água.



Fonte: Fundação Nacional de Saúde (Funasa), 2014.

A água é fundamental para a existência de vida na terra, a mesma é o constituinte inorgânico com mais abundância na matéria viva que se conheci. Por exemplo, o ser humano possui uma quantidade de 60% de água no seu corpo e em alguns animais aquáticos essa porcentagem sobe para 98% (SPERLING, 2005, p. 17).

Dos $1,36 \times 10^{18} \text{ m}^3$ de água disponível existente na terra 0,8% pode ser utilizado de maneira fácil para o abastecimento público. Apenas 3% de água desses 0,8% apresentam-se em forma de água superficial, isto é, na forma mais fácil de ser

extraída (SPERLING, 2005, p. 17). Diante desses valores cabe ressaltar a grande importância da preservação dos recursos hídricos disponíveis na terra.

Contata-se, assim, que a água, além de ser formada pelos elementos hidrogênio e oxigênio na proporção de dois para um, também pode dissolver uma ampla variedade de substâncias, as quais conferem a água suas características peculiares (BRASIL, 2014).

2.2 CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA

Ao se abordar a questão da qualidade da água deve se levar em conta que o meio líquido apresenta duas características marcantes, condicionando, de maneira absoluta, a conformação desta qualidade: capacidade de dissolução e capacidade de transporte.

A maioria dos solutos, quando dissolvidos em água, formam íons e assim produzem soluções que conduzem eletricidade (SKOOG, 2014, p. 214). Essa característica de dissolução de solutos e outras serão explanadas com maior propriedade logo abaixo.

2.2.1 Massa específica

A massa específica, ou densidade absoluta, indica a relação entre a massa e o volume de uma determinada substância. Ao contrário de todos os outros líquidos, que apresentam a densidade máxima na temperatura de congelamento, no caso da água ela ocorre a 4°C (BRASIL, 2014). Em outras palavras, a água, nesta temperatura, por ser mais densa, ocupa as camadas mais profundas de lagos. Esta característica especial, conhecida como anomalia térmica da água, proporciona uma importância vital para a ecologia aquática em regiões de clima frio. Em outras palavras, possibilita a sobrevivência de peixes e outras espécies aquáticas, que obviamente morreriam se o corpo d'água se congelasse inteiramente (BRASIL, 2014).

2.2.2 Viscosidade

A viscosidade de um líquido caracteriza a sua resistência ao escoamento. Esta grandeza é inversamente proporcional a temperatura, o que significa que uma água quente é menos viscosa que uma água fria. Essa característica, naturalmente, traz consequências para a vida aquática: os pequenos organismos, que não possuem movimentação própria, tendem a ir mais rapidamente para o fundo corpo d'água em períodos mais quentes do ano ou em regiões tropicais, favorecendo a adaptação dos mesmos nesses ambientes (BRASIL, 2014).

2.2.3 Tensão superficial

Efeito físico que ocorre na interface entre duas fases químicas, isto é, interface que separa o meio líquido e o meio atmosférico onde há uma forte coesão entre as moléculas. A coesão molecular na superfície é afetada por alguns fatores físico e químicos, como por exemplo, a temperatura e a presença de substâncias orgânicas dissolvidas (BRASIL, 2014). Quanto maior a temperatura e a concentração das substâncias orgânicas dissolvidas, menor a tensão superficial.

2.2.4 Calor específico

Define-se calor específico como a quantidade de energia requerida, por unidade de massa, para elevar a temperatura de um determinado material. O calor específico da água é elevadíssimo, superado, dentre os líquidos, apenas pelo amoníaco e pelo hidrogênio líquido. Isto significa que são necessárias grandes quantidades de energia para promover alterações de temperatura na água (BRASIL, 2014).

2.2.5 Dissolução de gases

A água apresenta a importante capacidade de dissolução dos gases, alguns de extrema vitalidade para a ecologia do ambiente hídrico. Para os organismos aeróbicos, o oxigênio é sem dúvida o gás de maior relevância no que se refere ao meio aquático, pois dele depende todos os organismos aeróbicos que habitam o corpo d'água. Além do oxigênio, outros gases são importantes para se avaliar a

qualidade da água, como por exemplo, o gás metano (CH_4), o gás sulfídrico (H_2S) e o gás carbônico (CO_2) – ambos decorrentes de processos de respiração anaeróbica (BRASIL, 2014).

2.2.6 Dissolução de substâncias químicas

Além dos gases, a água também tem a capacidade de dissolver outras substâncias químicas, as quais apresentam relevância na determinação de sua qualidade. O pH e a temperatura são fatores que influenciam a solubilidade ou dissolução das substâncias na água, isto é, com a redução do pH, por exemplo, a solubilidade das diversas substâncias químicas aumenta, em contrapartida, o aumento da temperatura favorece a solubilidade dessas substâncias (BRASIL, 2014).

Caso essas características sofram algum tipo de alteração pode-se afirmar que a água teve uma contaminação. Esse tópico será mais bem discutido nos tópicos a seguir.

2.3 CONTAMINAÇÃO HÍDRICA

Entretanto, mesmo diante dessa grande importância dos recursos hídricos, como lagos, rios e igarapés, a criação de cidades e a crescente urbanização tem favorecido no crescimento de impactos ambientais. Segundo Mucelin e Bellini (2008) os costumes e hábitos no uso da água e a produção de resíduos pelo exacerbado consumo de bens materiais são responsáveis por parte das alterações e impactos ambientais.

A escassez dos recursos hídricos em decorrência dos impactos ambientais estão se acirrando em decorrência do crescimento populacional mundial (MUCELIN E BELLINI, 2008). Esse crescimento desenfreado favorece a poluição dos rios e lagos em virtude da produção proporcional de lixo e/ou esgoto doméstico que é lançado diretamente nessas fontes de água natural. Correlacionando o crescimento populacional com a água, Sperling (2005) diz que os principais usos dela estão relacionados com abastecimento doméstico e industrial, irrigação, dessedentação de animais, preservação da flora e da fauna, recreação e lazer, criação de espécies,

geração de energia elétrica, navegação, harmonia paisagística, diluição e transporte de despejos.

De acordo com Pereira (2004), a poluição das águas:

Decorre da adição de substâncias ou de formas de energia que, diretamente ou indiretamente, alteram as características físicas e químicas do corpo d'água de uma maneira tal, que prejudica a utilização das suas águas para usos benéficos.

A poluição hídrica é definida como sendo qualquer alteração nas características físicas, químicas e/ou biológicas das águas, que possam constituir prejuízo a saúde, a segurança e ao bem-estar da população (OLIVEIRA, 2014). Isto é, qualquer alteração nas características da água que impeça o seu uso por quaisquer ações ou interferências provocadas ou não pelo homem se consiste em poluição hídrica (BRASIL, 2010).

Um exemplo de contaminação hídrica que ocorreu recentemente no Brasil foi o rompimento da barragem de Fundão em Mariana no dia 05 de novembro de 2015. Com o rompimento da barragem formou-se uma devastadora *tsunami* de lama residual que aniquilou cidades como Bento Rodriguez e causando sérios transtornos a outros sete distritos de Mariana/MG, além de contaminar importantes rios como o Gualaxo do Norte, do Carmo e o Doce (LOPES, 2016). Sobre a contaminação das águas do rio Doce o IBAMA (2016) diz que:

Em relação ao impacto na qualidade da água, além da suspensão do abastecimento nos municípios afetados, a presença de metais e alteração de outros parâmetros indica a necessidade de monitoramento contínuo do ambiente afetado, bem como da remediação ou recuperação a ser indicada com base nos resultados do comportamento dos parâmetros alterados no ambiente hídrico (BRASIL, 2015, p. 34).

Obviamente se a fonte hídrica está contaminada, ao ser consumida pelo ser humano, pode acarretar a proliferação de doenças no organismo e se não tratadas podem levar o indivíduo a óbito. Isto é, quanto mais a água estiver sem devido tratamento e inviável para o consumo as chances do consumidor de contrair uma patologia é muito alta.

2.4 DOENÇAS RELACIONADAS À ÁGUA

De várias maneiras a água pode afetar a saúde do homem: pela ingestão direta, na preparação de alimento; na higiene pessoal, na agricultura, na higiene do ambiente, nos processos industriais ou nas atividades de lazer. Os riscos para a saúde relacionados à água são principalmente relacionados com a ingestão de água contaminada por agentes biológicos (bactérias, vírus e parasitos) ou riscos derivados de poluentes químicos e radioativos, geralmente efluentes de esgotos industriais (BRASIL, 2006).

