



UNILAB

**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-
BRASILEIRA**

**INSTITUTO DE ENGENHARIAS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU EM GESTÃO DE RECURSOS
HÍDRICO, AMBIENTAIS E ENERGÉTICOS**

NAYARA RODRIGUES DA CUNHA

**MONITORAMENTO FÍSICO-QUÍMICO E MICROBIOLÓGICO DO RIO
JAGUARIBE - TABULEIRO DO NORTE/CE**

LIMOEIRO DO NORTE

2018

NAYARA RODRIGUES DA CUNHA

MONITORAMENTO FÍSICO - QUÍMICO E MICROBIOLÓGICO DO RIO
JAGUARIBE - TABULEIRO DO NORTE/CE

Monografia apresentada ao Curso de Especialização Lato Sensu em Gestão de Recursos Hídrico, Ambientais e Energéticos da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Gestão de Recursos Hídrico, Ambientais e Energéticos.

Orientador: Prof. MSc Cícera Robstânia Laranjeira de Passos

LIMOEIRO DO NORTE

2018

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Sistema de Bibliotecas da UNILAB
Catalogação de Publicação na Fonte.

Cunha, Nayara Rodrigues da.

C977m

Monitoramento Físico-Químico e Microbiológico do Rio Jaguaribe -
Tabuleiro do Norte/CE / Nayara Rodrigues da Cunha. - Redenção,
2018.

28f: il.

Monografia - Curso de Especialização em Gestão De Recursos
Hídricos, Ambientais E Energéticos, Instituto De Engenharias E
Desenvolvimento Sustentável, Universidade da Integração
Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2018.

Orientadora: Profa. Me. Cícera Robstânia Laranjeira de Passos.

1. Água - Microbiologia. 2. Rio Jaguaribe. 3. Água -
Tabuleiro do Norte. 4. Água - Órgãos reguladores. I. Título

CE/UF/BSCL

CDD 628.162

UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA
AFRO-BRASILEIRA

NAYARA RODRIGUES DA CUNHA

MONITORAMENTO FÍSICO – QUÍMICO E MICROBIOLÓGICO DO RIO
JAGUARIBE - TABULEIRO DO NORTE/CE

Monografia julgada e aprovada para obtenção do título de Especialista em da
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira.

Data: ____ / ____ / ____

Nota: _____

Banca Examinadora:

Prof. MSc Cícera Robstânia Laranjeira de Passos (Orientadora)

Prof. MSc Maria Jorgiana Ferreira Dantas

Prof. MSc. José Cirilano da Cruz Ferreira

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer, em primeiro lugar, a Deus pelo fôlego de vida, por me sustentar com saúde até aqui, pela força dada para enfrentar as lutas diárias, pelo seu infinito amor e zelo por minha vida.

Aos meus familiares, em especial meus pais por ser minha base, e sempre estarem orando pelo meu sucesso em todas as áreas da minha vida. As minhas irmãs pela amizade e o companheirismo e as minhas tias que sempre me incentivaram a ir atrás dos objetivos, as vezes até do que eu achava que não era capaz e se tornaram objetivos alcançados.

A empresa a qual trabalho, Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, a qual estou inserida desde de dezembro de 2013, que tem me proporcionado muitas realizações e em especial ao meu coordenador e ao meu gerente.

A minha orientadora, Cícera Robstânia, pela dedicação e suporte ofertado com empenho, pelas suas correções e observações com toda sua paciência que me foram dedicados

Aos meus amigos e companheiros de trabalhos que tornam uma convivência diária harmoniosa, em especial a Gabrielli Gonçalves Matoso e Michelle da Silva Loureiro, que juntas demos início a esta especialização, juntas enfrentamos as dificuldades, uma dando incentivo a outra para não desistir. Não poderia deixar de agradecer também a colega Maiane Estevão que nos apresentou o curso de especialização e nos ajudou bastante.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Classes de enquadramento e respectivos usos e qualidade da água.....	14
Figura 2 - Bacias Hidrográficas do Ceará.....	17
Figura 3 - Localização da Cidade de Tabuleiro do Norte	18
Figura 4 - Levantamento pluviométrico nos de 2015 e 2016.....	20
Figura 5 - Rio Jaguaribe em Tabuleiro do Norte. Fonte: Acervo do Autor (2018).....	21
Figura 6 - Rio Jaguaribe em Tabuleiro do Norte em 2009	21
Figura 7 – Monitoramento da Cor Verdadeira em 2015.....	22
Figura 8 – Monitoramento da Cor Verdadeira em 2016.....	22
Figura 9 – Monitoramento da Turbidez em 2015.....	23
Figura 10 – Monitoramento da Turbidez em 2016.....	23
Figura 11 – Monitoramento de pH em 2015.....	24
Figura 12 – Monitoramento de pH em 2016.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Parâmetros analisados, unidades de medidas, métodos, valores máximos e referências	19
Tabela 02 – Valores de Coliformes Totais em 2015 e 2016	25
Tabela 03 – Valores de <i>Escherichia coli</i> em 2015 e 2016	25

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

°C – _____ Grau Celsius

ASA – _____ Articulação Semiárido Brasileiro

Br – _____ Rodovia Brasileira

CAGECE – ____ Companhia de Água e Esgoto do Ceará

COGERH – ____ Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará

CONAMA – ____ Conselho Nacional do Meio Ambiente

FUNASA – ____ Fundação Nacional de Saúde

H+ – _____ íon de hidrogênio

IBGE – _____ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPECE – _____ Instituto de Pesquisa e Estatística e Econômica do Ceará

km – _____ Quilômetros

ml – _____ mililitros

mm – _____ milímetros

NE – _____ Não Especificado

NMP – _____ Número Mais Provável

pH – _____ Potencial Hidrogeniônico

SR – _____ Sem Resultado

uH – _____ Unidade Hazen

UNT – _____ Unidade Nefelométrica de turbidez

XX – _____ Vinte em Algarismo Romanos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Abordagem Introdutória.....	12
2.2 Órgãos Monitoradores	12
2.3 O CONAMA – Órgão Regulador	13
2.4 Controle da Qualidade	14
3 METODOLOGIA	15
3.1 Caracterização da Área	15
3.2 Delimitação da área	18
3.3 Levantamento de Dados	18
4 RESULTADOS E DISCURSÕES	19
4.1 Regime Pluviométrico.....	20
4.2 Resultados de Cor Verdadeira	21
4.3 Resultados de Turbidez	23
4.4 Resultados de pH	24
4.5 Resultados de Coliformes Totais	25
4.6 Resultados de <i>Escherichia coli</i>	25
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
6 REFERÊNCIAS	27

