



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA DE BIOTECNOLOGIA E BIOPROCESSOS
CURSO DE ENGENHARIA DE BIOTECNOLOGIA E BIOPROCESSOS**

MAYK BEZERRA DE ALBUQUERQUE MELO

**AVALIAÇÃO COMPARATIVA DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DAS
REGIÕES CONTEMPLADAS E NÃO CONTEMPLADAS PELA TRANSPOSIÇÃO
DO RIO SÃO FRANCISCO NO CARIRI OCIDENTAL PARAIBANO.**

**SUMÉ - PB
2018**

MAYK BEZERRA DE ALBUQUERQUE MELO

**AVALIAÇÃO COMPARATIVA DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DAS
REGIÕES CONTEMPLADAS E NÃO CONTEMPLADAS PELA TRANSPOSIÇÃO
DO RIO SÃO FRANCISCO NO CARIRI OCIDENTAL PARAIBANO.**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos.

Orientador: Professor Dr. Aldre Jorge Morais de Barros.

**SUMÉ - PB
2018**

M528a Melo, Mayk Bezerra de Albuquerque.

Avaliação comparativa dos parâmetros físico-químicos das regiões contempladas e não contempladas pela Transposição do Rio São Francisco no Cariri Ocidental Paraibano. / Mayk Bezerra de Albuquerque Melo. - Sumé - PB: [s.n], 2018.

54 f.

Orientador: Professor Dr. Aldre Jorge Morais de Barros. Co-orientadora: Professora Dr^a Ilza Maria do Nascimento Brasileiro.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos.

1. Água - avaliação físico-química. 2. Transposição do Rio São Francisco na Paraíba. 3. Qualidade da água. 4. Cariri Ocidental Paraibano I. Título.

CDU: 556.18(043.1)

Elaboração da Ficha Catalográfica:

Johnny Rodrigues Barbosa
Bibliotecário-Documentalista
CRB-15/626

MAYK BEZERRA DE ALBUQUERQUE MELO

AVALIAÇÃO COMPARATIVA DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS
DAS REGIÕES CONTEMPLADAS E NÃO CONTEMPLADAS PELA
TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO NO CARIRI OCIDENTAL
PARAIBANO.

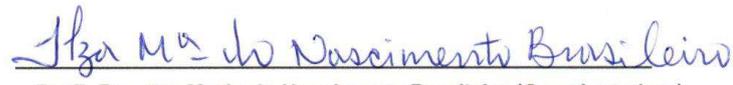
FOLHA DE ASSINATURAS

APROVADA EM: 19/12/2018

NOTA: 9,3



Prof.º Dr. Aldre Jorge Morais de Barros (Orientador)
UAEB/CDSA/UFCG



Prof.ª Dra. Ilza Maria do Nascimento Brasileiro (Co-orientadora)
UATEC/CDSA/UFCG



Prof.º Dr. Bruno Rafael Pereira Nunes (Examinador I)
UAEB/CDSA/UFCG



Prof.ª Ms. Daniel Oliveira de Farias (Examinador II)
UAEP/CDSA/UFCG

SUMÉ-PB

Dezembro/2018

AGRADECIMENTOS

A Deus, por toda força e por me mostrar que sou capaz de alcançar os meus objetivos da vida, além do seu amor incondicional.

Aos meus pais, Martinho e Silvânia, por todo amor por eles me dado, e por me incentivar sempre seguir pelo caminho da educação. Sou eternamente grato a eles. Amo vocês.

Aos meus irmãos José Marcos e Marlon, pelos momentos que vivemos e pela parceria que temos enquanto irmãos.

As minhas tias Maria das Graças, Edileuza e Edvânia por todo o carinho que tens por mim.

À Professora Ilza Brasileiro, por ter sido minha anja da guarda durante a graduação, abrindo novas oportunidades na área de pesquisa, no qual pretendo seguir ao longo da minha vida.

Ao professor Aldre Jorge, por toda a paciência na orientação e pelas oportunidades que foram concebidos para mim, além da sua amizade, muito obrigado.

Aos professores Nahum Isaque, José Nilton Silva, Almir Gomes, Bruno Nunes, Daniel Farias, Hugo Morais, Alecksandra Lacerda, Tatiana Simões e Aldinete Barreto pela convivência dentro do campus e pela amizade construída durante a graduação.

Aos meus amigos-irmãos Augusto, Alandson, Andreza Larissa, Wagner, José Gomes, José Simões, José Carlos (Dudé), Walber, Jean Carlos, Marcello Amorim, Patrick Apaico, Marco Antônio e Patrick Brito pela amizade incondicional durante a graduação. São as dádivas que eu recebi para a vida.

À Maria José, pelo companheirismo e pela amizade durante o curso e na iniciação científica

À turma de Engenharia de Biotecnologia de 2012,1 por todos os momentos que vivemos juntos. Jamais esquecerei de vocês.

Ao pessoal da Residência Universitária por me aguentarem durante os momentos de estudos, e por todos os bons momentos que foram proporcionados para mim.

Ao projeto BRAMAR pelo aprendizado na área da pesquisa, no qual pretendo seguir nas especializações seguintes à graduação.

Ao Laboratório de Qualidade de Água (LAQUA) por todo o aprendizado e pelo suporte nas pesquisas ao longo da graduação.

Ao pessoal do Laboratório de Integração de Engenharia e Processo (LIEP) pela concessão do estágio e pelos amigos que lá fiz, que me apoiaram para a minha formação acadêmica, deixo-vos o meu muito obrigado.

Aos técnicos servidores e ao pessoal da terceirizada Zelo, por todo o apoio durante a minha graduação.

Aos que estiveram diretamente e indiretamente contribuindo para a minha formação, deixo o meu muitíssimo obrigado.

“Sou do nordeste e não perco a esperança
o meu orgulho tem um jeito diferente
se de um povo sofredor que fala oxente
que vê na terra o seu pedaço de herança
nosso trabalho já começa de criança
para que possa florescer no nosso chão
somos irmãos, filhos do mesmo destino
em minha veia passa sangue nordestino
e dos meus olhos correm águas pro sertão.”

Guibson Medeiros.

As Minhas Avós Angelina Ferreira de Lima e Maria das Neves Melo (*in memoriam*)

DEDICO.

RESUMO

A água representa a fonte da vida, pois somente esse líquido que é responsável pela manutenção de toda a biosfera na terra, por mover a economia e, apesar desse recurso se encontrar em abundância no planeta, somente uma pequena parte dessa água é considerada própria para o consumo humano. No mundo atual, ocorre diversas formas de poluição das águas, o que torna esse recurso cada vez mais finito no planeta. O Brasil tem o privilégio de deter a maior quantidade de água doce disponível do planeta, porém, esse recurso não é bem distribuído no país, e uma das regiões mais prejudicadas por essa desigualdade hídrica é o Nordeste brasileiro. Pensando na necessidade do nordestino pela água, que foi instituído o projeto da transposição do Rio São Francisco, que desviou parte do curso para a alimentação de bacias hidrográficas nos estados do nordeste. Pensando na qualidade dessa água da transposição, o presente trabalho visa comparar a qualidade da água de quatro municípios da região do Cariri Ocidental Paraibano (Monteiro, que recebe a água diretamente da transposição), Camalaú (que recebe a água da transposição no açude público), Prata e Sumé (açudes públicos que não recebem a água da transposição)), por meio de parâmetros físico-químicos como: amônia, cálcio, cloreto, fosfato, magnésio, nitrato, nitrito, potássio, sódio e sulfato. Os parâmetros foram analisados em um cromatógrafo de íons modelo DIONEX ICS 1100, da marca Termo Scientific®, por meio da análise instrumental. Os resultados obtidos foram comparados com a Resolução número nº 2914, de 2011 do Ministério da Saúde para água de consumo humano e da portaria de nº 357, do CONAMA. Dentre os parâmetros analisados, somente o íon amônio apresentou valor superior a portaria do CONAMA, de nº 357/2005. Os demais parâmetros encontram-se de acordo com a resolução do Ministério da Saúde e com a portaria do CONAMA. Esses resultados obtidos podem servir como base para trabalhos futuros no gerenciamento dos recursos hídricos.

Palavras-chaves: Nordeste Brasileiro. Cariri Paraibano. Análise Físico-química, Qualidade de Água.

ABSTRACT

Water represents the source of life, because only that liquid which is responsible for maintaining the entire biosphere on earth, because it moves the economy and although this resource is found in abundance on the planet, only a small part of that water is considered appropriate for consumption. In today's world, there are various forms of water pollution, which makes this resource increasingly finite on the planet. Brazil has the privilege of holding the largest amount of fresh water available on the planet, but this resource is not well distributed in the country, and one of the regions most affected by this water inequality is the Brazilian Northeast. Thinking about the people from the Brazilian Northeast need for water, it was instituted the project of transposition of the São Francisco River, which diverted part of the course of water for feeding water sheds in the Northeastern states. Considering the quality of this transposition water, the present study aims at comparing the water quality of four municipalities in the Western Cariri region of Paraíba (Monteiro which receives water directly from the transposition), Camalaú (which receives the water from the transposition in the public reservoir), Prata and Sumé (public dams that do not receive water from the transposition), through physicochemical parameters such as ammonia, calcium, chloride, phosphate, magnesium, nitrate, nitrite, potassium, sodium and sulfate. The parameters were analyzed by a DIONEX ICS 1100 ion chromatograph, of the brand Termo Scientific®, through instrumental analysis. The results obtained were compared with there solution nº. 2914, of 2011 of the Ministry of Health for water for human consumption and the decree nº 357 of CONAMA. Among the analyzed parameters, only the ammonium ion presented a value superior to the CONAMA ordinance, nº. 357/2005. The other parameters are in agreement with there solution of the Ministry of Health and with the CONAMA ordinance. These results can serve as a basis for future work on the management of water resources.