As bactérias patogênicas encontradas nos corpos hídricos e/ou alimentos constituem uma das principais fontes de mortalidade em nosso meio. As mesmas são responsáveis por numerosos casos de enterites, diarreias infantis e doenças endêmico-epidêmicas (como a cólera e a febre tifóide), que podem resultar em casos letais (BRASIL, 2006).

Tabela 1: Doenças relacionadas com o abastecimento de água.

Transmissão	Doença	Medida
Pela água.	Cólera	- Implantar sistema de abastecimento e tratamento de água, com fornecimento em quantidade e qualidade para consumo humano, uso doméstico e coletivo; - Proteger de contaminações os mananciais e fonte de água.
	Febre tifóide	
	Giardíase	
	Hepatite infecciosa	
	Diarreia aguda	
Pela falta de limpeza, higienização com a água.	Escabiose	- Implantar sistema adequado de esgotamento sanitário;
	Pediculose (piolho)	
	Tracoma	- Instalar abastecimento de água preferencialmente com encanamento no domicílio;
	Conjuntivite bacteriana aguda	
	Salmonelose	- Instalar melhorias sanitárias domiciliares e coletivas;
	Tricuríase	
	Enterobíase	- Instalar reservatório de água adequado com limpeza sistemática (a cada seis meses);
	Ancilostomíase	
	Ascaridíase	

Tabela 1: Doenças relacionadas com o abastecimento de água. Conclusão.

Transmissão	Doença	Medida
Por vetores que se relacionam com água.	Malária	- Eliminar o aparecimento de criadouros de vetores com inspeção sistemática e medidas de controle (drenagem, aterro e outros); - Dar destinação final aos resíduos sólidos;
	Dengue	
	Febre amarela	
	Filariose	
Associada a água	Esquistossomose	- Controlar vetores e hospedeiros intermediários.
	Leptospirose	

Fonte: Adaptado de Funasa, 2006.

Para se evitar patologias pertinentes a fontes hídricas contaminadas é necessário o uso do padrão de potabilidade da água. A comparação é de suma importância para se consumir uma água potável isenta de agentes contaminantes.

2.5 POTABILIDADE HÍDRICA PARA O CONSUMO HUMANO

No final do século 19 e início do século 20 a qualidade da água para consumo humano começou a ganhar notoriedade pela saúde pública, pois antes desse período a água era consumida levando-se em conta apenas os aspectos estéticos (cor) e sensoriais (gosto e/ou odor) de sua constituição (FREITAS e FREITAS, 2005).

Segundo o Art. 5º da Portaria nº 518/2004 é dever e obrigação do:

Ministério da Saúde promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água, em articulação com as secretarias de saúde dos Estados e do Distrito Federal e com os responsáveis pelo controle de qualidade da água, nos termos da legislação que regulamenta o SUS.

A Portaria do MS também define que o sistema de abastecimento de água para consumo humano possui instalações composta de obras civis, materiais e equipamentos, destinada a produção e a distribuição canalizada de água potável para populações, sob responsabilidade do poder público.

O Art. 11 da Portaria nº 581/2004 disponibiliza os valores de padrão para aceitação (Tabela 2) que a água potável deve possuir para o consumo humano.

Tabela 2: Padrão de aceitação para consumo humano.

Parâmetro	Unidade	VMP ⁽¹⁾
Alumínio	mg/L	0,2
Amônia (como NH₃)	mg/L	1,5
Cloreto	mg/L	250
Cor Aparente	uH ⁽²⁾	15
Dureza	mg/L	500
Etilbenzeno	mg/L	0,2
Ferro	mg/L	0,3
Manganês	mg/L	0,1
Monoclorobenzeno	mg/L	0,12
Odor e gosto	-	Não objetivável ⁽³⁾
Sódio	mg/L	200
Sólidos dissolvidos	mg/L	1000
Totais	-	-
Sulfato	mg/L	250
Sulfeto de hidrogênio	mg/L	0,05
Surfactantes	mg/L	0,5
Tolueno	mg/L	0,17
Turbidez	UT ⁽⁴⁾	5
Zinco	mg/L	5
Xileno	mg/L	0,3

Fonte: Portaria 518/2004 Ministério da saúde, 2004.

Notas: (1) Valor máximo permitido

(2) Unidade Hazen (mg Pt-Co/L).

(3) Critério de referência.

(4) Unidade de turbidez.

2.5.1 Parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água

A Portaria nº 518/2004 do MS defini água potável como sendo água para o consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde.

A qualidade da água pode ser apresentada através de desses parâmetros, por consequência podem traduzir as suas principais características físicas, químicas e biológicas. Segundo Sperling (2005) os **parâmetros físicos** da água são listados como: cor, turbidez (representa o grau de interferência da passagem da luz através da água), sabor e odor e/ou temperatura.

No que se refere aos **parâmetros químicos** são listados o: pH (potencial hidrogeniônico; indica a condição de acidez, neutralidade e alcalinidade da água), Alcalinidade (quantidade de íons presentes na água que reagirão para neutralizar os íons hidrogeniônicos), Acidez (capacidade da água resistir as mudanças de pH devido as bases), dureza, ferro e manganês, cloretos, nitrogênio, fósforo, oxigênio dissolvido, matéria orgânica (causadora do principal problema de poluição das águas) e micropoluentes inorgânicos (em especial se destaca os metais).

Os **parâmetros biológicos** são representados pelas bactérias, algas, fungos, protozoários, vírus e helmintos. A Tabela 3 caracteriza e apresenta, em termos físicos, os principais parâmetros de qualidade e diferencia as análises através dos fatores sólidos em suspensão, sólidos dissolvidos e gases dissolvidos.

Tabela 3: Forma física preponderante representada pelos parâmetros de qualidade.

Características	Parâmetro	Sólidos em suspensão	Sólidos dissolvidos	Gases dissolvidos
Parâmetros Físicos	Cor		X	
	Turbidez	X		
	Sabor e odor	X	X	X

Tabela 3: Forma física preponderante representada pelos parâmetros de qualidade. Conclusão.

Características	Parâmetro	Sólidos em suspensão	Sólidos dissolvidos	Gases dissolvidos
Parâmetros Químicos	pH		X	X
	Alcalinidade		X	
	Acidez		X	X
	Dureza		X	
	Ferro e manganês	X	X	
	Cloreto		X	
	Nitrogênio	X	X	
	Fósforo	X	X	
	Oxigênio dissolvido			X
	Matéria orgânica	X	X	
		X	X	
	Metais Pesados	X	X	
Parâmetros Biológicos	Organismos	X		
	indicadores	X		
	Algas	X		

Fonte: Adaptado de Von Sperling (2005).

Considerando a literatura para o estudo em questão Oliveira (2014) descreve que o rio Igaraçu durante seu trajeto pelo município de Parnaíba recebe grande quantidade de poluentes domésticos, hospitalares e industriais sem devido tratamento e por conta disso a qualidade da água é comprometida (OLIVEIRA, 2014).

Entre os poluentes industriais mais nocivos para os rios destaca-se o metal pesado cromo proveniente do processamento do couro (curtume) o mesmo é

difícilmente recuperado na ETE, isto é, estações de tratamento de efluentes (ARAÚJO, 2007).

De acordo com Nunes:

A presença do cromo nas águas, no solo e no ar, é prejudicial ao meio ambiente e a saúde dos seres vivos, este metal pesado em excesso pode causar inúmeras doenças, temos como exemplo o câncer. Para tanto se faz necessário uma maior conscientização por parte dos geradores de resíduo, para com o correto tratamento do mesmo, com o intuito de minimizar os impactos causados por esse e outros metais.