MONITORAMENTO FÍSICO – QUÍMICO E MICROBIOLÓGICO DO RIO JAGUARIBE - TABULEIRO DO NORTE/CE

Nayara Rodrigues da Cunha¹

Cícera Robstânia Laranjeira Passos²

RESUMO

Estamos em constante busca pela qualidade de vida, e a água é um bem que devemos tratar, correr atrás de melhores tratamentos e preservar nossos mananciais, pois eles estão diretamente relacionados a qualidade de vida da população. Neste trabalho iremos abordar o monitoramento da qualidade da água do rio Jaguaribe na cidade de Tabuleiro do Norte, em uma abordagem associando os limites dos parâmetros estabelecidos por órgãos regulares aos encontrados no monitoramento para classificar se o rio Jaguaribe que percorre Tabuleiro do Norte está enquadrado em uma água de qualidade para o consumo humano, após tratamento. Utilizamos de dados de controle e monitoramento do rio no decorrer de dois anos, de janeiro de 2015 a dezembro de 2016, observamos os parâmetros físico-químicos, cor verdadeira, turbidez e pH; e parâmetros microbiológico, coliformes totais e *Escherichia coli*. Dos resultados apresentados todos apresentaram – se satisfatórios, principalmente a turbidez que as médias anuais foram menores que os valores exigidos pelos órgãos reguladores.

Palavras-chave: Órgãos Reguladores: Rio Jaguaribe: Tabuleiro do Norte.

ABSTRACT

We are constantly searching for quality of life, and water is a good we should treat, to pursue better treatments and preserve our watersheds, because they are directly related to the quality of life of the population. In this work we will focus on monitoring the quality of the Jaguaribe River in the city of Tabuleiro do Norte, in an approach associating the limits of the parameters established by regular organs to those found in the monitoring to classify if the Jaguaribe River that traverses Tabuleiro do Norte is framed in a quality water for human consumption after treatment. We used data from control and monitoring of the river over two years, from January 2015 to December 2016, we observed the physical - chemical parameters, such as true color, turbidity and pH; and microbiological parameters such as total coliforms and *Escherichia coli*. From the presented results all were satisfactory, mainly the turbidity that the annual averages were smaller than the values demanded by the regulating organs.

Keywords: Governing Bodies: Jaguaribe River: Tabuleiro do Norte.

1 Estudante do Curso de Especialização em Gestão de Recursos Hídrico, Ambientais e Energéticos pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira e Universidade Aberta do Brasil, polo Limoeiro do Norte - CE.

2 Mestre em Eng^o Civil e Ambiental com área de concentração em Eng^a Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande - PB.

1 INTRODUÇÃO

O Ceará passou cerca de seis anos (2012-2018) enfrentando uma crise hídrica, refletindo em insuficiência para recarga dos reservatórios e rios, tornou-se, assim, difícil o gerenciamento dos recursos hídricos, e a continuidade da qualidade da água desses mananciais. As diversas atividades antrópicas nas bacias hidrográficas do estado vêm degradando ainda mais a qualidade da água desses reservatórios (SOUZA et al., 2017).

Em grande parte das localidades do Ceará, a fonte hídrica para os principais usos da água, ocorre por meio de captação/tomada superficial. Porém, para esta forma de captação, a qualidade se encontra mais susceptível de ser comprometida por diversas fontes de poluição, podendo comprometer o abastecimento da cidade ou região. Na capital do estado, por exemplo, há registros de que o rio Maranguapinho, sofre impactos ambientais por meio da poluição por resíduos sólidos urbanos; enquanto que, no interior do estado, mananciais como o açude Aduino Bezerra e rio Jaguaribe recebem rejeitos de agriculturas e carciniculturas, respectivamente, alterando a qualidade da água.

De forma a impedir a intensificação da poluição dos cursos de água, existem instrumentos legais e entidades envolvidas na gestão e fiscalização da água destinada ao consumo humano e outros fins. Contudo, para que esses instrumentos possam ser aplicados, se faz necessária à caracterização da água a fim de acompanhar a existência da possível carga poluidora. A Resolução do CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, complementada e alterada pela Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011, 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; a mesma ainda especifica os valores máximos aceitáveis para determinado padrão da qualidade da água de acordo com sua classificação.

O rio Jaguaribe, principal corpo hídrico que percorre o estado do Ceará, pertencente a bacia hidrográfica do Jaguaribe, sendo esta considerada a de maior dimensão do território estadual, com área de 74.600 Km², equivalente a cerca de 50% do estado do Ceará, na qual se localiza o Açude Castanhão, projetado para capacidade de 6.700.000.000 m³ e contribui consideravelmente para o aumento das reservas hídricas no estado.

Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo analisar qualidade do rio Jaguaribe correspondente ao trecho pertencente ao município de Tabuleiro do Norte, analisando o atendimento à classe do corpo d'água como preconiza a Resolução Conama nº 430/2011. Dessa forma, o monitoramento das variáveis cor verdadeira, turbidez, pH e *Escherichia coli* se fez necessário para análise e verificação da qualidade do corpo d'água e seu enquadramento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Abordagem Introdutória

O atual clima do semiárido se instalou entre 8 e 10.000 anos atrás e o comportamento das chuvas foi documentado pelos viajantes desde a época do Império. Comparado com outras regiões semiáridas do mundo, onde chove entre 80 a 250mm por ano, o semiárido brasileiro é o mais chuvoso do planeta, apresentando, em média, de 200 a 800mm anuais (ASA, 2018).

Segundo Rossi *et al* 2012, o comprometimento da qualidade das águas dos rios impede que os mesmos desempenhem suas funções ambientais, sociais, culturais e religiosas. O uso e ocupação do solo urbano tem uma grande interferência na qualidade das águas, qualquer forma de uso indevido pode provocar alterações no meio aquático, podendo ser afetada por diversos fatores, como a evaporação e infiltração, a eutrofização, o descarte indevido de efluentes provenientes de esgotos domésticos e industriais.

Em fevereiro de 2015, a Companhia de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – COGERH, realizou pesquisa que revelou que os reservatórios monitorados representam cerca de 90% da reserva hídrica superficial do Estado, com capacidade máxima de acumulação é de 18,8 bilhões de m³, sendo o volume então armazenado de apenas 3,58 bilhões de m³, o que equivale a apenas 19,03% da capacidade. Porém, considerando que mais da metade da reserva está em apenas 2 reservatórios (Castanhão e Orós), apresenta-se a acumulação do Estado incluindo esses açudes (19,03%) e sem a sua inclusão (11,04%). Verificando-se que dos 141 reservatórios, 91 possuem no máximo 10% de acumulação (IPECE, 2015).