Keywords: Northeast Brazil, Cariri Paraibano, Physicalchemical Analysis, Water Quality.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Informações dos principais açudes que recebem água pelo eixo leste. ...	20
Tabela 2 - Classificação de dureza da água.....	24
Tabela 3 - Dias da coleta em campo	32
Tabela 4 - Parâmetros físico-químicos e as portarias de referência	41
Tabela 5 - Resultados do íon amônio para os diferentes pontos de coleta.	42
Tabela 6 - Valores de Cloretos para os diferentes pontos de coleta.....	42
Tabela 7 - Valores de Dureza Total para os diferentes pontos de coleta	43
Tabela 8 - Valores do íon Fosfato para os diferentes pontos de coleta	43
Tabela 9 - Valores do íon potássio para os diferentes pontos de coleta.....	44
Tabela 10 - Valores do íon nitrato nos diferentes pontos de coleta	45
Tabela 11 - Valores do íon nitrito para os diferentes pontos de coleta	45
Tabela 12 - Valores do íon sódio para os diferentes pontos de coleta	46
Tabela 13 - Valores obtidos do íon Sulfato para os diferentes pontos de coleta	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ANA – Agência Nacional das águas

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas

Ca^{2+} - Íon cálcio

CaCO_3 – Carbonato de Cálcio

CE – Ceará

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Cl^- - Íon cloreto

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra a Seca

EXTRABES – Estação Experimental de Tratamento Biológico de Esgotos Sanitários

K^+ - Íon potássio

Mg^{2+} - Íon magnésio

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MW – Mega Watts

Na^+ - Íon sódio

NH_3 – Nitrogênio Amoniacal

NH_4^+ - Íon amônio

NO_2^- - Íon nitrito

NO_3^- - Íon nitrato

PB – Paraíba

PNRH – Plano Nacional de Recursos Hídricos

PE – Pernambuco

PO_4^{3-} - Íon fosfato

RN – Rio Grande do Norte

SELAP – Sistema Estadual de licenciamento de Atividades Poluidoras

SDS – Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável

SO_4^{2-} - Íon sulfato

SUDEMA – Superintendência de Administração do Meio Ambiente

UEPB – Universidade Estadual da Paraíba

UFCG – Universidade Federal de Campina grande

VMP – Valor máximo permitido.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Os principais eixos da transposição do Rio São Francisco:	19
Figura 2 – Mapa do Rio São Francisco	21
Figura 3 – Localização do município de Monteiro:	30
Figura 4 - Localização da cidade e do açude de Camalaú	31
Figura 5 – Localização da cidade da Prata.	32
Figura 6 – Localização da cidade de Sumé e do seu açude público.	32
Figura 7 – Açude da cidade de Camalaú, que recebe as águas da transposição.....	34
Figura 8 – Vista parcial do canal da Transposição do Rio São Francisco, na cidade de Monteiro.	34
Figura 9 – Açude Público da cidade da Prata.....	35
Figura 10 – Açude Público da cidade de Sumé.....	35
Figura 11 – Garrafas utilizadas com as amostras de água.	36
Figura 12 – Armazenamento das amostras.....	37
Figura 13 – Localização da EXTRABES, em Campina Grande:	38
Figura 14 – Cromatógrafo de íons e seus componentes.....	39
Figura 15 – Leitura do Cromatógrafo no computador.....	41
Figura 16 – Presença de banhistas no Rio Paraíba.	48

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVOS	18
2.1 Objetivo geral	18
2.2 Objetivos específicos	18
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
3.1 Caracterização da Área de Estudo.....	19
3.2 Caracterização das Águas dos Aquíferos em Estudo	20
3.2.1 Água do Rio São Francisco.....	20
3.2.2 Água da Região do Cariri Ocidental Paraibano	22
3.3 Parâmetros Físico-químicos.....	22
3.3.1 Íon Amônio (NH_4^+).....	23
3.3.2 Íon Cloreto (Cl^-)	23
3.3.3 Dureza Total (Ca^+ e Mg^+)	24
3.3.4 Íon Fosfato (PO_4^{3-}).....	24
3.3.5 Íon Nitrato (NO_3^-).....	25
3.3.6 Íon Nitrito (NO_2^-)	25
3.3.7 Íon Sódio (Na^+) e Íon Potássio (K^+)	26
3.3.8 Íon Sulfato (SO_4^{2-})	26
3.4 Legislação para a Qualidade de Água	26
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	30
4.1 Pontos de Coleta.....	30
4.2 Coleta das Amostras	33
4.3 Procedimento para Coletas das Amostras	36
4.4 Caracterização do local das Análises Físico-químicas.....	37
4.5 Análises Físico-químicas.....	38
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
5.1 Análise de parâmetros Físico-químicas	42
5.1.1 Íon Amônio	42
5.1.2 Íon Cloreto	43
5.1.3 Dureza Total (Concentração em CaCO_3)	43
5.1.4 Íon Fosfato	44
5.1.5 Íon Potássio.....	44

5.1.6 Íon Nitrato.....	45
5.1.7 Íon Nitrito.....	46
5.1.8 Íon Sódio.....	46
5.1.9 Íon Sulfato.....	47
6 CONCLUSÃO.....	50
7 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS.....	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

1 INTRODUÇÃO

A qualidade de água é de grande importância quando se trata do consumo humano e para o desenvolvimento econômico local, regional e mundial. No mundo atual, a tendência é de uma maior demanda por água à medida que o crescimento da densidade demográfica na terra está aumentando de forma constante, contudo, a disponibilidade de água para atender essa demanda populacional tenderá a ser menor.

No Brasil, apesar do seu privilégio pelo fato de conter maior quantidade de água doce disponível no mundo, é distribuído de forma desigual entre as regiões brasileiras, e, entre essas regiões, a que mais sofre com essa distribuição é a região do Nordeste.

Por esse fato da região Nordeste ter pouca disponibilidade de água que foi pensado em uma solução para amenizar a situação de escassez hídrica, no qual, foi apresentado um modelo de projeto de transposição hídrica, utilizando por meio do Rio São Francisco para possíveis benefícios à população nordestina, que até então, sobrevive apenas de reservatórios temporários de água e sofre constantemente com a escassez hídrica, por fatores naturais, e, também pela ação humana sobre as bacias hidrográficas.

O Rio São Francisco, cuja nascente localiza-se no estado de Minas Gerais e tem como estado final antes de desaguar no mar o estado de Alagoas, e é a principal fonte econômica de produção agrícola e energética nos estados de Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Sergipe e Alagoas.

A transposição do Rio São Francisco tem como finalidade assegurar o direito a água para mais de 12 milhões de nordestinos que vivem na região semiárida do país. A transposição abrange cerca de 390 cidades das unidades federativas de Pernambuco, Ceará, Paraíba e no Rio Grande do Norte. Esse projeto é de total responsabilidade do Governo Federal, através do Ministério da Integração Nacional (LIMA, 2013).

O Cariri Ocidental Paraibano é como sendo classificado por parâmetros dos corpos hídricos de Classe 2, que, segundo a legislação do CONAMA nº357 de 2005, o que indica que a água pode ter como destino final o consumo humano, desde que passe por tratamento convencional, e com a chegada das águas da transposição.

surgiu a importância do monitoramento desses corpos hídricos por meio de análises físico-químicas e microbiológicas.

Esse trabalho de pesquisa objetiva a caracterização de corpos hídricos que recebe a água da transposição, e comparar com locais que não recebem água da transposição por meio de parâmetros físico-químicos de Amônio, Cloretos, Dureza Total, Fosfato, Nitrato, Nitrito, Potássio, Sódio e Sulfato, pelo método da análise instrumental utilizando o cromatógrafo de íons, e comparar os resultados obtidos com as legislações vigentes no país,

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar qualitativamente e quantitativamente parâmetros físico-químicos de fonte alimentadora e influência da qualidade da água de aquíferos que recebem e não recebem a transposição.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Caracterizar a área de estudo;
- ✓ Definir os pontos de coleta de amostra de água;
- ✓ Coletar amostras de água;
- ✓ Realizar análise físico-química;
- ✓ Comparar os resultados obtidos das análises com as normas legislativas do CONAMA, de nº 357, de 2005 e a portaria do Ministério da Saúde, nº 2914, de 2014.

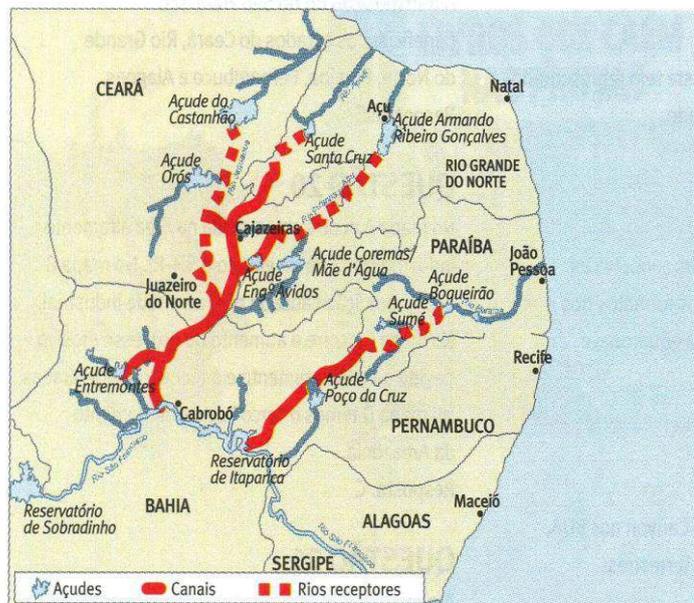
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Caracterização da Área de Estudo

A transposição do Rio São Francisco tem como finalidade assegurar o direito a água para mais de 12 milhões de nordestinos que vivem na região semiárida do país. A transposição abrange cerca de 390 cidades das unidades federativas de Pernambuco, Ceará, Paraíba e no Rio Grande do Norte. Esse projeto é de total responsabilidade do Governo Federal, através do Ministério da Integração Nacional (LIMA, 2013).