Existem alguns trabalhos de pesquisa relacionados a poluição que o rio Igaraçu vem sofrendo (FILHO, 2014; OLIVEIRA, 2014). Cabe ressaltar que uma desses estudos utilizou-se organismo vegetal para detectar a concentração do metal pesado cromo (Cr) no decorrer do percurso do rio até sua foz no oceano atlântico (OLIVEIRA, 2014).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVOS GERAIS

Realizar análise físico-química e microbiológica da água do rio Igaraçu próximo a Comunidade Alto do Batista.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Coletar em 3 pontos demarcados do rio Igaraçu, próximos a Comunidade do Batista, as amostras;
- Realizar análises físico-química e microbiológica das amostras coletas;
- Comparar os resultados obtidos experimentalmente com os padrões estipulados por órgãos;

4 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

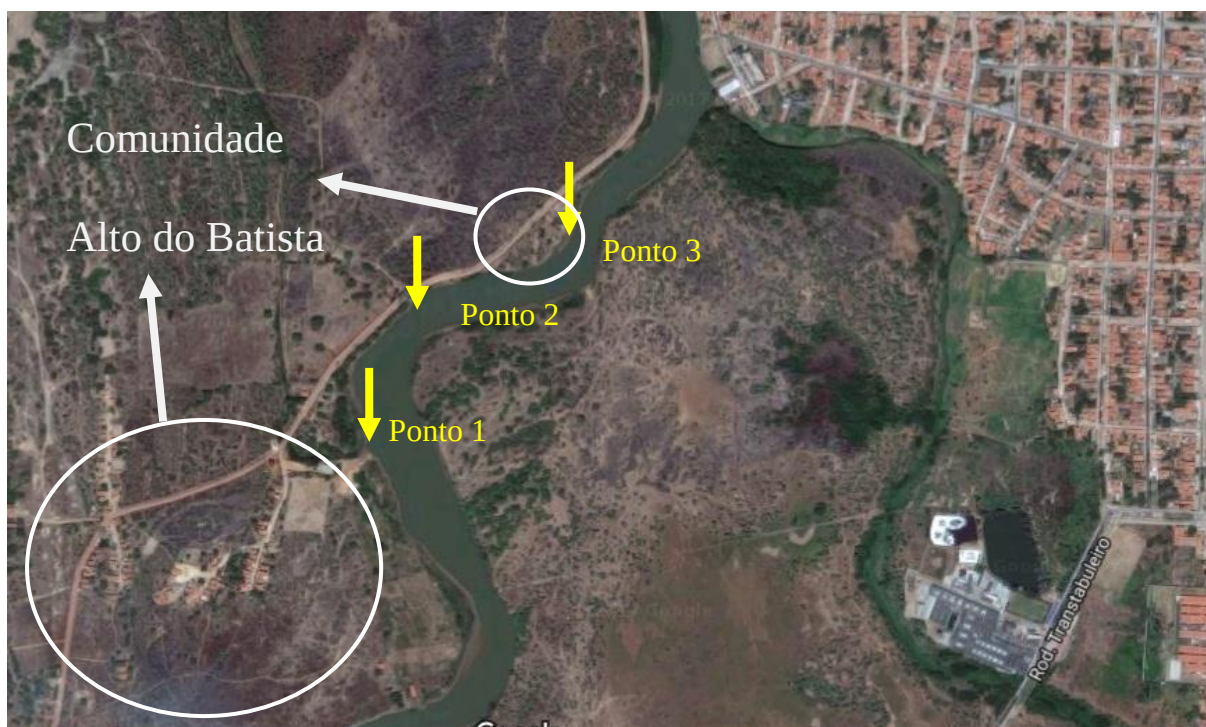
4.1 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

A pesquisa teve caráter qualitativo e quantitativo das águas do rio Igaraçu próximo a comunidade.

4.1.1 Coleta das amostras

A coleta das amostras se deu no mês de novembro de 2016, mais precisamente no dia 29. A princípio foram estudados os pontos de coleta com o intuito de definir os melhores locais. Nesse sentido foram definidos três pontos (Figura 3) de amostragem para as coletas: um a montante do rio, outro central e o último a jusante do rio, cada ponto separado por 100 metros de distância.

Figura 3: Imagem dos pontos de coletas



Fonte: Google Earth, 2017.

As amostras foram coletadas em triplicada em recipientes esterilizados e limpos. Foram armazenadas sob temperatura de aproximadamente 0°C e com o

auxílio de isopor e gelo foram transportadas para o Laboratório de Química do Instituto Federal de Educação (IFPI) *campus* Parnaíba, mantendo-se as mesmas condições.

Foram feitas análises físico-químicas de alcalinidade, amônia, cloro, cloretos, cor, dureza total, ferro, turbidez total, oxigênio consumido e pH das amostras. A análise foi executada no Laboratório de Química do Instituto Federal do Piauí (IFPI), *campus* Parnaíba.

A realização das análises microbiológica seguiu todo o procedimento proposto de coleta e análise. As amostras foram acondicionadas em tubos Falcon autoclavados, e transportados em isopor com gelo, ao BIOTEC – Núcleo de Pesquisa em Biodiversidade e Biotecnologia, situado na Universidade Federal do Piauí (UFPI), *campus* Parnaíba.

4.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Para esse tipo de análise foi necessário a utilização do “Kit de potabilidade”, o mesmo permite a avaliação da qualidade da água através dos parâmetros estabelecidos pelo Ministério da Saúde e do Meio Ambiente. É importante comentar que o “Kit de potabilidade” é de simples manuseio, pois, é um aprimoramento didático experimental de metodologia padrão da química analítica (VOGEL, SKOOG). Através do Kit foi possível a realização das análises de alcalinidade, amônia, cloretos, cor, dureza total, ferro, turbidez e pH. Com isso foram necessários reagentes na realização das análises de alcalinidade, amônia, cloretos, cor, dureza total, ferro, turbidez e pH. As análises colorimétricas de pH, amônia, ferro, turbidez e cor foram realizadas através das Cartelas de comparação visual (fotometria), uma metodologia padrão que facilita as análises utilizando o recurso visual. As volumétricas (através da técnica de titulação) foram possíveis a determinação da alcalinidade total, cloretos e dureza total. Para uma melhor observação, os métodos utilizados nas análises físico-químicas estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4: Métodos para análises físico-químicas.

Parâmetro	Método	Referência
Alcalinidade	Método potenciométrico e titulométrico	NBR 13736
Amônia	Método do Indofenol	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater; 21º ed. 2005, 4500 F
Cloretos	Método titulométrico do nitrato mercúrio e do nitrato de prata	NBR 13797
Cor	Método do Cloroplatinato de Potássio	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater; 21º ed. 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) 22º 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.

Fonte: Metodologia Analítica Alfakit LTDA, 2016.

4.2.1 Alcalinidade total

Para quantificar os íons OH^- e CO_3^{2-} , através da titulação, se utiliza com maior frequência o indicador fenolftaleína com faixa de pH que atua de 8,3 a 9,8. Com $\text{pH} > 8,3$ a solução tem cor rosa, com $\text{pH} < 8,3$ a solução permanece incolor ou sem coloração. A quantificação dos íons HCO_3^- é utilizado o indicador misto constituído de verde de bromocresol e de vermelho de metila que passa da cor azul para a cor salmão (FREITAS, 2005).

A análise de alcalinidade total se deu quando inicialmente mediu-se 50 mL da amostra com uma proveta plástica, após foi transferido para um frasco de boca larga (figura 4) e adicionou-se 3 gotas de fenolftaleína. O procedimento continuou a ser executado adicionando-se 5 gotas do indicador misto. Agitou-se com finalidade de homogeneizar a solução, prosseguiu-se com a titulação até a mudança da cor azul (figura 5) para a cor salmão (figura 6). Com isso, conseguiu-se calcular a alcalinidade total (AT) através do volume gasto (V_g), por meio da formula:

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

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

Figura 4: Amostra com indicador fenolftaleína.



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

Figura 5: Amostra titulada com indicador misto.



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

Figura 6: Amostra após titulação.



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

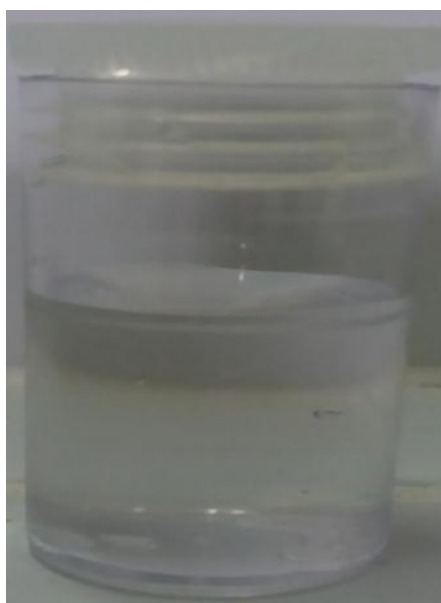
4.2.2 Amônia

O método do indofenol busca formar o composto azul intenso de indofenol que é resultado da reação do íon amônio com um composto fenólico estando presente um agente oxidante e um catalisador (OLIVEIRA, 2016). Esse método a

precisão, na faixa de concentração micromolar (μM), é dificilmente melhor que cerca de 10% (SILVA, et al; 2006).

Na determinação de amônia, transferiu-se uma parte das amostras para uma cubeta pequena (Figura 7) limitado por sua marca. Em seguida foram adicionadas 03 gotas do composto fenólico, fechando e agitando a cubeta a medida que o reagente era adicionado, logo após aguardou-se 10 minutos para a realização da leitura da cartela de comparação visual.

Figura 7: Amostra para análise de amônia.