2.2 Órgãos Monitoradores

No intuito de monitorar a qualidade e a preservação dos mananciais temos, no Estado do Ceará, a Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará (COGERH), que exerce um papel importante no monitoramento e preservação de todos os corpos de água do Estado, e a Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), que também faz o monitoramento da qualidade dos mananciais nos pontos em que ela realiza a captação de água para tratamento e distribuição para consumo humano, após o tratamento e desinfecção, seguindo as exigências da Portaria nº 2914 de 2011, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, então anexo XX da Portaria de Consolidação número 5 de 28 de setembro de 2017.

2.3 O CONAMA – Órgão Regulador

O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente-SISNAMA, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Resolução é um Ato do CONAMA, que trata de deliberação vinculada a diretrizes e normas técnicas, critérios e padrões relativos à proteção ambiental e ao uso sustentável dos recursos ambientais, é na Resolução de nº357 de 17 de março de 2005, onde 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.

O capítulo II da Resolução classifica os corpos de água doce, salobra e salina em classes segundo a sua qualidade. Iremos destacar o corpo de água doce, onde se enquadra o nosso alvo da pesquisa, e suas classe:

De acordo com a Resolução do CONAMA nº 357, as águas doces são classificadas em: classe especial, classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4. As águas de classe especial são as destinadas ao abastecimento para consumo humano, após o processo de simples desinfecção com cloro; à preservação do equilíbrio dos ambientes aquáticos. As águas de classe 1 podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação do contato primário; à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e frutas que se desenvolvem rentes ao solo. As águas de classe 2 podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento

convencional; à recreação de contato primário, tais como natação; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins e atividade de pesca. As águas de classe 3 podem ser destinadas ao consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas; à pesca amadora e à dessedentação de animais. As águas de classe 4 podem ser destinadas à navegação e à harmonia paisagística. Na figura 1 podemos ver os usos e qualidade da água.



Figura 1 – Classes de enquadramento e respectivos usos e qualidade da água.

2.4 Controle da Qualidade

O Nordeste semiárido é uma região pobre em volume de escoamento de água dos rios. Essa situação pode ser explicada em razão da variabilidade temporal das precipitações e das características geológicas dominantes, onde há predominância de solos rasos baseados sobre rochas cristalinas e conseqüentemente baixas trocas de água entre o rio e o solo adjacente. O resultado é a existência de densa rede de rios temporários. A maior exceção é o Rio São Francisco. Esse grande rio, porém, nasce na Serra da Canastra, em Minas Gerais, e só após centenas de quilômetros de percurso entra na região Nordeste (CIRILO, 2008).

Outros rios permanentes são encontrados no Maranhão, no Piauí e na Bahia, com destaque para o Rio Parnaíba. Os rios de regime temporário são encontrados na porção nordestina que se estende desde o Ceará até a região setentrional da Bahia. Entre esses, destaca-se o Jaguaribe, no Ceará, pela sua extensão e

potencial de aproveitamento: em sua bacia hidrográfica se encontram alguns dos maiores reservatórios do Nordeste, como Castanhão e Orós (CIRILO, 2008).

Para administrar os recursos hídricos, o planejamento das ações do Estado do Ceará, foi subdividido em doze bacias ou regiões hidrográficas, de acordo com a presença das unidades regionais de gerenciamento da água. São elas: Bacias da Serra da Ibiapaba e Sertões de Crateús, Bacia do Coreaú, Bacia do Acaraú, Bacia do Litoral, Bacia do Curu, Bacia do Banabuiú, Bacia do Salgado, Bacia do Alto Jaguaribe, Bacia do Médio Jaguaribe, Bacia do Baixo Jaguaribe, Bacias Metropolitanas.

Ter conhecimento sobre as atividades que impactam a qualidade de água de uma bacia hidrográfica, e mais especificamente na região semiárida devido à intermitência de seus rios, é um mecanismo imprescindível para os gestores e tomadores de decisão em recursos hídricos. Mapear o uso e a ocupação do solo para o diagnóstico de uma bacia, bem como avaliar a qualidade de suas águas e classificá-las são fases indispensáveis e obrigatórias para o processo de enquadramento de corpos de água em uma bacia hidrográfica, igualmente para a implementação de políticas públicas voltadas para o controle das poluições pontuais e difusas (LIMA *et al.*, 2018).

O grande desafio relacionado com a produção de água de abastecimento de melhor qualidade está associado às dificuldades de monitoramento da presença potencial de patógenos nas águas, até mesmo nas estações de tratamento de água (ETA) adequadamente operadas. É notável o reflexo direto entre um sistema de abastecimento eficaz em todas as classes sociais com a diminuição da demanda por serviços da saúde pela população (MORAIS *et al.*, 2016)

Além da preocupação com o saneamento, é importante conhecer as fontes de contaminação para que se possa melhor gerir os recursos hídricos. A contaminação da água ocorre, principalmente, por meio do descarte inadequado de dejetos provenientes do homem e de animais, além de efeitos residuais no solo e em vegetais, provocados por uso de defensivos agrícolas. Tais contaminantes podem provocar o desenvolvimento de microrganismos patogênicos, e estes, por sua vez, tendem a gerar os mais diversos tipos de doenças ao ser humano (MORAIS *et al.*, 2016).

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da Área

A região hidrográfica do Baixo Jaguaribe é localizada na porção oriental do Estado do Ceará, limitando-se com o Estado do Rio Grande do Norte a leste, o Oceano Atlântico ao norte, as Bacias Metropolitanas a oeste e ao sul e sudoeste com as regiões hidrográficas do Médio Jaguaribe e Banabuiú, respectivamente (COGERH, 2016).

A região hidrográfica do médio Jaguaribe corresponde a uma das cinco regiões que compõem a Bacia do Jaguaribe, fazendo fronteira com todas as demais, drena uma área de 10.335 km² e seu curso é o rio Jaguaribe, situando-se entre o açude Orós e a localidade Peixe Gordo, onde o rio cruza a rodovia BR 116, percorrendo um curso total de 171km. Sua área equivalente a 13% do território cearense e os índices pluviométricos anuais para essa região ficam em torno dos 742,6mm (COGERH, 2016).

Como pode ser observado na Figura 2, a região em estudo está localizada entre a Bacia do Alto e Baixo Jaguaribe (COGERH, 2016).