A partição da água ocorrerá por meio de dois eixos: O eixo Norte, com localização no Latitude Sul $08^{\circ} 32'41,1''$ e Longitude Oeste $39^{\circ} 27'15,2''$, direcionará os estados de Pernambuco (PE), Paraíba (PB), Ceará (CE) e Rio Grande do Norte (RN). E o eixo leste, com coordenadas Latitude Sul $08^{\circ} 49'37,7''$ e Longitude Oeste $38^{\circ} 24'43,3''$, que leva água pra o Sertão e do agreste do Pernambuco e Paraíba (HENKES, 2014), conforme mostrado na Figura 1.

Figura 1 - Os principais eixos da transposição do Rio São Francisco:



Fonte: Boligian e Boligian (2011).

Nos dois eixos levarão água para os rios que drenarão água de forma intermitente para vários reservatórios ao longo do canal. Essa transposição tem a finalidade de deixar esses rios intermitentes se tornarem perenes, para então continuar com fluxo hídrico durante o período de estiagem (LIMA, 2013).

O canal do eixo Norte disponibiliza uma vazão mínima de 16,4 m³/s e máxima de 99 m³/s, e terão como destinos os rios Salgado e Jaguaribe (CE), além dos rios Apodi (RN) e Piranhas-açu (PB e RN), além de uma parte das águas desse eixo ser desviado para alimentar outros cinco açudes (LIMA, 2013).

O eixo Leste disponibiliza uma vazão mínima de 10 m³/s e pode aumentar para até 28 m³/s e atenderá os rios Paraíba (PB), Pajeú (PE) e Moxotó (PE), e uma parte da água do eixo será destinado para outros três açudes (LIMA, 2013).

Para esse presente estudo, daremos mais enfoque no eixo leste, por englobar a região do Cariri Ocidental Paraibano, objeto de estudo do presente trabalho.

A tabela a seguir indicam dados dos maiores reservatórios que recebem água dos principais canais da transposição.

Tabela 1 – informações dos principais açudes que recebem água pelo eixo leste.

Nome do açude	Rio Abastecedor	Localização	Estoque de água acumulado (m ³)
Poço da Cruz	Rio Moxotó	Pernambuco	504 milhões
Boqueirão	Rio Paraíba	Paraíba	420 milhões
Acauã	Rio Paraíba	Paraíba	250 milhões

Fonte: QUINTIERE, 2010.

3.2 Caracterização das Águas dos Aquíferos em Estudo

3.2.1 Água do Rio São Francisco

A região hidrográfica do Rio São Francisco situa-se entre as coordenadas 7°17' a 20°50' de latitude sul e 36°15' a 47°39' de longitude oeste e é formada por diversas Sub-bacias que desaguam no rio São Francisco, e esse por sua vez no oceano Atlântico, em divisa com os Estados de Alagoas e Sergipe. Apresenta 638.323km² (8% do território nacional), abrange 503 Municípios (e parte do Distrito Federal, 1.277

km representando 0,2% da Bacia) e sete Unidades da Federação: Bahia (307.794 km, 48,2%), Minas Gerais (235.635 km, 36,9%), Pernambuco (68.966 km, 10,8%), Alagoas (14.687 km, 2,3%), Sergipe (7.024 km, 1,1%) e Goiás (3.193 km, 0,5%) (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2006). Essa Região Hidrográfica está dividida em quatro regiões fisiográficas, que constituem as Sub 1 na base do Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH): São Francisco Alto; São Francisco Médio; São Francisco Sub-Médio; e, São Francisco Baixo, conforme mostrado na figura abaixo:

Figura 2 - Mapa do Rio São Francisco



Fonte: MMA, 2006.

Com mais de 2.800 km de extensão, o rio São Francisco corresponde por 73% da oferta hídrica superficial nordestina. O rio nasce na Serra da Canastra, em Minas Gerais, e escoar no sentido Sul-Norte. Sua foz, entre os estados de Alagoas e Sergipe, possui vazão média anual de 2.980 m³/s, o que corresponde a uma descarga média anual da ordem de 94 bilhões de m³. O Rio São Francisco é considerado o “Rio da Integração Nacional”, por escoar a produção nordestina para outros centros consumidores do país, porém, a construção de barragens tem gerado bancos de areia, reduções de calado e instabilidades na navegação. Projetos de revitalização

que envolvem o reflorestamento das margens e a dragagem do leito, no entanto, já acenam com a retomada das navegações (SOARES, 2013).

A cobertura vegetal da bacia contempla fragmentos de Cerrado no Alto e Médio, Caatinga no Médio e Submédio e de Mata Atlântica no Alto São Francisco, principalmente nas cabeceiras. A atividade pesqueira é expressiva em 600 mil hectares da bacia, que concentra a maior quantidade e diversidade de peixes de água doce da região Nordeste (SOARES, 2013).

O potencial hidrelétrico da bacia é de 25.795 MW, dos quais são aproveitados 10.473 MW, distribuídos principalmente nas usinas Três Marias, Queimado, Sobradinho, Itaparica, Complexo Paulo Afonso e Xingó (SOARES, 2013).

Rica em recursos naturais, a bacia do São Francisco abriga uma diversidade de culturas, locais históricos, sítios arqueológicos e importantes centros urbanos, que, associados à imensidão do rio e às belezas naturais da região, oferecem um grande potencial para o desenvolvimento do turismo, uma atividade ainda pouco explorada (SOARES, 2013).

3.2.2 Água da Região do Cariri Ocidental Paraibano

Em março de 1988, o Sistema Estadual de licenciamento de Atividades Poluidoras (SELAP) realizou estudos para a classificação dos corpos hídricos no estado da Paraíba (SUDEMA, 1988 a). Em alguns pontos do estado, os afluentes foram classificadas em Classe 1, em outros pontos em Classe 2 e até em Classe 3, e em particular na região no cariri ocidental paraibano, a classe de água identificada é a Classe 2, apresentando como referência de critérios próprios do sistema SELAP para as cidades de Monteiro, Camalaú, Prata e Sumé, tomando como referência a localização dos principais rios de cada cidades citadas anteriormente.

3.3 Parâmetros Físico-químicos

A principal forma de avaliação da qualidade de água é por meio de parâmetros físico-químicos e microbiológicos para que haja uma fomentação para as políticas de proteção e gerenciamento dos recursos hídricos (ALVES et al, 2012).

Uma água destinada para o consumo humano deve apresentar um alto grau de potabilidade, isto é, desprovida de componentes químicos ou até de microrganismos que possam ser nocivos à saúde do consumidor final (ALVES, 2012).

A qualidade de água pode ser representada mediante vários parâmetros que conferem tais características na água, também pode definir a finalidade do uso da água a depender dos valores desses critérios sejam esses indicadores de natureza física, química e de natureza microbiológica. Existem várias legislações vigentes que medem esses padrões de potabilidade para água, para tanto, nesse presente trabalho, serão abordados alguns dos principais parâmetros físico-químicos de grande relevância para a qualidade da água.

3.3.1 Íon Amônio (NH_4^+)

O Íon amônio é uma forma de redução do nitrogênio amoniacal (N-NH_4), sendo encontrada em sistemas em que há um regime em anaerobiose. E ainda pode servir como uma forma de indicar que o efluente está recebendo uma carga orgânica através de lançamento de esgoto doméstico no local (BRASIL, 2014).

O valor máximo permitido, segundo o artigo nº 357/2005 do CONAMA, é de $1,5 \text{ mg.L}^{-1}$ para água de abastecimento para consumo humano, levando em consideração o valor do pH ótimo da água para o abastecimento, que é de 7,0.

3.3.2 Íon Cloreto (Cl^-)

O íon cloreto (Cl^-) se origina por meio de sais bastante solúveis em água e está associado aos íons de Sódio (Na^+), e ocorre principalmente em águas salobras (RICHTER; NETTO, 2011).

A concentração desse elemento químico pode ocorrer na corrosão em tubulações em material de aço e de alumínio, e pode também diferenciar no sabor da água (ALVES, 2010). Em altas concentrações de cloretos na água podem indicar a presença de esgoto doméstico (LENZI et al., 2009). O cloreto causa influência direta nos sistemas ecossistêmicos, por conta que o íon pode modificar a pressão osmótica nas células dos microrganismos (CETESB, 2016).

De acordo com a portaria 357/2005 – CONAMA, a quantidade aceitável de cloretos para águas doces é de 250 mg.L⁻¹, valor indicado como o máximo permitido para padrões de potabilidade (RICHTER; NETTO, 2011).

3.3.3 Dureza Total (Ca⁺ e Mg⁺)

Quantifica a quantidade de carga de cátions multimetálicos em uma determinada solução. Os multimetálicos mais encontrados a dureza são os cátions de Cálcio e Magnésio. Quando os cátions estão em concentrações muito altas, ocorre interações com os ânions presentes na solução, ocorrendo formação de precipitados. A dureza é classificada em dureza com formação de Carbonato de Cálcio (CaCO₃) e dureza com não formação de carbonato. Essa propriedade química permite a não formação de espuma em sabão, por exemplo, como pode ocorrer a formação de incrustações em superfícies e a modificação do sabor da água, para um sabor desagradável (VON SPERLING, 1995).

De acordo com a sua classificação, são tomados os devidos tratamentos para uma determinada água, como mostra a tabela a seguir:

Tabela 2 - Classificação de dureza da água.

Classificação	Dura	Moderadamente dura	Branda
Dureza Total (mg.L⁻¹ de CaCO₃)	Maior de 150	Entre 75 e 150	Menor que 75

Fonte: Adaptada de FERNANDES, 2001.

Quanto a potabilidade de água em dureza total, segundo a Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, o valor máximo permitido de carbonato de cálcio na água é de até 500 mg.L⁻¹ de CaCO₃ para consumo.

3.3.4 Íon Fosfato (PO₄³⁺)

O fósforo é um dos principais componentes para o desenvolvimento dos organismos vivos, pelo fato da sua participação na conversão de energia nos processos biológicos (FONSECA, 2009).