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

4.2.3 Cloretos

O método de Mohr é a determinação do íon cloreto através da titulação com uma solução padronizada de nitrato de prata (AgNO_3), sob a presença do indicador cromato de potássio (K_2CrO_4). A identificação do PF (ponto final) ocorre quando todos os íons Ag^+ tiverem se depositado na forma de AgCl , após isso ocorrerá a precipitação de cromato de prata (Ag_2CrO_4) que tem uma coloração característica marrom-avermelhada (OLIVEIRA, 2016).

Na determinação de cloretos mediu-se 50 mL da amostra com uma proveta, transferiu-se para um frasco de boca larga, adicionou-se 1 mL de cromato de potássio e agitou-se a solução com movimentos circulares. Com a bureta cheia de

nitrito de prata, titulou-se agitando até a mudança da coloração amarela para amarelo tijolo (figura 8), depois anotou-se o volume gasto (V_g).

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

Figura 8: Amostra de análise de cloretos depois da titulação.



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

4.2.4 Cor

O método empregado na análise em questão foi o de comparação visual, o mesmo fornece informações do nível de cor da amostra. Inicialmente, transferiu-se 50 mL da amostra para uma proveta de vidro, desacoplou-se o suporte inferior de plástico que segura a mesma e sua tampa, diante disso, posicionou-se sob a cartela de comparação visual das análises colorimétricas (figura 9) e realizou-se a comparação de cor.

Figura 9: Amostra para análise de cor.



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

4.2.5 Dureza

O método mais utilizado na determinação da dureza de uma amostra de água é a reação do EDTA – ácido etilenodiaminatetracético. Na presença do indicador (preto de eriocromo T) forma-se complexos solúveis quelatos com certos cátions metálicos. O pH da reação ocorre entre $10 \pm 0,1$ (OLIVEIRA, 2016).

Foram medidos 50 mL da amostra numa proveta de vidro, transferiu-se para o frasco de boca larga, adicionou-se 1,0 mL da solução tampão de $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ e agitou-se com a finalidade de homogeneizar, em seguida foi despejado na solução 02 medidas de Negro E.T e agitou-se. Com a bureta cheia de EDTA gotejou-se na amostra, no mesmo momento agitou-se a solução até o aparecimento da cor azul pura (figura 10), após anotou-se o volume gasto (Vg).

$$\text{DT} = \text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3 = \text{Vg} \times 20 \quad (4)$$

Figura 10: Amostra para análise de dureza.



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

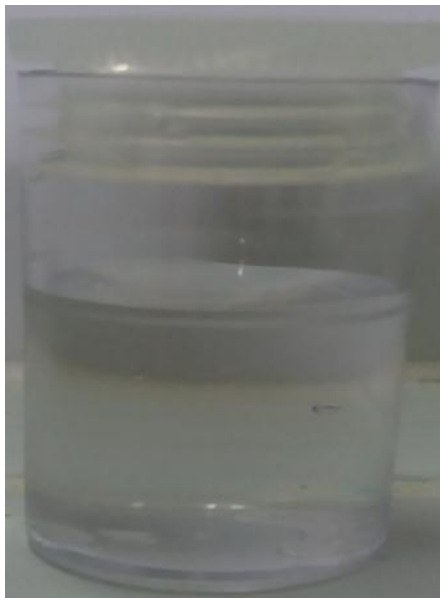
4.2.6 Ferro

Para a determinação de ferro total numa amostra se utiliza o método colorimétrico com o ácido Tioglicólico em meio alcalino. O ácido Tioglicólico ao entrar em contato com amostra forma-se uma solução de cor que aumenta sua intensidade de cor a medida que a concentração de ferro aumenta.

A priori colocou-se 5 mL de amostra na cubeta (figura 11), adicionou-se 02 gotas de Tiofe, fechou-se a cubeta e agitou-se, em seguida deixou a solução em

repouso por 10 minutos. Encerrado o momento de repouso posicionou-se sobre a cartela de comparação visual e comparou-se a cor.

Figura 11: Amostra para análise de teor de ferro.



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

4.2.7 Turbidez

Uma das técnicas mais utilizadas para medir a quantidade de luz que se espalha numa amostra é a nefelometria. Esta técnica mensura a quantidade de luz espalhada que chega ao detector que está localizado a um ângulo de 90° em relação à fonte de radiação (SANTOS, 2009).

A análise de turbidez colocou-se a amostra na cubeta grande até a borda da mesma, posicionou-se sob a cartela de comparação visual das análises colorimétricas e através da observação feita de cima pode-se visualizar as cores.

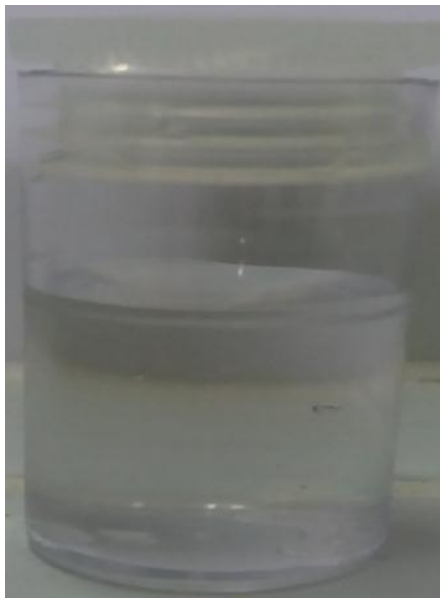
4.2.8 pH

O termo pH representa a concentração de íons hidrogênio em uma solução. Na água, este fator é de excepcional importância, principalmente nos processos de tratamento (BRASIL, 2009). O valor da acidez depende do pH do ponto final ou do indicador usado (OLIVEIRA, 2016).

Em relação à determinação do pH, transferiu-se a amostra para a cubeta pequena (Figura 12) até a sua marca. Adicionou-se 01 gota do reagente de pH

fechou e agitou-se, abriu a cubeta, posicionou-se a mesma sobre a cartela de comparação visual das análises colorimétricas e depois fez-se a comparação de cor.

Figura 12: Amostra para determinação do pH



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

4.3 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

A proposta dessa análise é observar a qualidade microbiológica da água do rio Igaraçu (próximo a comunidade Alto do Batista) utilizada no consumo da população local, além de identificar a presença de coliformes totais e termotolerantes. O material foi analisado no Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal do Piauí.

4.3.1 Procedimento de coleta

As amostras de água do rio Igaraçu, próximo a comunidade Alto do Batista, foram coletadas em quintuplicata em frascos esterilizados. Foram selecionados 03 (três) pontos do local para a coleta. A metodologia utilizada para a determinação de coliformes totais termotolerantes, Número Mais Provável (NMP) baseado na técnica de tubos múltiplos, foram baseadas no Manual Prático de Análise de água fornecido pela Funasa (2009).

Cabe ressaltar que a coleta das amostras foi realizada durante o dia. As mesmas foram embaladas e transportadas dentro de um isopor com gelo para preservação até o local de análise. O procedimento foi realizado sob condições assépticas e no período de tempo inferior a uma hora para uma melhor confiabilidade dos resultados.

4.3.2 Procedimento de análise

4.3.2.1 Determinação presuntiva do número mais provável (NMP).

As amostras foram diluídas na água de diluição, preparada segunda a Funasa (2009), contendo fosfato de potássio monobásico (KH_2O_4) e cloreto de magnésio hexahidratado ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$).

Para a determinação do NMP de coliformes totais e coliformes fecais contidos nas amostras de água, inoculou-se proporções de 1:1, 1:10 e 1:100 consecutivas de tubos em quintuplicatas, 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 tubos 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). O número de tubos positivos com presença de gás foi anotado e determinado o NMP/g.

4.3.2.2 Teste confirmatório de coliformes totais

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

4.3.2.3 Teste confirmatório de coliformes termotolerantes

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

4.3.2.4 Contagem padrão em PCA

A partir das amostras frescas, alíquotas de 1ml de cada um dos pontos selecionados foi inoculada para a contagem padrão em placas com o meio *Plate Count Agar* (PCA). As alíquotas foram preparadas com cerca de 15 ml do meio estéril em placas de petri pela técnica de *pour plate*. Para a homogeneização foram feitos movimentos em ∞ cerca de 10 vezes. Após a inoculação e solidificação do meio, as placas foram incubadas invertidas, em uma estufa microbiológica com temperatura de $35^{\circ}\text{C} \pm 1$ durante 48 horas. Após esse período as placas foram retiradas e as quantidades de colônias foram contadas, foram consideradas apenas as placas que tiveram ente 25 a 250 colônias para o cálculo. Para a determinação das unidades formadoras de colônias por grama (UFC/g) o número de colônias foi multiplicado pelo inverso do fator de diluição correspondente.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação aos parâmetros físico-químicos das amostras analisadas obteve-se uma conformidade no que se refere aos valores padronizados pela portaria N° 518 de 25 de março de 2004. A Tabela 5 retrata os valores obtidos das análises realizadas, em seguida serão discutidos.