Figura 2 – Bacias Hidrográficas do Ceará. Fonte: IPECE, 2018.

Por outro lado, a região hidrográfica do rio Banabuiú compreende os sertões centrais do Ceará mais fortemente submetidos aos rigores da semiaridez. Por sua localização central, limita-se com quase todas as regiões hidrográficas do Estado, com exceção das regiões hidrográficas do Coreaú, do Litoral e do Salgado. O rio Banabuiú é o mais importante rio desta região, trata-se de uma das cinco regiões hidrográficas que compõem a Bacia do Jaguaribe, drenando uma área de 19.810 km². Desenvolve-se no sentido oeste-leste, percorrendo um curso total de 314 km, até desaguar no rio Jaguaribe nas proximidades da cidade de Limoeiro do Norte. Sua área equivale a 13% do território cearense, porém possui déficit hídrico

considerável para todos os municípios nela inseridos, devido às elevadas temperaturas e altas taxas de evaporação, que aliadas às fracas pluviosidades, mantêm o escoamento na rede de drenagem restrito aos períodos chuvosos.

3.2 – Delimitação da Área

A cidade de Tabuleiro do Norte está situada a leste do estado do Ceará, na divisa com o Rio Grande do Norte, localizado nas coordenadas 5°14'48" latitude sul e 38°07'50" longitude oeste. Faz limites ao norte com Limoeiro do Norte e Morada Nova, ao sul com Alto Santo, ao leste com o Estado do Rio Grande do Norte e ao oeste com São João do Jaguaribe e Alto Santo. Possui uma área de 861,8 Km², uma altitude de 39,7m e uma distância em linha reta a capital cearense de 171Km, além de uma população de 29.204 habitantes (IPECE, 2017).

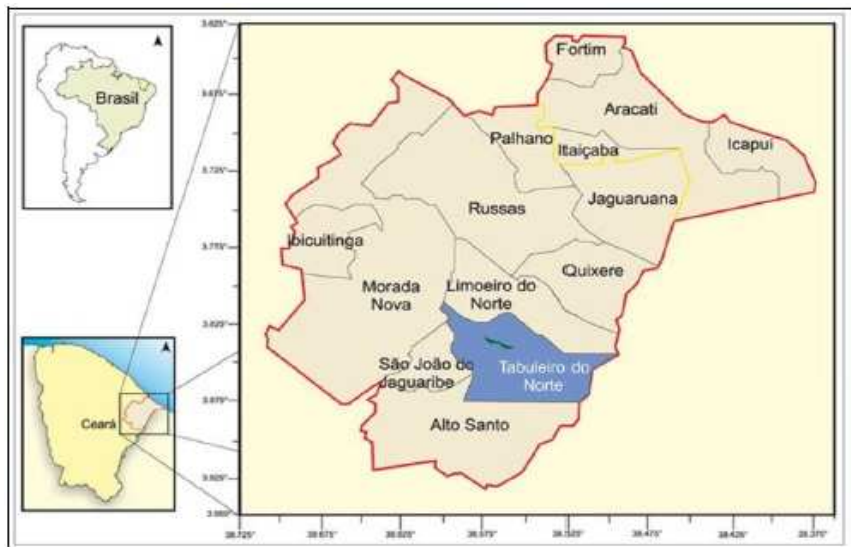


Figura 3: Localização da Cidade de Tabuleiro do Norte.

O município possui clima tropical quente semiárido, apresentando temperatura média de 26° a 28°C, caracterizado por períodos chuvosos entre os meses de fevereiro a abril, tendo uma pluviosidade média de 794,8mm. O município possui uma vegetação do tipo caatinga arbustiva densa, com solos de característica de aluviões, cambissolo e vertissolo, e com relevo chapada do Apodi, planícies aluviais e depressões sertanejas. Pertence as Bacias Hidrográficas do Banabuiú, Baixo e Médio Jaguaribe (IPECE, 2017; IBGE, 2017).

3.3 Levantamento de Dados

O estudo é pautado em uma metodologia experimental e coleta de dados, de abordagem quantitativa quanto aos parâmetros físico-químicos, turbidez, cor verdadeira e pH, e parâmetros microbiológicos, coliformes totais e *Escherichia coli*, da água do rio Jaguaribe, classificada como água doce classe 2, segundo a Resolução CONAMA 357/11. A água do rio é destinada ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional, a proteção das comunidades aquáticas e à recreação de contato primário e aos demais usos menos exigentes.

Foi adotado um estudo de controle e monitoramento mensal da qualidade da água bruta do rio Jaguaribe coletado e realizado pela CAGECE, a qual forneceu os dados das análises realizadas no período de janeiro de 2015 a dezembro de 2016.

Para o processamento dos dados foram utilizadas as ferramentas gráficas e de estatística descritiva da Microsoft Excel. Os dados coletados serão ainda comparados com a Resolução do CONAMA 357 de 17 de março de 2005, no que se refere à Classe 2.

As variáveis analisadas, suas metodologias, valores máximos admitidos de parâmetros físico-químicos e microbiológicos para água doce Classe 2 encontram-se descritas na Tabela 1.

Tabela 1 – Variáveis analisadas durante o monitoramento.

Parâmetros	Métodos	Valores Máximos	Referências
Cor Verdadeira	Comparação Visual	75 uH	Portal Tratamento de Água, 2018
Turbidez	Nefelométrico	100 UNT	Portal Tratamento de Água, 2018
pH	Potenciométrico	6,00 à 9,00	Portal Tratamento de Água, 2018
Coliformes Totais	Substrato Cromogênico	NE	Portal Tratamento de Água, 2018
<i>Escherichia coli</i>	Substrato Cromogênico	1000 NMP/100ml	Portal Tratamento de Água, 2018

Para avaliar os resultados, comparamos com a Resolução do CONAMA 357 de 17 de março de 2005 e verificamos o comportamento do rio Jaguaribe no decorrer dos meses de janeiro de 2015 a dezembro de 2016.

4 RESULTADOS E DISCURSÕES

Para melhor análise e discussão dos resultados, iniciaremos com uma apresentação do regime pluviométrico do período monitorado, em seguida uma análise de cada variável.

4.1 Regime Pluviométrico

Em Tabuleiro do Norte, nos anos de 2015 e 2016, a precipitação foi muito baixa em relação a outros as médias anuais, como podemos analisar na Figura 4. A pluviometria anual na cidade é em torno dos 742,6mm, para o ano de 2015 a média foi de 513,1mm e para o ano de 2016 foi de 428,9mm, agravando ainda mais a crise hídrica que a população viveu nesse período.