Os derivados do fósforo estão presentes nos aquíferos sobre diferentes formas, tais como: Ortofosfatos, polifosfatos e o fósforo orgânico. Os polifosfatos são

originados por meio do esgoto doméstico e de derramamento de produtos industriais que usam detergente sintético de polifosfato, no entanto, esse composto passa por uma hidrólise, convertendo-se em ortofosfatos na água (FARIAS, 2006). Esse elemento químico, na sua forma em fosfato ou em ortofosfato é um dos fatores principais de limitação de produção e é responsável de acelerar o processo de eutrofização artificial nos biomas aquáticos (ESTEVES, 1998).

Pela resolução do CONAMA nº 357/2005 não apresenta um valor definido para o limite de fosfato para águas de classe 1, mas apresenta um valor permitido para fósforo total, de 0,03 mg.L⁻¹ para águas de classe 2, como classificação para o campo em estudo. Desde então foi adotado esse valor como um referencial, considerando que o fosfato é uma das partes do fósforo total.

3.3.5 Íon Nitrato (NO₃⁻)

O nitrato é produzido pelo processo de oxidações bioquímicas processadas por bactérias nitrificantes. É o composto nitrogenado mais regular na água, podendo ocorrer a renovação pelas bactérias quimiorganotróficas por meio do nitrogênio orgânico, em que há a degradação da matéria orgânica, tendo como produto final o nitrogênio amoniacal. (RODRIGUES, 2009).

De acordo com a resolução do CONAMA nº 357/2005, estabelece como valor máximo permitido de 10 mg.L⁻¹ para águas doces destinados ao consumo.

3.3.6 Íon Nitrito (NO₂⁻)

O Nitrito está presente nos aquíferos e participa ativamente no ciclo do nitrogênio, e se apresenta como um composto interposto do amônio e do nitrato (RODRIGUES, 2009).

Esse composto nitrogenado pode indicar que pode haver poluição orgânica, e quando não há a conversão do nitrito, por baixas concentrações do oxigênio no ambiente, por exemplo, pode causar problemas tanto no meio ambiente, como na saúde do ser humano, podendo causar doenças de ordem crítica ao homem (BAUMGARTEM et al, 2005).

Segundo a resolução do CONAMA nº 357/2005, o valor máximo permitido é de 1,0 mg/L para água de consumo humano.

3.3.7 Íon Sódio (Na^+) e Íon Potássio (K^+)

O sódio desempenha papel fundamental para a contração dos músculos e da transmissão no sistema nervoso do corpo, já o potássio desempenha a função do regulamento dos batimentos do coração, além da integridade celular (SIZER; WHITNEY, 2003). A falta ou o excesso desses componentes causa diversas reações não-homeostáticas, causando diversos problemas, que varia de problemas simples, como as câimbras (por falta de potássio) a até problemas mais críticos, como a hipertensão, causada por altas concentrações de sódio, desencadeando outras doenças no corpo.

Segundo a portaria nº 2914/2011 estabelece que o valor máximo aceitável para o consumo de sódio na água é de 200 mg.L^{-1} . Não foi encontrado um limite máximo para o consumo de potássio nas portarias vigentes no país.

3.3.8 Íon Sulfato (SO_4^{2-})

Esse composto, a depender da sua quantidade na água, pode causar efeitos laxativos mais intenso que em nos outros sais, e pode ser um alto indicador de poluição, devido a uma das fases de decomposição orgânica, presente no ciclo do enxofre (VON SPERLING, 1995; CETESB, 1987). O valor máximo permitido pelo CONAMA nº357/2005 é de 250 mg.L^{-1} para água de consumo humano.

3.4 Legislação para a Qualidade de Água

Em 20 de Julho de 1984, o Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, mediante da resolução nº 03 de 5 de Junho de 1984, ratificou a sua secretaria executiva que consistia em realizar estudos e de apresentar uma nova proposta de reformulação, referente a Portaria G.M.013 (Primeiro conjunto de normas específica para a classificação de águas no Brasil), que originou a Resolução nº 020 de 18 de

Junho de 1986, do CONAMA, que estabelecia a classificação de água em águas doces, salinas e salobras dentro do território nacional, sujeitos aos artigos 26 e 34, correlacionados ao sistema balneário, que tempos mais tarde, foram rescindidos pela Resolução do CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000. Com isso, a resolução anterior ficou em regimento por quase 20 anos, sendo mais tarde, revogado pela resolução de nº 357, de 17 de março de 2005 (SDS, 2017).

Essa classificação visa garantir as águas a qualidade adequado de acordo com a sua natureza de uso, seja para o consumo, para a agricultura, lazer turístico, etc., além de minimizar os custos gerados devido as poluições dos corpos hídricos (Art. 9º, Lei nº 9.433, de 1997).

As classificações dos corpos hídricos são formas de referência para o funcionamento do gerenciamento dos recursos hídricos (como outorga e demais cobranças) e de outros instrumentos de gestão do meio ambiente (monitoramento e licenças específicas), sendo uma importante junção entre o Sistema Natural de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional do Meio Ambiente (ANA, 2017).

Dentro do poder da esfera estadual para o gerenciamento dos recursos hídricos existem a Agência Executiva de Gestão das Águas – AESA e a Superintendência de Administração do Meio Ambiente – SUDEMA, ambos consorciados ao Departamento Nacional de Obras Contra a Seca – DNOCS (2017), que são os responsáveis pelo gerenciamento e dos recursos hídricos e da qualidade da água, além de gerir os reservatórios de médio e de grande porte na Paraíba. Já a Agência Nacional das Águas – ANA, gerência os recursos hídricos a nível federal.

As decisões sobre a qualidade das águas são determinadas a partir da Resolução do CONAMA nº 357, de 2005, que classificam os corpos hídricos e as devidas orientações ambientais cabíveis para o corpo hídrico, bem como também definem os padrões para lançamentos de efluentes para os aquíferos naturais. Nesse mesmo decreto, há a classificação dos corpos hídricos em águas doces, salinas e salobras, tomando como requisito os valores dos seus parâmetros físico-químicos.

O enquadramento de corpos hídricos torna-se um fator determinante do ponto e vista da sua qualidade ao longo do tempo de acordo com a avaliação dos parâmetros determinados pela legislação, provando que o enquadramento, portanto, é um importante instrumento para o planejamento, diagnóstico, que somados, resulta em uma tomada de decisão para o seu correto gerenciamento e para aplicar um programa adequado para a sua devida execução (SOUZA; FURTADO, 2013).

Segundo Cantalice (2010), defende que o monitoramento e a classificação da qualidade dos aquíferos apresentam como passos importantes para gerir medidas a partir de dados qualitativos e quantitativos de qualquer fonte hídrica. No cenário atual, os sistemas de informações nos permitem identificar os parâmetros com os valores mais precisos e seguros, para que haja com maior eficiência as medidas cabíveis do gerenciamento dos aquíferos. Como descreve Carvalho (2007, p. 31):

O gerenciamento qualitativo de recursos hídricos procura ter informações quantitativas e qualitativas da composição da água através de amostras, a fim de atingir objetivos específicos, tais como: características físicas, químicas, biológicas e ecológicas, tendo como finalidade o enquadramento nas classes e/ou para supervisionar se há alguma irregularidade nos parâmetros, tendo de acordo os valores estabelecidos pela legislação.

O artigo 3º do CONAMA, de nº 357/2005, determina a classificação dos aquíferos em doces, salinas e salobras em todo o país, indicando a qualidade e a sua indicação de uso, e ainda classifica em treze classes qualitativas, sendo que algumas classes de qualidade superior podem ser usadas em situações com menos exigência, desde que não venha a afetar a sua qualidade.

O entendimento sobre a qualidade dos corpos hídricos é de grande importância, visto que a partir desses dados obtidos é capaz de indicar sobre as condições que a bacia hidrográfica se encontra como um todo (QUEIROZ et al., 2010).

Na Paraíba, de acordo com estudos feitos pelo Sistema Estadual de Licenciamento de Atividades Poluidoras – SELAP, classificou os corpos hídricos das regiões do estado na classe 1, classe 2 e algumas regiões na classe 3. Nos locais de objeto de estudo desse trabalho, no caso de Monteiro, Camalaú, Prata e Sumé, localizados na região do Cariri Ocidental Paraibano, foram classificados na classe 2, de acordo com parâmetros estabelecidos pelo SELAP. (SUDEMA, 1988a).

Na Resolução 357/2005, do CONAMA, explica que para águas doces de classe 2 são destinadas para o consumo e abastecimento doméstico, mediante tratamento convencional; para a preservação de comunidades aquáticas; ao lazer de contato primário (para natação, esqui aquático e mergulho). Além dessas finalidades, essas águas podem ter utilidade na agricultura, para a irrigação de pequenas hortaliças e de

plantas frutíferas, além da atividade da aquicultura, para o consumo humano (SUDEMA, 1988b).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho de pesquisa visa a caracterização da água das Cidades de Monteiro, Camalaú, Prata e Sumé, localizado no Cariri Ocidental Paraibano, a partir de parâmetros físico-químicos que foram analisados no laboratório da Estação Experimental de Tratamento Biológico de Esgotos Sanitários – EXTRABES, localizado na cidade de Campina Grande-PB.