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

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS						
			Limite*	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
Alcalinidade	Parcial	(mg L ⁻¹ CaCO ₃)	**	0,0	0,0	0,0
Alcalinidade	Total	(mg L ⁻¹ CaCO ₃)	**	18	16	14
Amônia (mg L ⁻¹ NH ₃)			1,5	0,25	0,25	0,25
Cloretos (mg L ⁻¹ Cl ⁻¹)			250	24,5	10,5	10,5
Cor (mg L ⁻¹ Pt/Co)			15	3	3	3
Dureza total (mg L ⁻¹ CaCO ₃)			500	12	12	10
Ferro (mg L ⁻¹ Fe)			0,3	0,25	0,25	0,25
Turbidez (NTU)			5	>50	>50	>50
Oxigênio consumido (Mg L ⁻¹ O ₂)			3	0	0	0
pH (un. pH)			6,0-9,5	7,0	7,0	7,0

Fonte: Acervo pessoal, 2016.

*Valores estabelecidos pela Portaria n° 518/2004 – Ministérios da Saúde

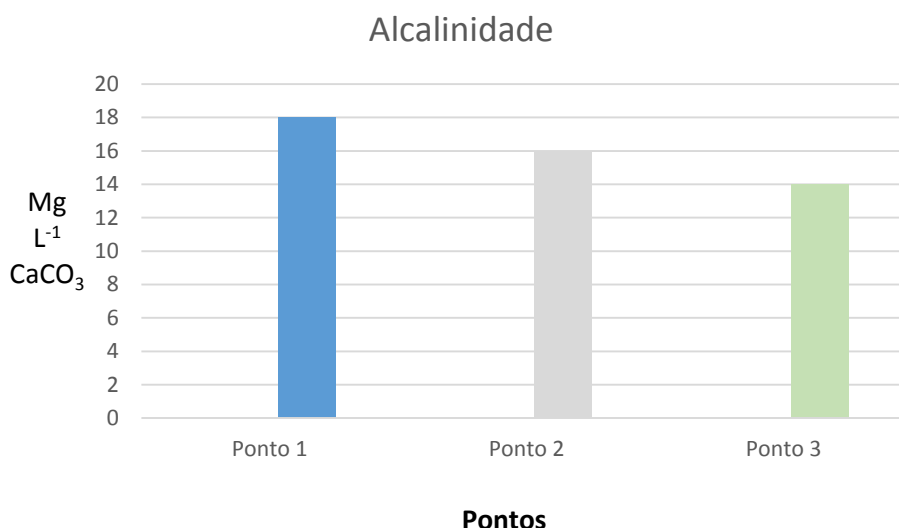
**Valores não estabelecidos, porém, importantes para avaliação geral.

5.1 ALCALINIDADE

Segundo a Portaria N° 518/2004 do Ministério da Saúde o parâmetro alcalinidade total não apresenta perigo a saúde pública e por isso não estabelece um limite a ser atingido. Entretanto, o conhecimento desse parâmetro é importante, pois permite a definição de dosagens de agentes flocculantes em estações de tratamento.

Em relação aos valores obtidos de alcalinidade total (os de alcalinidade parcial são todos zero por isso não são visualizados no gráfico) das amostras de água analisadas referentes aos três pontos estão expostos no Gráfico 1.

Gráfico 1: Resultado obtido de Alcalinidade

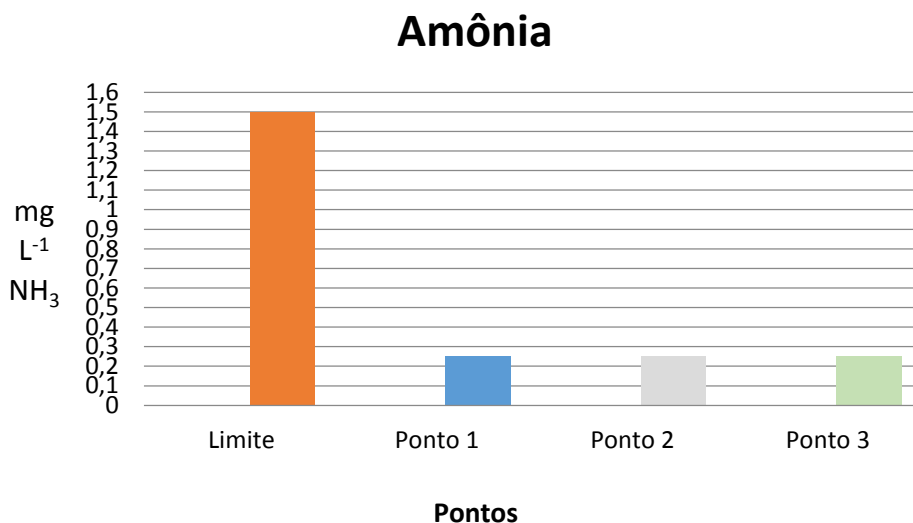


Fonte: Acervo pessoal, 2017.

O Ministério da Saúde (2006), no guia de boas práticas no abastecimento de águas, declara que a “água deve ser tratada para ter alcalinidade e dureza de cálcio iguais a 50 mg/L CaCO₃” “[...] possuir alcalinidade e dureza iguais a, no mínimo, 35 mg/L de CaCO₃”.

5.2 AMÔNIA

O limite para a concentração de nitrogênio amoniacal estabelecido pela Portaria 518/2004 é de 1,5 mg L⁻¹ NH₃. Os valores oriundos dos três pontos analisados foram de 0,25 mg L⁻¹ NH₃ (Gráfico 2), ou seja, de acordo com o limite estabelecido o parâmetro amônia se obteve dentro do padrão. Em outras palavras o processo de degradação biológica da matéria orgânica nos pontos estudados está ocorrendo de forma aceitável.

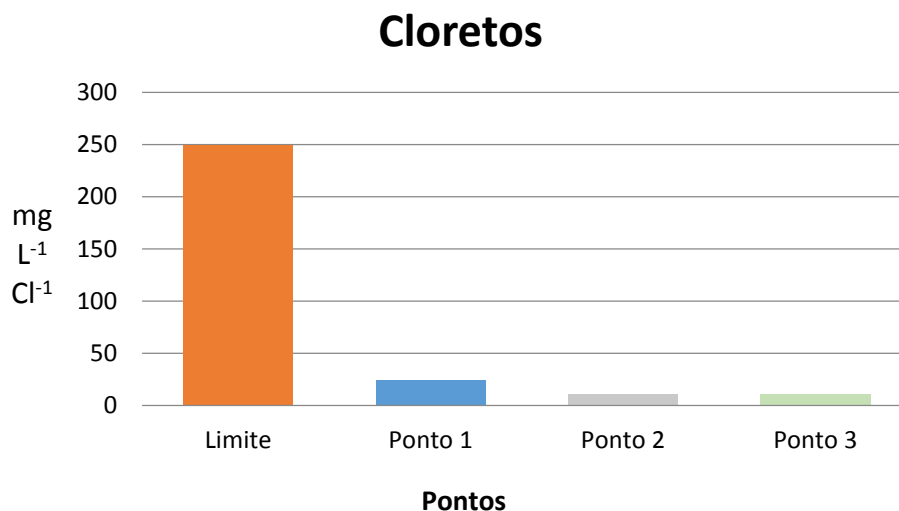
Gráfico 2: Resultado para análise de Amônia.

Fonte: Acervo pessoal, 2017.

5.3 CLORETOS

Segundo Funasa (2014) a determinação de cloretos se permite quantificar os íons Cl^- na água e estes se encontram em forma de cloretos de sódio (NaCl), de magnésio (KCl) e de cálcio (CaCl_2). O limite estabelecido de Cl^- pela Portaria N° 518/2004 do Ministério da Saúde é de $250 \text{ mg L}^{-1} \text{ Cl}^-$. A presença do íon cloreto na água pode ser atribuída a descargas de efluentes das indústrias químicas (FUNASA, 2014).

Através dos resultados encontrados nas análises o parâmetro cloretos se encontra dentro do limite estabelecido pela Portaria N° 518/2004 segundo os valores encontrados (Gráfico 3). Se a concentração de cloretos for alta acarreta-se num baixo consumo dessa água devido o sabor salgado e também pelo fato do efeito laxativo ser bastante significativo (FUNASA, 2014).