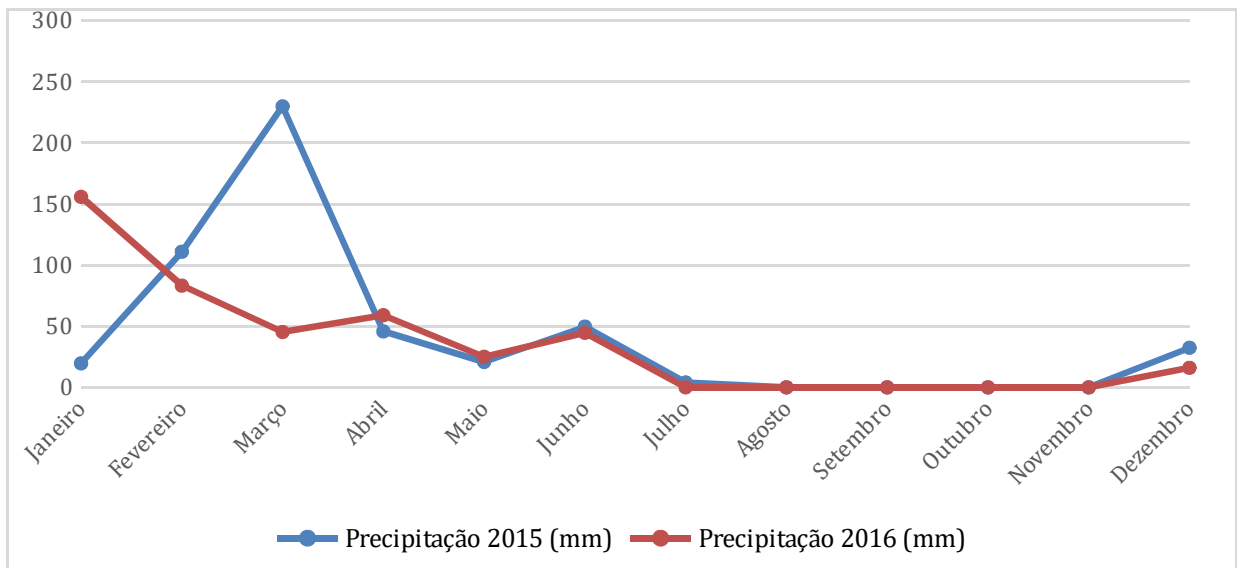


Figura 4 – Levantamento pluviométrico nos de 2015 e 2016.

Estes dados dos anos monitorados são característicos de regiões semiárida, por possuírem índice de pluviosidade baixo, isto é, menor de 800mm ao ano, período chuvoso se restringe a três ou quatro meses durante o ano, índice de insolação grande, e a temperatura varia entre 23°C e 27°C.

Na Figura 5, vemos o rio Jaguaribe na altura da passagem molhada em Tabuleiro do Norte, localização próximo ao local de coletas de amostras. Em que é possível verificar a baixa vazão na localidade, além de observarmos que o solo desta região é rochoso, arenoso e raso, que somado ao clima da região é apontado por estudiosos como propenso à desertificação (TEIXEIRA, 2015).



Figura 5 - Rio Jaguaribe em Tabuleiro do Norte. Fonte: Acervo do Autor (2018).



Figura 6 - Rio Jaguaribe em Tabuleiro do Norte em 2009

4.2 Resultados de Cor Verdadeira

As Figuras 7 e 8 apresentam os valores obtidos de cor verdadeira ao longo do período de monitoramento, 2015 e 2016, respectivamente. Apesar das oscilações, o

comportamento teve valor mínimo 10 uH (2015) e um máximo de 37,5 uH (2016), não ultrapassando o máximo da Resolução do CONAMA 357 de 17 de março de 2005, que é 75 uH, para corpos Classe 2.

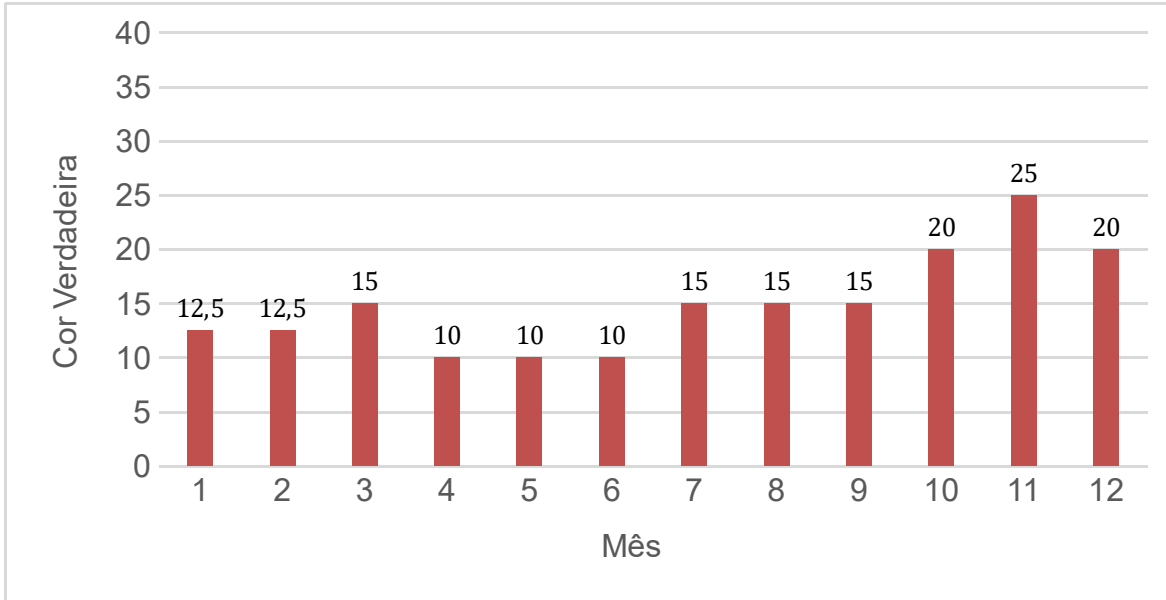


Figura 7 – Monitoramento da Cor Verdadeira em 2015.