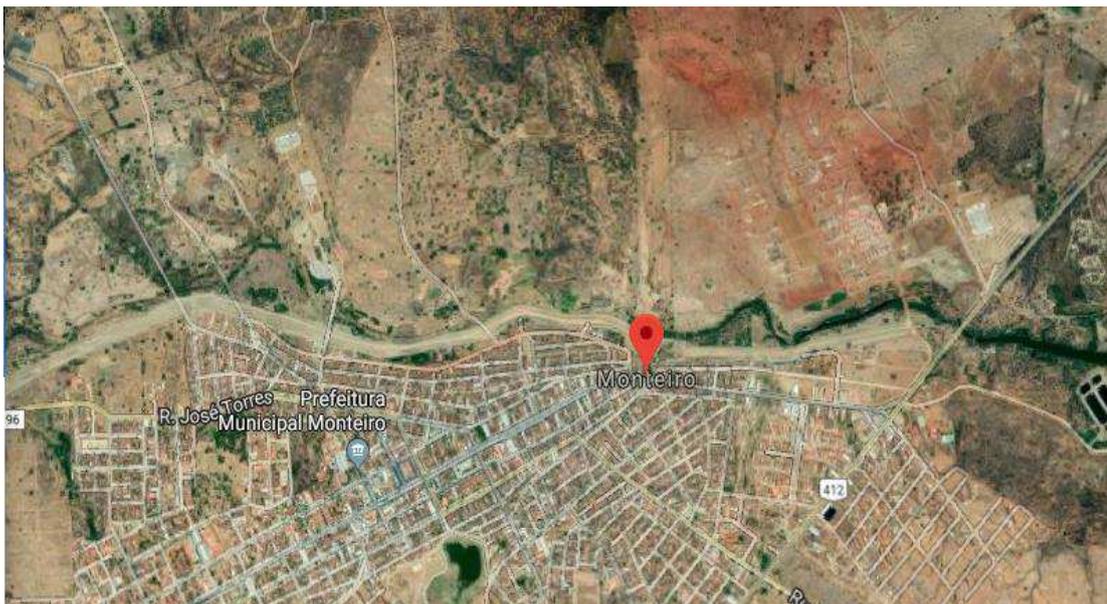
4.1 Pontos de Coleta

Os pontos de coletas estão localizados na microrregião do Cariri Ocidental Paraibano, em 4 municípios: Camalaú, Monteiro, Prata e Sumé.

❖ Monteiro

O município se estende por 986,4 km² e conta com seus aproximados 30.852 habitantes. A densidade demográfica é de aproximadamente 31,3 habitantes por km² no território do município. Situado a 609 metros de altitude, apresenta as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 7° 53' 29" Sul, Longitude: 37° 7' 1" Oeste.

Figura 3 - Localização do município de Monteiro:

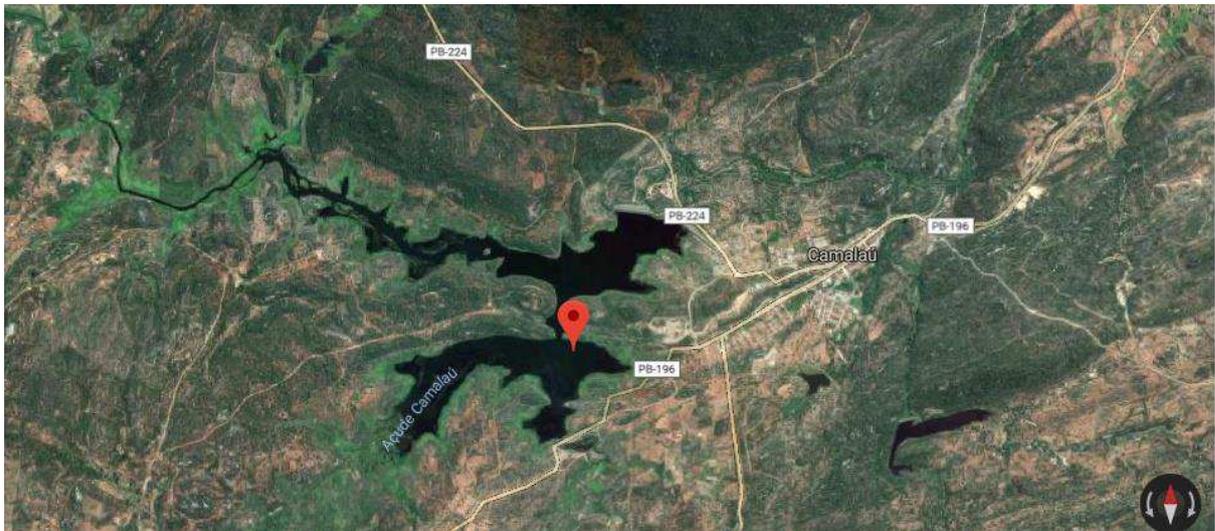


Fonte: Google Maps, 2018.

❖ Camalaú

O município se estende por 543,7 km² e conta com aproximadamente 5.749 habitantes. A densidade demográfica é de aproximado 10,6 habitantes por km² no território do município. Situado a 513 metros de altitude, apresenta as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 7° 53' 10" Sul, Longitude: 36° 49' 25" Oeste.

Figura 4: Localização da cidade e do açude de Camalaú

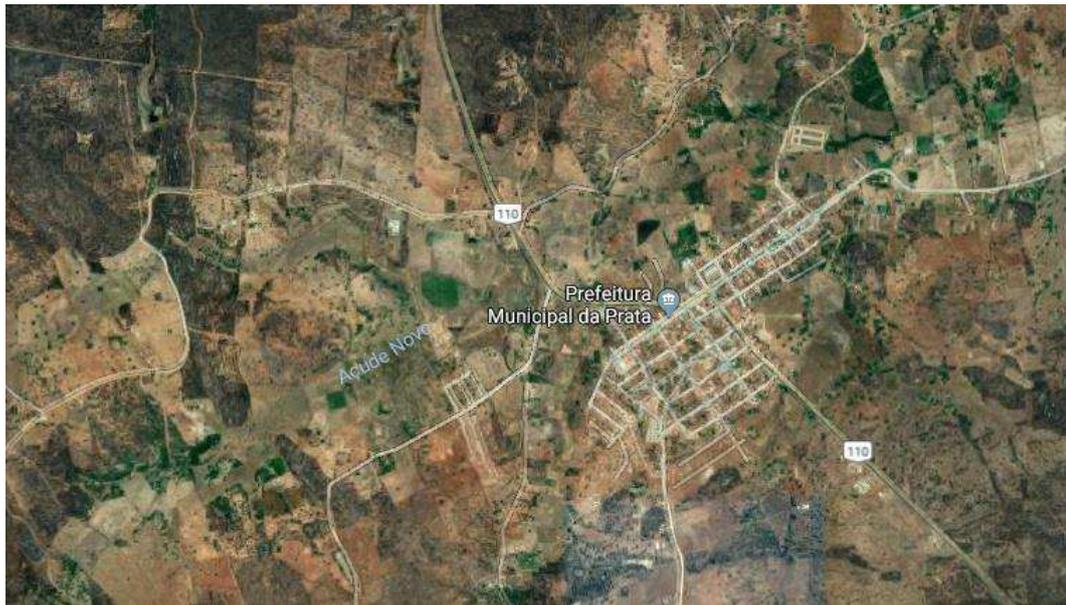


Fonte: Google Maps, 2018

❖ Prata

O município se estende por 192 km² e conta com aproximadamente 3.854 habitantes. A densidade demográfica é de aproximadamente 20,1 habitantes por km² no território do município. Situado a 587 metros de altitude. Apresenta as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 7° 42' 4" Sul, Longitude: 37° 6' 33" Oeste.

Figura 5 - Localização da cidade da Prata.

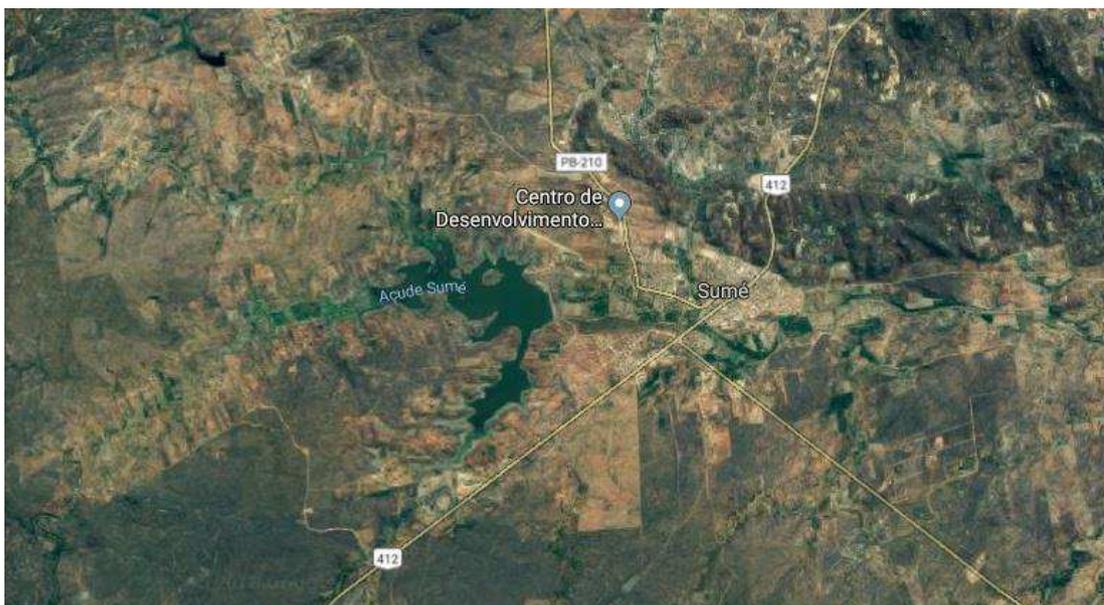


Fonte: Google Maps, 2018.

❖ Sumé

O município se estende por 838,1 km² e conta com aproximadamente 17 mil habitantes. A densidade demográfica é de aproximadamente 19,2 habitantes por km² no território do município. Situado a 518 metros de altitude. Apresenta as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 7° 40' 18" Sul, Longitude: 36° 52' 54" Oeste.

Figura 6 - Localização da cidade de Sumé e do seu açude público.



Fonte: Google Maps, 2018.