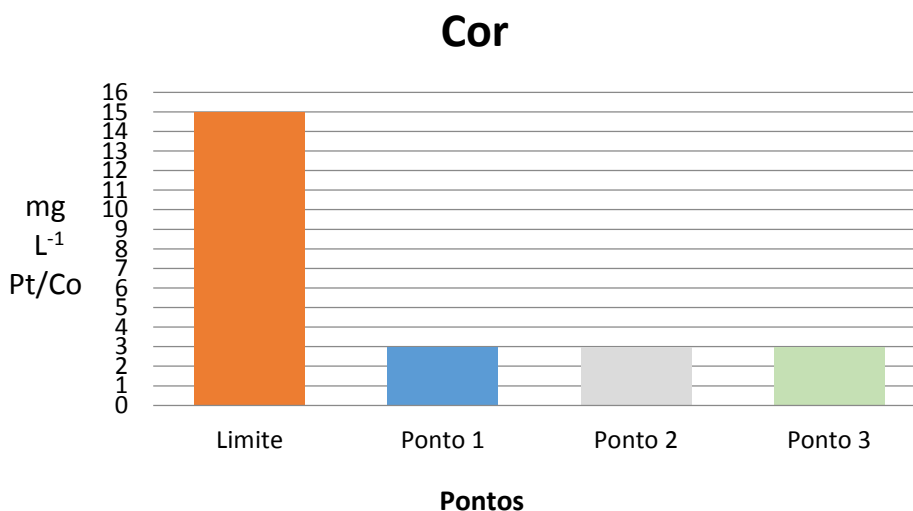
Gráfico 3: Resultados da análise de Cloretos.

Fonte: Acervo pessoal, 2017.

5.4 COR

Para que uma água seja consumida o fator cor é essencial para uma boa aceitação, caso contrário a população dessa água evitará usufruí-la. Diante disso, a Portaria N° 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece o limite de 15 mg L⁻¹ Pt/Co de unidade padrão de cor.

O resultado de cor das análises nos três pontos pesquisados foi de 3 mg L⁻¹ Pt/Co compatível com limite estabelecido pelo Ministério da Saúde. Caso os valores se encontrem em baixa concentração resultado disso é a ausência ou baixa concentração de Manganês (Mn), de Ferro (Fe), de plâncton (seres microscópicos em suspensão nas águas) e de húmus (matéria orgânica degradada de origem vegetal) dentre outras substâncias em solução com a água (MARKOS, 2008).

Gráfico 4: Resultado da análise de cor.

Fonte: Acervo pessoal, 2017.

5.5 DUREZA TOTAL

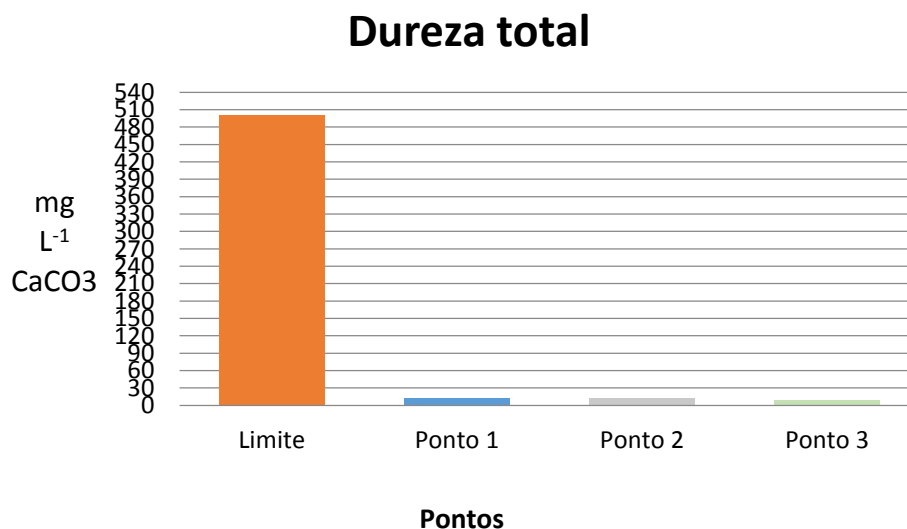
A dureza se define como a resistência oposta a ação do sabão. Esse fenômeno se deve a presença de determinados cátions na água, principalmente os cátions de cálcio e magnésio (FUNASA, 2014).

Em relação aos valores encontrados nos três pontos analisados (Gráfico 5) a classificação da água, segundo a literatura, é considerada como leves.

Tabela 6: Classificação das águas quanto ao grau de dureza.

Mg/L em termos de CaCO ₃	Classificação
0 -75	Leves
75 – 100	Moderadamente duras
150 – 300	Duras
300 para cima	Muito Duras

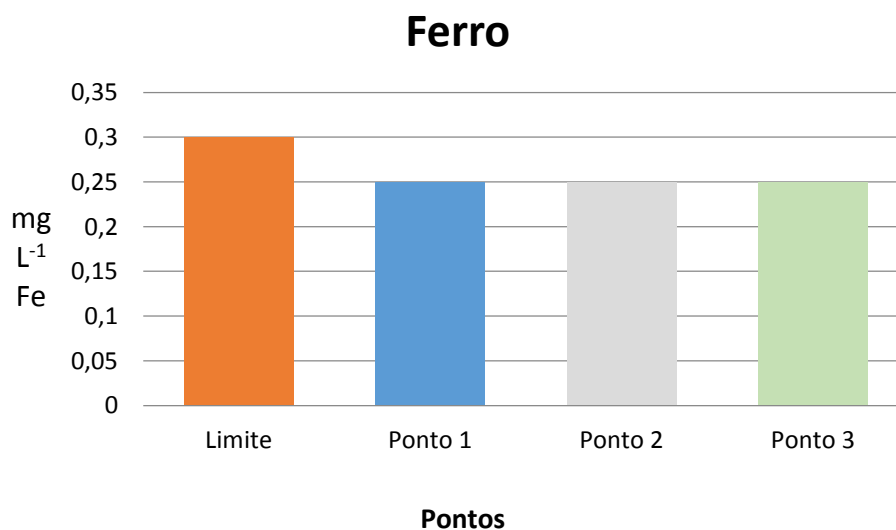
Fonte: FUNASA, 2014.

Gráfico 5: Resultado da análise de dureza.

Fonte: Acervo pessoal, 2017.

5.6 FERRO

O Ferro em quantidades acima do limite estabelecido pela Portaria N° 518/2004 de 0,3 mg L⁻¹ Fe pode acarretar manchas em roupas e louças. Os valores de Ferro nos três pontos analisados foram de 0,25 mg L⁻¹ Fe (Gráfico 6). Cabe ressaltar que os resultados observados estão abaixo do limite designado pelo Ministério da Saúde.

Gráfico 6: Resultado obtido para análise de Ferro, igual nos três pontos.

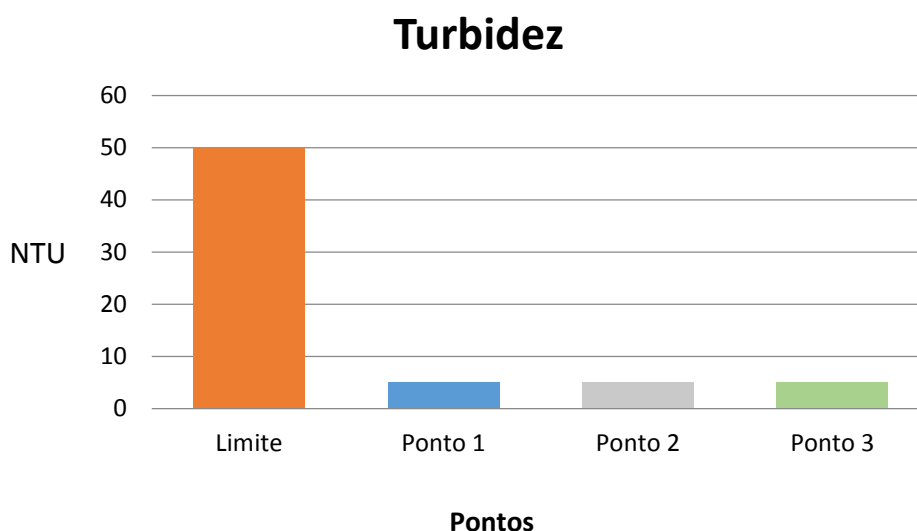
Fonte: Acervo pessoal, 2017

5.7 TURBIDEZ

A turbidez da água está relacionada com partículas sólidas em suspensão que dificultam a transmissão da luz no meio e diminuem a sua transparência. É provocada por plâncton, algas, detritos orgânicos e outras substâncias, como zinco, ferro, compostos de manganês e areia (FUNASA, 2014).