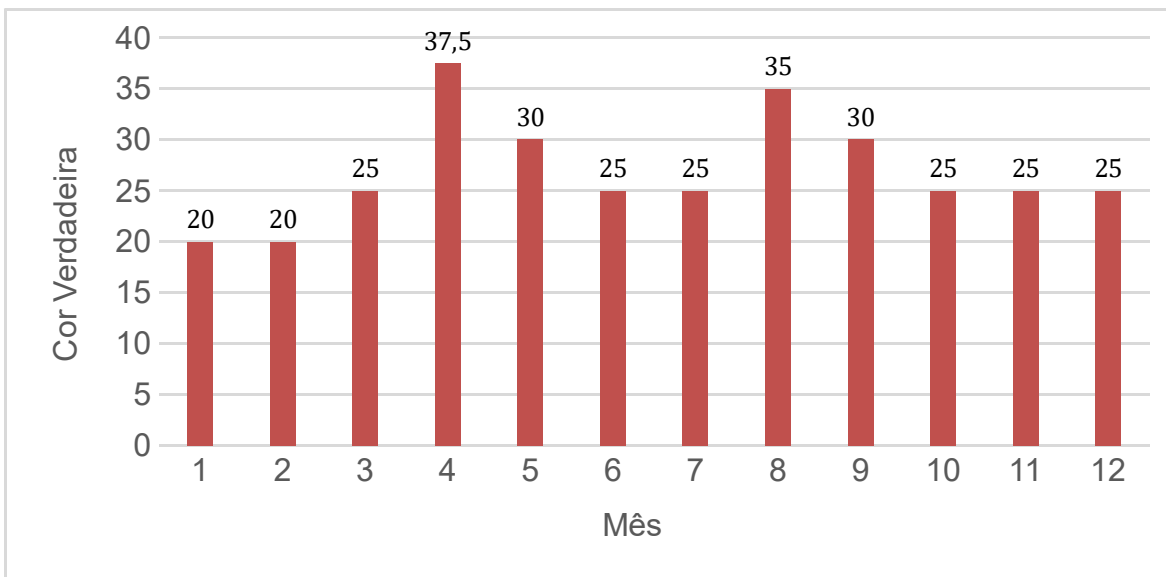


Figura 8 – Monitoramento da Cor Verdadeira em 2016.

Analisando os valores obtidos entre os anos de 2015 e 2016, podemos observar que o parâmetro cor aumenta a partir do final do ano de 2015 e no decorrer de 2016, o que podemos relacionar às precipitações de chuvas nos períodos, em maio de 2015 as precipitações começaram a cair e intensificou ainda mais no mês de julho e seguiu pior no ano de 2016, com a evaporação o manancial ficou com

nível mais baixo, conseqüentemente mais concentrado, refletindo nos valores encontrados no parâmetro de cor verdadeira.

4.3 Resultados de Turbidez

Podemos analisar, nas Figuras 9 e 10, a água bruta de boa qualidade. Tivemos um mínimo de 0,56 UNT e um máximo de 8,19 UNT, contudo não ultrapassou a 100 UNT, o recomendado para rios Classe 2. Vemos que os meses de maiores picos na turbidez coincidem com os meses mais secos. Nos últimos meses de 2015, observamos um período seco onde os parâmetros de turbidez e cor verdadeira tiveram picos em seus resultados.

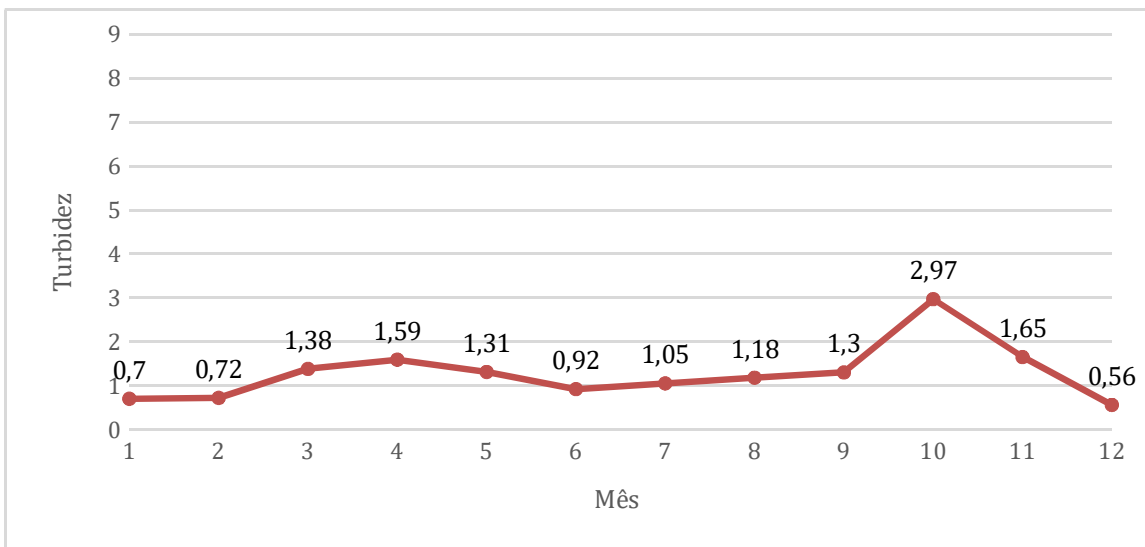


Figura 9 – Monitoramento da Turbidez em 2015.

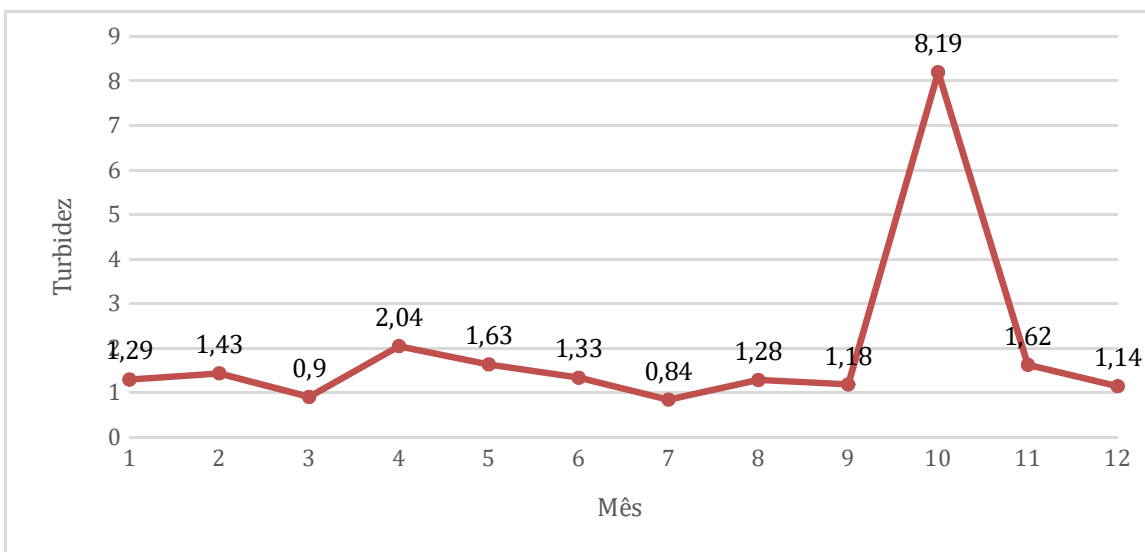


Figura 10 – Monitoramento da Turbidez em 2016.