4.2 Coleta das Amostras

As amostras foram coletadas nos meses de setembro e novembro de 2018, em dias específicos em cada mês, sendo realizadas três coletas nesses dois meses, descritos na tabela abaixo:

Tabela 3 - Dias da coleta em campo:

1ª Coleta	29/09/2018
2ª Coleta	10/11/2018
3ª Coleta	27/11/2018

Fonte: Acervo do autor, 2018.

A coleta em campo foi feita levando em consideração três fatores para a comparação físico-química da água: amostra da própria água da transposição do Rio São Francisco; a água da transposição mais a água do açude local que recebia a água da transposição e a água bruta de açudes que não recebiam a água da transposição.

Em cada cidade, foi adotado um ponto para servir como referência para indicar os locais e os tipos de águas que foram abordados nesse presente estudo:

P1: Município de Monteiro, com a água somente da transposição;

P2: Município de Camalaú, com a água da transposição mais a água do próprio açude;

P3: Município da Prata, somente água do açude público;

P4: Município de Sumé, somente água do açude público.

As amostras foram coletadas no período da manhã em cada município, não ocorrendo nenhuma influência pluviométrica nos locais de coleta nesse período. Nos três dos quatro municípios (Camalaú, Prata e Sumé), a coleta foi realizado nos açudes públicos desses municípios, já em Monteiro, a coleta foi realizada no canal da transposição, que fica localizado nas proximidades da cidade.

Na cidade de Camalaú foi obtido a água da transposição somado a água do açude local, no qual esse mesmo açude é alimentado pelo Rio Paraíba. Na figura a seguir, mostra a visualização parcial do açude de Camalaú:

Figura 7 - Açude da cidade de Camalaú, que recebe as águas da transposição:



Fonte: Acervo do autor, 2018.

Na cidade de Monteiro, foi registrado o local onde a água transporta do canal, ponto específico de coleta de água, como ilustra a figura a seguir:

Figura 8 - Vista parcial do canal da Transposição do Rio São Francisco, na cidade de Monteiro.



Fonte: Acervo do autor, 2018.

Na cidade da Prata, obtivemos a amostra de água somente do açude, sem influência direta da água da transposição, como podemos observar a seguir:

Figura 9 - Açude Público da cidade da Prata.



Fonte: Acervo do autor, 2018.

Na cidade de Sumé, obtivemos uma outra amostra de água sem influência com a água da transposição, a partir da amostra do açude público, como segue na figura a seguir:

Figura 10 - Açude Público da cidade de Sumé



Fonte: Acervo do autor, 2018.

4.3 Procedimento para Coletas das Amostras

Para a coleta de água, foram utilizadas garrafas PET de 2000 mL, sendo previamente esterilizada, e ao realizar a coleta, foi ambientado com a água da amostra, para que não haja possíveis interferências externas à água, como demonstrado na Figura 11:

Figura 11: Garrafas utilizadas com as amostras de água.



Fonte: Acervo do autor, 2018.

Na figura 11, da esquerda para a direita, temos as amostras de Camalaú (garrafa transparente) e Sumé (garrafa verde), e da imagem da direita, temos as amostras da Prata (garrafa mais escura), e de Monteiro (garrafa transparente). Como observamos, as águas advindas da transposição, sendo típico da transposição ou até junto com a água do próprio açude (Monteiro e Camalaú, respectivamente) apresentam com tonalidade menos turvas, indicando baixas concentrações de sólidos suspensos nas amostras. Em contrapartida, as amostras de Sumé e da Prata apresentaram uma maior tonalidade turva, sendo um grande indicador de concentração de sólidos suspensos nessas amostras. E isso pode ser explicado pelo o fato dessas águas se comportarem na sua fonte, de forma dinâmica ou de forma estática.

As amostras coletadas foram armazenadas em caixas térmicas (*Cooler*) com gelo para preservar suas propriedades químicas até o local onde foram realizadas as análises físico-químicas.

Figura 12 - Armazenamento das amostras



Fonte: Acervo do autor, 2018.

4.4 Caracterização do local das Análises Físico-químicas

Logo após o armazenamento, as amostras foram encaminhadas para Campina Grande, onde foram realizadas análise Físico-químicas na Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários – EXTRABES, localizado no Bairro Catolé, em Campina Grande-PB, com coordenadas geográficas de 7° 13'S e 35° 54'W e altitude de 550 m, vinculada à Universidade Federal de Campina grande (UFCG) e a Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) como ilustra a figura a seguir:

Figura 13 - Localização da EXTRABES, em Campina Grande:



Fonte: Google Maps, 2018.

4.5 Análises Físico-químicas

Todos os procedimentos das análises físico-químicas foram realizados na EXTRABES, em Campina Grande, utilizando o método instrumental de leitura direta, através da Cromatografia de íons.

As avaliações físico-químicas foram feitas a partir de 10 parâmetros: Amônio, Cloreto, Sódio, Potássio, Cálcio e Magnésio (que formam a Dureza total), Nitrato, Nitrito, Fosfato e Sulfato

O equipamento utilizado para a determinação desses parâmetros foi o Cromatógrafo de íons, modelo DIONEX ICS 1100, da marca Termo Scientific®.

O cromatógrafo consiste em um aparelho, que contém duas torres, que são responsáveis pela quantificação dos íons presentes na amostra, sendo uma dessas torres para detectar somente compostos carregados positivamente e uma outra torre responsável por detectar compostos químicos carregados negativamente.

Nessas duas torres é formada por duas fases móveis, formado uma por uma solução de maior carga negativa para detectar cátions, e uma outra com uma solução de maior carga positiva para detectar ânions. Compõem também a esse equipamento um carrossel amostrador, no qual é responsável por levar a amostra a uma pré-coluna, que fica encarregada de separar o eluente de possíveis contaminações, pra depois, a amostra ser encaminhada para uma coluna, que no qual será iniciado a leitura dos compostos químicos.

Depois que a amostra é processada, as informações serão passadas para um computador, que mostra por meio de formação de picos, após alguns minutos de leitura, e essas informações são processadas através de um software específico do cromatógrafo, que facilita a interpretação dos resultados.

Figura 14 - Cromatógrafo de íons e seus componentes.



Fonte: Acervo do autor, 2018.

Antes de processar as amostras, o equipamento passa por uma calibração, que dura alguns minutos, para haver certificação que o aparelho esteja funcionando perfeitamente.

Logo após a calibração, foi coletada uma alíquota de 5 mL de cada amostra em pequenos tubos de plástico, e logo após esses tubos plásticos foram colocados no carrossel amostrador, acompanhado de outros 5 tubos plásticos contendo somente água deionizada, para que houvesse a lavagem no sistema entre uma amostra para outra, evitando possíveis interferências nos resultados.

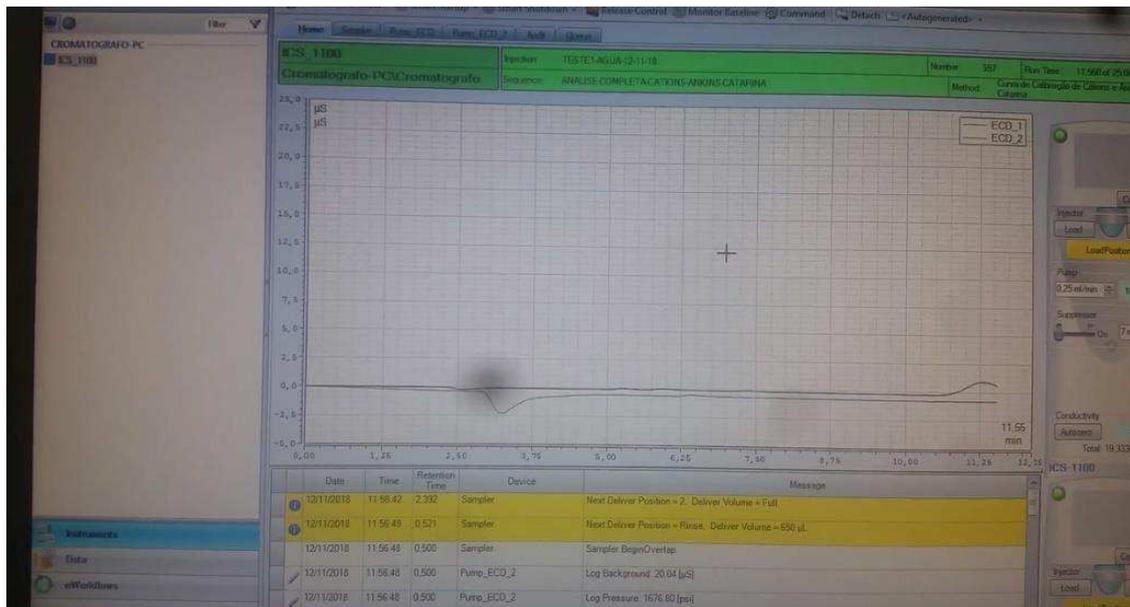
Com a alíquota no carrossel amostrador, foi redimensionado de cada tubo de plástico com as amostras 50 μL , sendo 25 para cada torre, para serem processados pela coluna. Após a amostra, é realizada a leitura da amostra, que será processado no computador, e a partir dessa leitura, foi possível notar as formações de picos ao longo da leitura, no qual é possível obter os dados de cada pico para cada componente químico.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por definição, a qualidade de água é a análise dos seus valores obtidos nas análises físico-químicas e microbiológicas, a fim de mensurar o comportamento de determinado corpo hídrico, para que assim, entendermos o que acontece com a bacia hidrográfica (WEINBERG, 2013). Na nossa pesquisa, foram analisados parâmetros físico-químicos.

Os resultados foram obtidos a partir do equipamento Cromatógrafo de íons modelo DIONEX ICS 1100, da marca Termo Scientific®, e os dados são expostos em leitura na tela do equipamento conforme ilustração a seguir:

Figura 15 - Leitura do Cromatógrafo no computador



Fonte: Acervo pessoal, 2018.