Encontraram-se valores bem abaixo do limite de 50 NTU (Gráfico 7) estabelecido pela Portaria N° 518/2004 do Ministério da saúde. Os resultados encontrados demonstram uma pequena quantidade de sólidos suspensos nos pontos analisados.

Gráfico 7: Resultado da análise de Turbidez

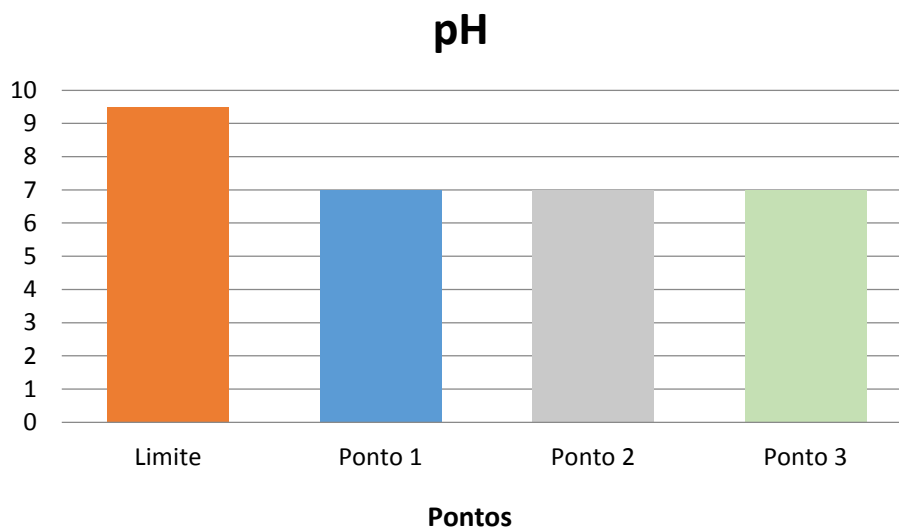


Fonte: Acervo pessoal, 2017.

5.8 PH

O pH representa a concentração de íons hidrogênio em uma solução. É fator primordial nos processos de coagulação, desinfecção e abrandamento das águas (FUNASA, 2014). Para se ter um controle do nível de acidez da água é necessário o controle do pH da mesma. O limite estabelecido pela Portaria N° 518/2004 do Ministério da Saúde está numa faixa de 6,0-9,5.

Os resultados dos três pontos analisados (Gráfico 8) estão todos dentro do limite estabelecido, garantindo o caráter neutro de ambos os pontos.

Gráfico 8: Resultado para análise de pH.

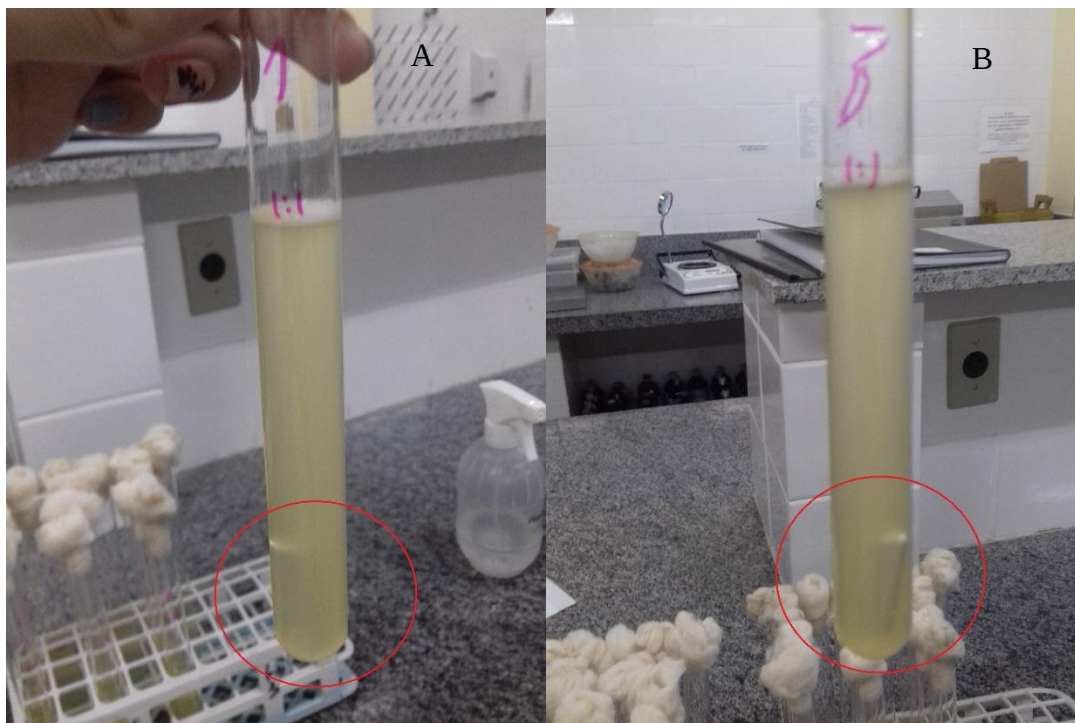
Fonte: Acervo pessoal, 2017.

5.9 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

5.9.1 Coliformes totais e termotolerantes

Como pode ser observado (Figura 13) logo abaixo, os tubos considerados positivos tiveram a produção de gás CO_2 característico do consumo da lactose (EATON, 2005) após o período de 24 ou 48 horas. O grupo de bactérias coliformes possui essa capacidade de fermentar a lactose como fonte de energia.

Figura 13: Tubo contendo CLT com formação de gás correspondente a presença de coliformes. (A) Ponto 1 e (B) Ponto 3 que apresentaram as maiores proporções de coliformes.



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

Fonte: Acervo pessoal, 2017.

As Tabelas 7, 8 e 9 mostram os resultados da análise microbiológica nos pontos 1, 2 e 3 respectivamente.

Tabela 7: Análise microbiológica no Ponto 1.

Meio de cultura	Micro-organismos identificados	Diluição 10^{-1}	Diluição 10^{-2}	Diluição 10^{-3}	NMP/100 mL
Caldo Lauril Triptosado da Himedia – CLT	Coliformes	Positivo	Positivo	Positivo	-
Caldo Verde Brilhante – VB	Coliformes Totais	Positivo	Positivo	Positivo	350

Tabela 7: Análise microbiológica no Ponto 1. Conclusão.

Caldo					350
Escherichia coli - EC	Coliformes Fecais	Positivo	Positivo	Positivo	

Fonte: Acervo pessoal, 2017.

Tabela 8: Análise microbiológica no Ponto 2.

Meio de cultura	Micro-organismos identificados	Diluição 10 ⁻¹ 1	Diluição 10 ⁻² 2	Diluição 10 ⁻³ 3	NMP/100 mL
Caldo Lauril Triptosado da Himedia – CLT	Coliformes	Positivo	Positivo	Positivo	-
Caldo Verde Brilhante – VB	Coliformes Totais	Positivo	Negativo	Positivo	30
Caldo Escherichia coli - EC	Coliformes Fecais	Positivo	Negativo	Positivo	30

Fonte: Acervo pessoal, 2017.

Tabela 9: Análise microbiológica no Ponto 3.

Meio de cultura	Micro-organismos identificados	Diluição 10 ⁻¹ 1	Diluição 10 ⁻² 2	Diluição 10 ⁻³ 3	NMP/100 mL
Caldo Lauril Triptosado da Himedia – CLT	Coliformes	Positivo	Positivo	Positivo	-
Caldo Verde Brilhante – VB	Coliformes Totais	Positivo	Positivo	Positivo	60
Caldo Escherichia coli – EC	Coliformes Fecais	Positivo	Positivo	Positivo	60

Fonte: Acervo pessoal, 2017.

As amostras para os pontos 1 e 3 se encontram com valores superiores de coliformes ao ponto 2, este resultado pode estar associado a fixação das residências da população no seu entorno. O uso da água na pesca, na irrigação, laser ou outras atividades podem ser fatores que contribuíram para esses índices maiores de coliformes nos pontos 1 e 3. Outro fator a ser considerado é a presença de animais próximos a margem, onde as fezes são depositadas, estas apresentam a bactéria *Escherichia coli* como parte da flora intestinal tanto de animais como a dos seres humanos.