4.4 Resultados de pH

Nas Figuras 11 e 12, estão dispostos os valores de pH encontrados no período em estudo.

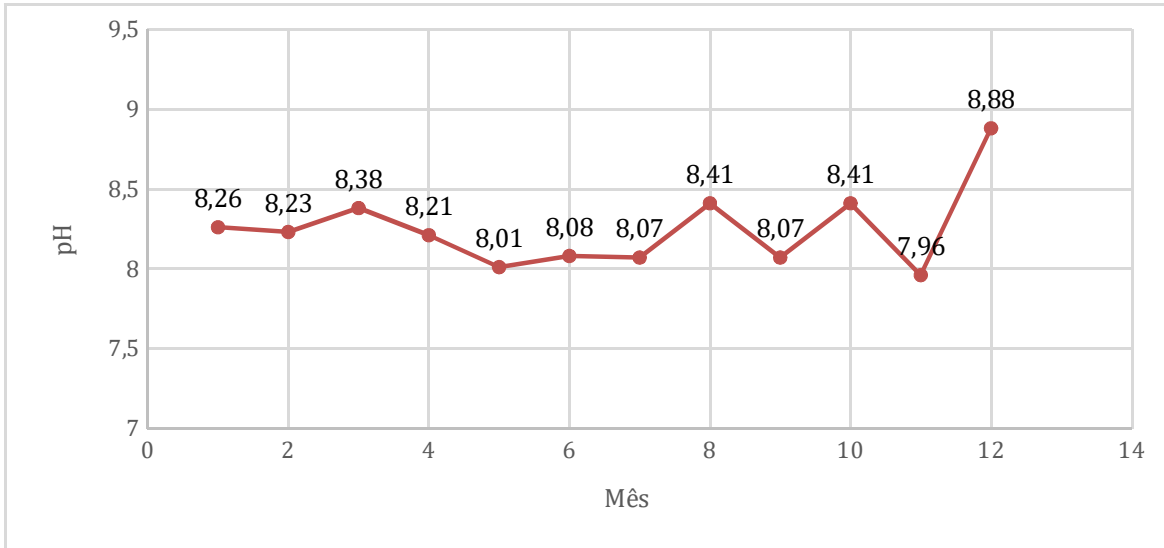


Figura 11– Monitoramento de pH em 2015.

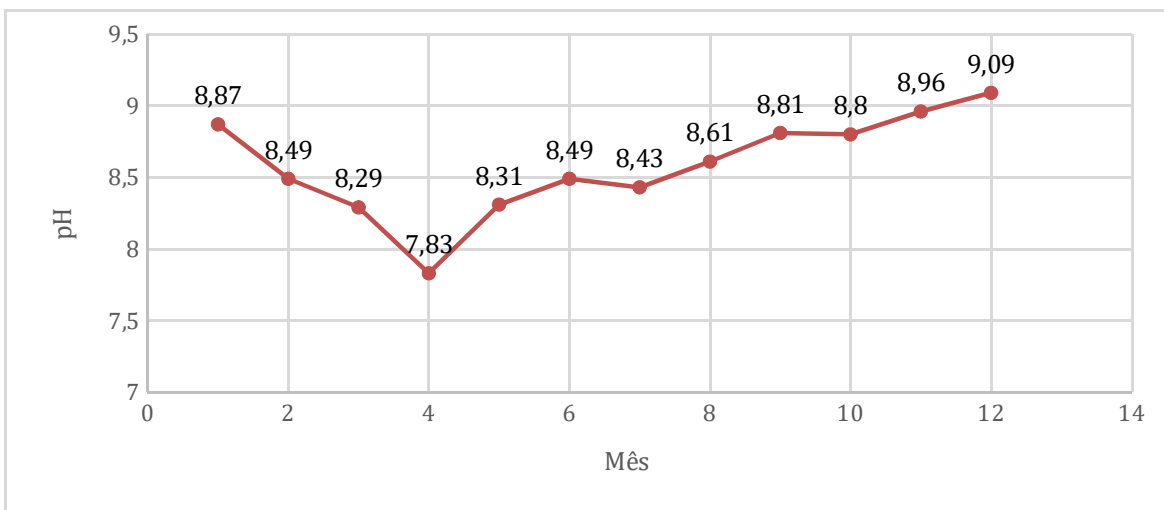


Figura 12– Monitoramento de pH em 2016.

As figuras 9 e 10 apresentam os valores obtidos de pH entre 2015 e 2016, observamos um bom comportamento nos valores de pH, porém vemos uma piora na qualidade no mês de dezembro de 2016 onde o pH chegou a 9,09 uma possível baixa no volume da água pode ter ocasionado o acúmulo de matéria orgânica e consequente o aumento do pH.

4.5 Resultados de Coliformes Totais

Na tabela 2, estão dispostos os valores de coliformes totais obtidos no período de janeiro de 2015 a dezembro de 2016.

Tabela 2 – Valores de Coliformes Totais em 2015 e 2016

Valores de Coliformes Totais 2015		Valores de Coliformes Totais 2016	
Mês	Resultado NMP/100 mL	Mês	Resultado NMP/100 mL
Janeiro	1,0	Janeiro	SR
Fevereiro	1,0	Fevereiro	SR
Março	1011,2	Março	SR
Abril	SR	Abril	SR
Maio	0,0	Maio	SR
Junho	SR	Junho	SR
Julho	SR	Julho	SR
Agosto	31,7	Agosto	SR
Setembro	SR	Setembro	SR
Outubro	9,8	Outubro	20,3
Novembro	SR	Novembro	3540,0
Dezembro	SR	Dezembro	SR

Fonte: Autor (2018)

Na Resolução do CONAMA 357 de 17 de março de 2005, o valor de coliformes totais não é especificado. Vemos na tabela alguns meses sem resultado (SR), significa que o valor encontrado ultrapassou o limite de quantificação da cartela, ou seja ultrapassou o limite mínimo, fato este que pode estar relacionado com a probabilidade de lançamento de esgotos domésticos sem tratamento adequado, a aplicação de agrotóxicos nas áreas de vazante, o lançamento de resíduos sólidos e de diversos rejeitos oriundos das atividades humanas, por exemplo, que degradam muito as águas dos reservatórios alterando sua característica microbiológica.