Todos os valores obtidos para os parâmetros físico-químicos de amônio, cloreto, dureza total ($\text{Ca}^+ + \text{Mg}^+$), fosfato, potássio, nitrato, nitrito, sódio e sulfato foram comparados as portarias que mais se adequavam à classe da água em estudo (Classe 2), como descreve na tabela a seguir:

Tabela 4 - Parâmetros físico-químicos e as portarias de referência:

Parâmetro	Valor Máximo Permitido (mg/L)	Referência
Amônio	1,5	art. 357/2005 – CONAMA
Cloretos	250	art. 357/2005 – CONAMA
Dureza Total	500	Portaria nº 2914/2011 - Ministério da Saúde
Fosfato	0,03	art. 357/2005 – CONAMA
Potássio	-	-
Nitrato	10	art. 357/2005 – CONAMA
Nitrito	1	art. 357/2005 – CONAMA
Sódio	200	Portaria nº 2914/2011 - Ministério da Saúde
Sulfato	250	art. 357/2005 – CONAMA

Fonte: Acervo do autor, 2018.

5.1 Análise de parâmetros Físico-químicas

Os valores obtidos através da leitura direta, via cromatografia de íons em cada ponto e as confrontações serão discutidos a seguir, analisando cada parâmetro separadamente de acordo com as legislações vigentes.

5.1.1 Íon Amônio

O valor imposto para a concentração de amônio na água, de acordo com o artigo nº 357 do CONAMA, usa como forma indicativa se o aquífero está ou não recebendo carga de matéria orgânica advinda de esgoto doméstico no local ou até mesmo vindo de forma acumulativa de outros lugares. Nas amostras analisadas em cada cidade, alguns se destacam por ultrapassar o valor máximo estabelecido pela a portaria, que é de 1,5 mg.L⁻¹, como podemos ver na tabela a seguir:

Tabela 5 - Resultados do íon amônio para os diferentes pontos de coleta.

<i>Local</i>	<i>(P1)</i>			<i>(P2)</i>			<i>(P3)</i>			<i>(P4)</i>		
<i>Data</i>	29/09	10/11	27/11	29/09	10/11	27/11	29/09	10/11	27/11	29/09	10/11	27/11
<i>NH₄⁺</i>	1,028	1,242	2,900	2,285	1,805	2,587	1,576	1,501	1,388	3,540	3,194	3,554
<i>VMP</i>	1,5											

Fonte: Acervo do autor, 2018.

5.1.2 Íon Cloreto

Os valores de íon cloreto podem variar de acordo com a localidade, a resolução do CONAMA 357/2005 indica o valor máximo de 250 mg.L⁻¹. Valores acima do estabelecido pela resolução indica que o aquífero sofre contaminação através de esgotos sanitários, por urina ou até por material de construção civil descartado. Nos valores obtidos estão de acordo com a portaria para valores de cloretos.

Tabela 6 - Valores de cloretos para os diferentes pontos de coleta:

<i>Local</i>	<i>(P1)</i>			<i>(P2)</i>			<i>(P3)</i>			<i>(P4)</i>		
<i>Data</i>	29/09	10/11	27/11	29/09	10/11	27/11	29/09	10/11	27/11	29/09	10/11	27/11
<i>Cl⁻</i>	22,115	20,885	60,107	46,892	45,707	50,483	14,099	13,679	10,958	32,122	23,196	19,321
<i>VMP</i>	250											

Fonte: Acervo do autor, 2018.

5.1.3 Dureza Total (Concentração em CaCO₃)

A dureza é um dos principais parâmetros indicadores da qualidade de água. A análise aponta a concentração de íons de cálcio e magnésio por meio do carbonato de cálcio. A portaria de nº 2914/2011, do ministério da saúde classifica a potabilidade de acordo com a concentração de carbonato de cálcio da água, de 500 mg.L⁻¹ de CaCO₃, as comparações dos valores com a potabilidade podemos ver a seguir:

Tabela 7 - Valores de dureza total para os diferentes pontos de coleta:

LOCAL	(P1)			(P2)			(P3)			(P4)		
	Data	29/09	10/11	27/11	29/09	10/11	27/11	29/09	10/11	27/11	29/09	10/11
CA+	16,758	17,776	22,669	18,106	19,135	17,516	33,000	33,440	20,081	18,816	18,901	19,321
MG+	4,929	5,131	6,775	7,137	7,328	5,030	12,121	12,145	5,124	11,135	10,154	8,291
Total	21,686	22,907	29,444	25,243	26,463	22,546	45,121	45,585	25,205	29,952	29,054	27,612
Vmp	500											

Fonte: Acervo do autor, 2018.

5.1.4 Íon Fosfato

A quantidade excessiva de fosfato a partir dos seus derivados pode indicar uma contaminação por efluente doméstico e que pode ocorrer como consequência a imitação de produção e acelerar o processo de eutrofização nos aquíferos. O limite estabelecido pela resolução considerando a classe da água é de $0,03 \text{ mg.L}^{-1}$. Os valores obtidos podemos acompanhar na tabela a seguir:

Tabela 8 - Valores do íon fosfato para os diferentes pontos de coleta.

Local	(P1)			(P2)			(P3)			(P4)			
	Data	29/09	10/11	27/11	29/09	10/11	27/11	29/09	10/11	27/11	29/09	10/11	27/11
PO ₄ ³⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VMP	0,03												

Fonte: Acervo pessoal, 2018.

5.1.5 Íon Potássio

O potássio no organismo desempenha funções vitais no organismo humano e a sua ausência nos processos metabólicos podem desencadear diversas situações não homeostáticas no ser humano e podem prejudicar as plantas, que precisam do potássio para desempenhar funções vitais, como a passagem de solutos para suprir as suas necessidades fisiológicas. Não foram encontrados alguma portaria de potabilidade para o potássio, no entanto, com os valores obtidos na análise realizada, podem ser considerados razoáveis para a potabilidade da água. Os valores obtidos seguem na tabela a seguir:

Tabela 9 - Valores do íon potássio para os diferentes pontos de coleta:

<i>Local</i>	<i>(P1)</i>			<i>(P2)</i>			<i>(P3)</i>			<i>(P4)</i>		
<i>Data</i>	29/09	10/11	27/11	29/09	10/11	27/11	29/09	10/11	27/11	29/09	10/11	27/11
<i>K⁺</i>	2,683	2,956	4,928	4,461	4,898	7,161	10,756	11,270	12,777	4,461	4,898	9,527
<i>VMP</i>	-											

Fonte: Acervo do autor, 2018

5.1.6 Íon Nitrato

Esse composto, obtido a partir da degradação do nitrogênio orgânico, pode apresentar como produto final o nitrogênio amoniacal. Em excesso, o nitrato, em excesso em fontes de água, pode causar diversas doenças no ser humana, além de ser um composto com potencial de causar câncer. Na legislação vigente, permite o consumo não ultrapassando de 10 mg.L⁻¹ de Nitrato. Os dados obtidos podem ser observados na tabela a seguir:

Tabela 10 - Valores do íon nitrato nos diferentes pontos de coleta

Local	(P1)			(P2)			(P3)			(P4)		
Data	29/09	10/11	27/11	29/09	10/11	27/11	29/09	10/11	27/11	29/09	10/11	27/11
NO_3^-	0	0	0	0	0	0	0,565	0,426	2,052	0	0	0
VMP	10											

Fonte: Acervo do autor, 2018.

5.1.7 Íon Nitrito

Esse composto comporta-se como um intermediário entre o nitrato e a amônia. Em altas concentrações, indica que está havendo uma recarga alta de poluição orgânica, e quando o nitrito não é convertido para nitrato, pode ocorrer prejuízos para o meio ambiente e para a saúde humana. Segundo a legislação vigente, o valor máximo permitido de nitrito na água é de 1,0 mg.L⁻¹. Os valores obtidos podemos observar na tabela a seguir:

Tabela 11 - Valores do íon Nitrito para os diferentes pontos de coleta.

Local	(P1)			(P2)			(P3)			(P4)		
Data	29/09	10/11	27/11	29/09	10/11	27/11	29/09	10/11	27/11	29/09	10/11	27/11
NO_2^-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VMP	1											

Fonte: Acervo do autor, 2018

5.1.8 Íon Sódio

Composto responsável por ações vitais no nosso organismo, como o bom funcionamento e músculos esqueléticos e principalmente do músculo cardíaco promovendo as contrações musculares dos mesmos. Encontram-se presente em quase toda as fontes de alimentação no dia a dia e nos processos osmóticos nas plantas, para deslocação de líquidos e de solutos. Esse mineral em altas concentrações, causa diversas enfermidades, como a hipertensão, que pode

desencadear outros problemas cardíacos para a população. Para a legislação vigente, o valor permitido para o consumo de sódio em água é de 200 mg.L⁻¹. Os valores obtidos na análise realizada podemos acompanhar na tabela a seguir:

Tabela 12 - Valores do íon sódio para os diferentes pontos de coleta:

<i>Local</i>	<i>(P1)</i>			<i>(P2)</i>			<i>(P3)</i>			<i>(P4)</i>		
<i>Data</i>	29/09	10/11	27/11	29/09	10/11	27/11	29/09	10/11	27/11	29/09	10/11	27/11
<i>Na⁺</i>	12,492	11,208	26,014	23,514	20,553	23,014	18,392	15,458	13,788	32,896	27,528	33,432
<i>VMP</i>	200											

Fonte: Acervo do autor, 2018

5.1.9 Íon Sulfato

Esse composto mineral é formado através da sedimentação de rochas e que são depositadas nos aquíferos, além desse composto ser obtido na água por meio de dejetos industriais e de efluentes domésticos. Segundo a legislação para a potabilidade de água, concentrações superiores a 250 mg.L⁻¹ podem causar efeitos laxativos. Os valores obtidos na análise realizada seguem na tabela a seguir:

Tabela 13 - Valores obtidos do íon Sulfato para os diferentes pontos de coleta:

<i>Local</i>	<i>(P1)</i>			<i>(P2)</i>			<i>(P3)</i>			<i>(P4)</i>		
<i>Data</i>	29/09	10/11	27/11	29/09	10/11	27/11	29/09	10/11	27/11	29/09	10/11	27/11
<i>SO₄²⁺</i>	3,186	2,843	4,810	3,505	3,363	4,231	0,788	0,595	1,365	6,236	5,237	7,701
<i>VMP</i>	250											

Fonte: Acervo do autor, 2018.