O uso de fontes de água contaminada para irrigação dos vegetais e a ingestão da mesma pode trazer diversos prejuízos para a população que habita próximo a estas margens, seja por ingestão direta (como a utilização da água para consumo) ou de forma indireta (como a ingestão de produtos cultivados com essa água) (Silva et al, 2002). Já o ponto 2 se encontra numa área

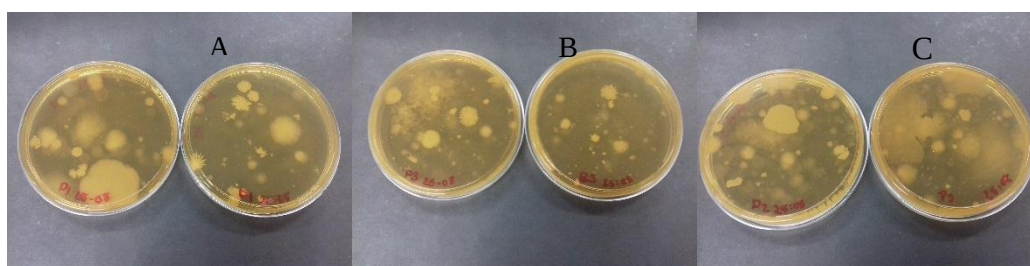
considerada somente para o consumo de água, em contrapartida os pontos 1 e 3 é muito utilizado para o consumo, laser, lavagem de animais e roupas.

É necessário esclarecer que o teste para coliformes foi realizado para confirmar a existência de microrganismos nas amostras, entretanto para quantificá-los é preciso a realização de análises específicas.

5.9.2 Contagem de colônias por meio PCA

A contagem de colônias também apresentou uma quantidade e variedade de formas como mostrado na Figura 14 bem como valores (tabela 10). Na Tabela 10 foram expressos os valores após a contagem tanto em mL como por gramas de amostras.

Figura 14: Placas de PCA, crescimento de colônias. (A) Ponto 1, (B) Ponto 2 e (C) Ponto 3.



Fonte: Autor, 2017.

Tabela 10: Contagem de colônias por meio PCA após 48 horas

Amostras	UFC/ml	Mesofilos (UFC/g)
Amostra 1	>250	2.5×10^{-2}
Amostra 2	± 50	$\pm 5 \times 10^{-2}$
Amostra 3	>250	2.5×10^{-2}

Fonte: Autor, 2017.

Os pontos se encontram em conformidade com a Portaria nº 518/2004 (Brasil, 2004) que estabelece a quantidade de 500 UFC/mL de amostra. Embora a quantidade esteja no limite aceitável, ou seja, abaixo de 250 UFC/mL nos três pontos, os coliformes podem promover irritações intestinais caso sua quantidade

seja excedida no organismo, causando infecções intestinais graves (Libânio, 2010; Toledo & Nicolella, 2002).

6 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nas análises físico-químicas permitiram a conclusão que a água do rio Igaraçu, próximo a Comunidade Alto do Batista em Parnaíba PI, está de acordo com as normas vigentes na Portaria Nº 518/2004 do Ministério da Saúde. No entanto, vale ressaltar o índice alto de Ferro, mesmo que esteja abaixo do limite, é necessário um acompanhamento em função de estar próximo ao limite permitido, uma vez que o excesso de ferro no organismo humano pode acarretar complicações tóxicas e possíveis danos teciduais (GROTTO, 2011). Uma proposta para trabalhos futuros!

A análise microbiológica, coliformes totais e termotolerantes, mostraram-se presentes na amostra estudada. Os pontos 1 e 3 obtiveram maiores quantidades de coliformes do que o ponto 2. Vale ressaltar que essa metodologia de análise teve a finalidade de confirmar a presença de coliformes totais e termotolerantes nas amostras, acrescentando, o Número Mais Provável (NMP) para dar uma média de coliformes por 100 mL de amostra. Entretanto, para quantificar o número exato é exigido outras metodologias e novos meios de culturas, assim sendo, uma proposta para trabalhos futuros. A análise de contagem por placas (PCA) se encontra em conformidade com a Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde.

É imprescindível a realização do acompanhamento da qualidade das águas do rio Igaraçu próximo a Comunidade Alto do Batista, pois enquanto permanecer a ausência de água encanada (tratada) para a mesma os moradores irão continuar a consumir a água do rio por não ter outra opção, o que demonstra a necessidade de investimento do poder público para oferecer a população local água tratada.

7 REFERÊNCIAS

Associação Brasileira das Empresas Estaduais em Saneamento – AESBE.

Aprovação do PLANSAB não traz certeza sobre o futuro do saneamento. Sanear: A Revista do Saneamento, ano VI, n.23, p. 49, Janeiro de 2014.

BRASIL. **Laudo Técnico Preliminar: Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais.** In: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Minas Gerais, 2015.

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

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

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

Brasil. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília : Funasa, 2014.

BRASIL. República Federativa do, – CASA CIVIL – SUBCHEFIA PRA ASSUNTOS JURÍDICOS. **LEI 6.938 de 31 de agosto de 1981 vide DECRETO de 15 de setembro de 2010.**

BROWN, Theodore; LEMAY, H. Eugene; BURSTEN, Bruce E. **Química: a ciência central.** 9 ed. Prentice-Hall, 2008.

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

FILHO, Francisco José de Paula. Avaliação integrada da bacia de drenagem do Rio Parnaíba através de fatores de emissão de cargas de nitrogênio e fósforo e índices de qualidade da água, Ceará. 2014. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar-Labomar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

FREITAS, Marcelo Bessa; FREITAS, Carlos Machado. **A vigilância da qualidade da água para consumo humano: desafios e perspectivas para o Sistema Único de Saúde.** Ciências e saúde coletiva, v. 10, n. 4, p.993-1004, 2005.

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

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

LOPES, Luciano M. N. Sinapse Múltipla. O rompimento da barragem de Mariana e seus impactos socioambientais, Niterói, 2016, p. 1-14, 2016.

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

SANTOS, A. S. Tipos de Poluição. 2002.

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

SILVA, N. I. FONTES, L. O. TAVELLA, L. B. OLIVEIRA, J, B. OLIVEIRA, A. C. Qualidade da água na irrigação. ACSA. Agropecuária Científica no Semiárido. Vol. 07. Nº 03. 2011.

SILVA, L. I. D. CARNEIRO, EMÍDIO M. C, V. S., JUNIOR S. S. H., MONTEIRO M. I. C. **DETERMINAÇÃO DAS FORMAS DE NITROGÊNIO E NITROGÊNIO TOTAL EM**

ROCHAS-RESERVATÓRIO DE PETRÓLEO POR DESTILAÇÃO COM ARRASTE DE VAPOR E MÉTODO DO INDOFENOL. *Quim. Nova*, Vol. 29, No. 1, 46-51, 2006. Spectro Kit Ferro Tiofer Disponível em <http://www.alfakit.ind.br/spectro-kit-ferro-tiofer-cod-206/1/>>. Acessado em 23/01/2017.

SKOOG & WEST & HOLLER et al. **Fundamentos de Química Analítica.** 1 ed. Cengage learning, 2014.

OLIVEIRA, Bruna Maria Bitencourt. Avaliação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos das águas do açude Joana no Município de Pedro II-PI. 2016. Dissertação (Graduação em Química) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Parnaíba.

OLIVEIRA, Marly Lopes de. *Utilização de Tradescantia Pallida como bioindicador de contaminação ambiental ao longo do Rio Igaraçu, Piauí.* 2014. Tese (Doutorado em Geografia) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

SPERLING, Marcos Von. *Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuais.* 3. ed. Minas Gerais: DESA, 2005.

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

MUCELIN, Carlos Alberto; BELLINI, Marta. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, v. 20, p. 111-124, 25/02/2008.

NUNES, Rachel de Moura. Avaliação do Risco do Cromo Presente no Lodo de Industrias de Curtume. *Saúde, Saneamento e Meio Ambiente*, Alta Paulista, v. 8, n. 12, p. 222-233, 2012.

NUNES, Luiz. Disponibilidade de água doce no planeta. PROJECT FEUP, Porto, outubro, 2009. Disponível em: http://paginas.fe.up.pt/~projfeup/cd_2009_10/relatorios/R209.pdf. Acesso em: 12/05/2017.

Rebouças, Aldo da Cunha. "Águas subterrâneas." *Rebouças, A C.; Braga, B.; Tundisi, JG Águas Doces no Brasil capítulo 4* (1999): 117-151.

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

Victorino, Célia Jurema Aito. *Planeta água morrendo de sede: uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos / Célia Jurema Aito Victorino*. – Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.

VON SPERLING, M. *Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 3ª ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. 452 p.

GROTTO, H.Z.W. Metabolismo de ferro: uma visão sobre os principais mecanismos envolvidos em sua homeostase. *Rev. Bras. Hematol. Hemoter.* v. 30, n. 5, p. 390-397, 2008.