4.6 Resultados de *Escherichia coli*

Na Tabela 3, podemos observar os valores de *Escherichia coli* encontrados no período de janeiro de 2015 a dezembro de 2016.

Tabela 3 – Valores de *Escherichia coli* em 2015 e 2016.

Valores de E. coli 2015		Valores de E. coli 2016	
Mês	Resultado NMP/100 mL	Mês	Resultado NMP/100 mL
Janeiro	1,0	Janeiro	13,5
Fevereiro	1,0	Fevereiro	16,1
Março	8,5	Março	488,4
Abril	46,5	Abril	82,6
Maio	0,0	Maio	13,0
Junho	26,6	Junho	14,4
Julho	24,5	Julho	5,2
Agosto	23,3	Agosto	1,0
Setembro	113,7	Setembro	3,1
Outubro	3,1	Outubro	2,0
Novembro	191,8	Novembro	118,2
Dezembro	5,8	Dezembro	4,5

Fonte: Autor (2018)

No estudo microbiológico da água bruta, foi realizada a análise de coliformes totais para chegarmos aos resultados da *Escherichia coli*, parâmetro de maior importância, pois é considerado o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos. Ao quantificamos a *Escherichia coli*, temos um resultado favorável, se esse resultado não ultrapassar 1000 NMP/100ml, limite da Resolução do CONAMA 357 de 17 de março de 2005 para rios Classe 2. Como podemos observar na Tabela 3, obtivemos um valor mínimo de 1,00 NMP/100ml e um máximo de 488,4 NMP/100ml, atendendo as características de rio Classe 2.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inserida no clima quente e de pouco precipitação anual, Tabuleiro tem o rio Jaguaribe percorrendo seu território. Este rio recebe contribuição diária do açude Castanhão, impedindo o exaurimento do mesmo. Diariamente e mensalmente, órgãos monitoradores, como CAGECE, realizam coletas e testes desse rio para atestar a qualidade da água e utilizá-la, após o tratamento de filtração e desinfecção, para o consumo humano.

Analisando todos valores de cor verdadeira, turbidez, pH, coliformes totais e *Escherichia coli* obtidos durante o período de janeiro de 2015 a dezembro de 2016, temos como classificar essa água, observando a Resolução do CONAMA 357 de 17

de março de 2005. De acordo com os parâmetros analisados, podemos classifica-la como uma água doce de classe 2, destinada ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional.

Então, diante de toda a escassez hídrica e do clima da cidade de Tabuleiro do Norte, encontramos uma água bruta de qualidade, passível de se tornar potável através de tecnologias convencionais de tratamento de água e desinfecção. Por exemplo, a turbidez, no ano de 2015, apresentou uma média de 1,28 UNT e, no ano de 2016, uma média 1,91 UNT, facilitando que sejam respeitados os padrões de potabilidade, de acordo com o anexo XX da Portaria de Consolidação número 5 de 03 de setembro de 2017, a qual exige que a turbidez de água distribuída para consumo humano seja de 5,00 UNT.

Assim, sugere-se a continuidade do monitoramento das análises de qualidade do rio Jaguaribe, através de aparelhos de precisão, e com uma frequência semanal, para manter a viabilidade deste manancial para abastecimento da população da cidade de Tabuleiro do Norte. Recomenda-se, também a verificação diária da qualidade da água tratada e distribuída à população.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

Articulação Semiárido Brasileiro (ASA). Disponível em: <<http://www.asabrasil.org.br/semiariado#caracteristicas-semiarido>>. Acesso em: 19 de Mai. 2018

CIRILO, J. A. Políticas Públicas de Recursos Hídricos para o Semiárido, Estudos Avançados v. 22, n. 63, 2008

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE CEARÁ (COGERH). Manual de Operação da Sala de Situação do Ceará, março de 2016. Disponível em: <http://progestao.ana.gov.br/portal/progestao/progestao-1/acompanhamento-programa/aplicacao-dos-recursos/acompanhamento-das-metas-de-cooperacao-federativa/manuais-de-salas-de-situacao/manual-de-operacao-da-sala-de-situacao_cogerh_ce.pdf>. Acesso em 19 de Mai 2018

CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF, Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 19 de mai. 2018

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Painel cidades. 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/tabuleiro-donorte/panorama>>. Acesso em: 19 de mai. 2018

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE). Estudos Sociais. 2015. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/estudos_sociais/politicas_publicas/Plano_Convivencia_com_a_Seca_02_03_2015.pdf>. Acesso em: 07 de jul. 2018

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE). Perfil básico municipal. 2017. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/perfil_basico_municipal/2017/Tabuleiro_do_Norte.pdf>. Acesso em: 21 de mai. 2018

LIMA, B.; MAMEDE, G. L.; NETO, I. E. Monitoramento e Modelagem da Qualidade de Água em uma Bacia Hidrográfica, Engenharia Sanitária e Ambiental v. 23, n. 1, p. 125-135, 2018

MORAIS, W. A.; SALEH, B. B.; ALVES, W. S.; AQUINO, D. S. Qualidade Sanitária da Água Distribuída para Abastecimento Público em Rio Verde, Goiás, Brasil, Caderno de Saúde Coletiva v. 24, n. 3, p. 361-367, 2016

ROSSI, W.; BRANCO, L. C.; LACERDA, J. A.; GOMES, A. C.; WAGNER, E. M. Fontes de Poluição e Controle da Degradação Ambiental dos Rios Urbanos em Salvador, Revista Interdisciplinar de Gestão Social v. 1, n. 1, p. 61 – 74, 2012

SOUZA, E. G.; STUDART, T. M. C.; PINHEIRO, M. I. T.; CAMPOS J. N. B. Segurança Hídrica do Reservatório Castanhão-CE: Aplicação da Matriz de Sistematização Institucional, Engenharia Sanitária e Ambiental v. 22, n. 5, p. 877-887, 2017

TEIXEIRA, M. N. O Sertão semiárido. Uma Relação de Sociedade e Natureza numa Dinâmica de Organização Social do Espaço, Revista Sociedade e Estado v. 31, n. 3, p. 769 – 797, 2015