De acordo com os resultados obtidos, podemos observar, dentre todos os parâmetros analisados de amônio, cloretos, dureza total, fosfato, potássio, nitrato, nitrito, sódio e sulfato, o que mais chamou atenção foi o fato do valor do íon amônio ter superado o valor máximo permitido na legislação em três dos quatro pontos de

coleta, em Monteiro, Camalaú e Sumé. E isso pode se afirmar que possivelmente está intimamente ligado a contaminação por meio de ações antrópicas, em decorrência do despejo de material de esgotamento sanitário nesses dois locais. Em particular em Monteiro e em Camalaú, que recebe as águas da transposição do Rio São Francisco, a contaminação pode ser considerada como de caráter acumulativa, no qual em Monteiro possivelmente recebeu carga orgânica do canal recentemente, o que pode explicar o aumento na concentração de amônio na última coleta e análise, e em Camalaú, pode ser explicado pelo o fato da contaminação começar justamente no início do rio Paraíba, onde foi visto várias fontes de contaminação, de vai desde de lançamento de dejetos domésticos até a presença de banhistas no curso do rio, que seguem também como fonte de contaminação. Esses fatores podem ser observados na Figura 16:

Figura 16 - Presença de banhistas no Rio Paraíba.



Fonte: Acervo do autor, 2018.

No ponto de coleta no açude de Sumé onde não recebe as águas da transposição, o valor de amônio ficou o dobro estipulado pela a legislação vigente, onde fica mais evidenciado a presença de efluente doméstico ou outras formas de dejetos lançados no açude.

Com isso, pode causar diversas consequências, tais como o assoreamento do rio, além da contaminação da água com destinação ao consumo humano, podendo gerar mais gastos para o seu tratamento.

6 CONCLUSÃO

Dentre todos os parâmetros avaliados de amônio, cloretos, dureza total, fosfato, nitrato, nitrito, potássio, sódio e sulfato, somente o parâmetro de amônio que não está de acordo com a legislação do CONAMA, ou seja, apresentou até duas vezes superior ao recomendado para a potabilidade. Possivelmente, deve-se está havendo uma contaminação por efluente doméstico (esgoto), já que o perímetro que recebe essa descarga provavelmente não conta com um sistema adequado de esgotamento sanitário. Contudo, os outros parâmetros físico-químicos se enquadraram na portaria para a potabilidade de água de consumo humano, e desses quatro pontos, apresentaram-se no enquadramento dos corpos hídricos como classe 1, levando em consideração os valores obtidos nos parâmetros analisados. Portanto, o não cuidado com o nitrogênio e de seus derivados, podem causar prejuízos ao meio ambiente e ao ser humano, que recebe essa água como produto dessa transposição até o abastecimento nas cidades contempladas pelo mesmo.

7 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Os dados obtidos nesta pesquisa podem auxiliar na execução de trabalhos futuros, como: monitoramento de qualidade de água, tratamento de efluente doméstico, gerenciamento de resíduos sólidos, a fim de garantir que a transposição traga, de fato, água com boa qualidade pra quem tem sede, pra quem precisa plantar, pra quem precisa sobreviver no nordeste.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Célia Dos Anjos. **Tratamento de águas de abastecimento**. 3. ed. Porto: Publindústria, 2010.

ALVES, W. S.; ANDRADE, R. D. A.; COSTA, L. M.; BELISÁRIO, C. M.; CEREIJO, T. L.; PORFIRO, C. A. Avaliação da qualidade da água por meio de análises físico-químicas. Goiás: In: CONGRESSO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO DO CAMPUS RIO VERDE DO IF GOIANO, 1, 2012, Goiânia.2012.

ANA - **Agência Nacional de Águas**. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/planejamento/PlanejamentoRH_enquadramento.aspx>. Acesso em: 01 dez 2018.

BAUMGARTEN, M. G. Z.; NIENCHESKI, L. F. H.; VEECK, L. **Nutrientes na coluna de água e na água intersticial de sedimentos de uma enseada rasa estuarina com aportes de origem antrópica** (Rio Grande do Sul–Brasil). *Atlântica*, n. 23, Rio de Janeiro.

BRASIL. **CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA** Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água**. Brasil, DF. Senado Federal, 2005.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**.

BRASIL. **Ministério da Saúde. Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil; Poder Executivo*, 2011.

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, 112p. 2014.

BOLIGIAN, Levon; BOLIGIAN. Andressa Turcatel Alves. **Geografia espaço e vivência**, volume único, 3. ed. -- São Paulo: Atual, 2011.

CANTALICE, L. R. **Gestão hídrica do Reservatório Sumé-PB: Potencialidades e Fragilidades**. 2010. 81 f. Dissertação (Mestre em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande. 2010.

CARVALHO, A. P. **Diagnóstico da degradação ambiental do Açude de Bodocongó em Campina Grande – PB**. 2007. 97 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande. 2007.

CETESB. **Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**. Apêndice D Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade. 2016.
Disponível em
<<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/wpcontent/uploads/sites/32/2013/11/Ap%C3%AAndice-E-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-2016.pdf>>. Acesso em: 01 dez 2018.

DNOCS – **Departamento Nacional de Obras Contra as Secas**. Disponível em: <<http://www.dnocs.gov.br>>. Acesso em: 30 nov 2018.

ESTEVEZ, Francisco de Assis. **Fundamentos da limnologia**. 2 ed. Interciência. 602pp. 1988.

FARIAS, M. S. S. **MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CABELO**. 2006. 136 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006.

FONSECA, Louize Viveiro Da. **Capacidade de Retenção de Fósforo e Material Particulado em suspensão por Manguezal de Área impactada por Efluentes da Carnicultura**. 2009. 102 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Ilhéus, 2009.

GOOGLE MAPS. Disponível em <<https://www.google.com.br/maps/@-7.6635367,-36.8949631,15z>>. Acesso em 30 nov 2018.

HENKES, Silvana L. **A POLÍTICA, O DIREITO E O DESENVOLVIMENTO: UM ESTUDO SOBRE A TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO**. Revista Direito GV, São Paulo, n. 20, p.497-534. JUL-DEZ 2014.

LENZI, E.; FAVERO, L. O. B.; LUCHESE, E. B. **Introdução à química da água: ciência, vida e sobrevivência**. Rio de Janeiro, 2009.

LIMA, Tulio Venancio Pires Carvalho. **Os Impactos da Transposição do Rio São Francisco na sua região de influência**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia). Brasília, 12 de nov 2013.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Caderno da Região Hidrográfica do São Francisco**, Secretaria de Recursos Hídricos. – Brasília: MMA, 148 p. 2006.

OLIVEIRA, R., FERNANDES, C. **Determinação da dureza total (Dureza de Cálcio e Magnésio)**. Disponível em: <<http://w>> . Acesso em 30 de novembro de 2018.

QUEIROZ, M. M. F.; IOST, C.; GOMES, S. D.; BOAS, M. A. V. Influência do uso do solo na qualidade da água de uma microbacia hidrográfica rural. **Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.5, n.4, p. 200 – 210, 2010.

QUINTIERE, Marcelo de Miranda Ribeiro-Organizador. **Transposição do rio São Francisco uma análise dos aspectos positivos e negativos do projeto que pretende transformar o Nordeste**. Curitiba, Juruá Editora, 2010.

RICHTER, C. A.; NETTO, J. M. A. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. Editora Blucher. São Paulo, 2011.

RODRIGUES, Cleidiane Sousa Pereira. **Perfil da comunidade microbiana e distribuição de nutrientes ao longo do Estuário do Rio Cachoeira (Ilhéus, BA)**.

2009. 24 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2009.

SDS - **Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável**. Estado de Santa Catarina. 2017. Disponível em: <www.sirhesc.sds.sc.gov.br/sirhsc/conteudo_visualizar_dinamico.jsp?idEmpresa=11&idMenu=246> Acesso em: 01 dez 2018.

SIZER, F. S.; WHITNEY, E. N. **Nutrição: Conceitos e controvérsias**. Barueri, São Paulo: Manole, 2003.

SOARES, Edmilson. **Seca no Nordeste e a transposição do rio São Francisco**. Geografias Artigos Científicos, Belo Horizonte, v. 9, n. 2, p.75-86, out. 2013.

SOUZA, K. L. R.; FURTADO, A. L. F. F. **Gestão ambiental e recursos hídricos: Análise do plano de bacias 2010-2020 do comitê de bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (CBH-PCJ). Ensaios e Diálogos**, Rio Claro, n.6, p. 49-61, 2013.

SUDEMA - Superintendência de Administração do Meio Ambiente **DZS 205 - Enquadramento dos corpos d'águas da bacia hidrográfica do rio Paraíba**. Sistema Estadual de Licenciamento de Atividade Poluidoras – SELAP, 1988. Disponível em: www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2016/11/DZS_03.pdf. Acesso em: 03 dez 2018.

SUDEMA - Superintendência de Administração do Meio Ambiente **DZS 201 - Classificação das águas interiores do estado**. Sistema Estadual de Licenciamento de Atividade Poluidoras – SELAP, 1988b. Disponível em: <www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2016/11/DZS_01.pdf>. Acesso em: 03 dez 2018.

VON SPERLING. **Princípios do tratamento Biológico de Águas Residuárias Introdução à Qualidade das Águas e ao tratamento de Esgotos**, v1, 1ª Edição, Belo Horizonte DESA-UFMG, 240 p. 1995.

WEINBERG, A. Uso de índices de qualidade de água para a caracterização da bacia hidrográfica do rio guandu. 2013. 178 f. Tese (Conclusão de Curso) - Universidade Federal do Rio de Janeiro - Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2013.