



**UNIFACS**

UNIVERSIDADE SALVADOR

LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES\*

**MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL E URBANO**

**RAIANY SANDHY SOUZA SANTOS**

**QUALIDADE DA ÁGUA NA CHAPADA DIAMANTINA: UMA ANÁLISE DA SAÚDE AMBIENTAL DA APA MARIMBUS/IRAQUARA**

Salvador  
2019

**RAIANY SANDHY SOUZA SANTOS**

**QUALIDADE DA ÁGUA NA CHAPADA DIAMANTINA: UMA ANÁLISE DA SAÚDE  
AMBIENTAL DA APA MARIMBUS/IRAQUARA**

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Urbano (PPDRU) da UNIFACS Universidade Salvador — Laureate International Universities, como requisito à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Urbano.

Orientador: Prof. Dr. Ícaro T. Andrade Moreira.

Salvador  
2019

Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNIFACS  
Universidade Salvador, Laureate International Universities.

Santos, Raiany Sandhy Souza

Qualidade da água na Chapada Diamantina: uma análise da saúde ambiental da APA Marimbus/Iraquara. / Raiany Sandhy Souza Santos. - Salvador, 2019.

94 f.: il.

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Urbano (PPDRU) da UNIFACS Universidade Salvador — Laureate International Universities, como requisito à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Urbano.

Orientador: Prof. Dr. Ícaro T. Andrade Moreira.

1. Água - Controle de qualidade. 2. Saúde ambiental. Chapada Diamantina. I. Moreira, Ícaro T. Andrade, orient. II. Título.

CDD: 628.18

## RESUMO

Quando não existe ou é ineficiente o planejamento de regiões ou cidades que utilizam seus atrativos naturais para gerar economia através do ecoturismo, acarreta em impacto para a saúde ambiental, onde ocorre o comprometimento da qualidade sanitária desses ambientes e conseqüentemente a saúde humana é colocada em risco. Este estudo teve como objetivo investigar o comprometimento da saúde ambiental em pontos turísticos e na comunidade quilombola de Remanso, localizados na Área de Proteção Ambiental (APA) Marimbus/Iraquara e no município de Andaraí, da região da Chapada Diamantina, Bahia, por meio da avaliação da qualidade sanitária das águas superficiais do rio Santo Antônio. Foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas da qualidade das águas e as potenciais doenças que os contaminantes podem ocasionar. As altas concentrações de fosfato (com 2,57 mg/L em C1 e 1,93 mg/L em C2) e o cálculo do IET categorizou a E4 como ambiente hipereutrófico, o que a PCA corroborou em seu gráfico quando demonstra que a E4 tanto em C1 quanto em C2 foi a estação que possuiu correlação diretamente proporcional com os parâmetros  $\text{Cl}_a$  e  $\text{PO}_4$ . O IQA demonstrou a influência da sazonalidade na qualidade das águas, pois todas as estações de amostragem mantiveram ou reduziram sua classificação do período mais chuvoso (C1) para o mais seco (C2). Os valores de ferro (com até 1,79 mg/L em C1 e 0,90 mg/L em C2), assim como os dados de DBO e OD tiveram seus valores fora dos limites permitidos pelo CONAMA 357/2005, como também os dados de coliformes totais e *E. coli* indicaram uma água imprópria para consumo humano. Com os dados obtidos foi possível afirmar que todas as estações analisadas, nas duas campanhas de amostragem, encontram-se impróprias para consumo e banho, pois estão sugeridas a eutrofização, e representam risco à saúde pública por conta das doenças que podem ocasionar. Se não tiver uma intervenção nessas estações, pode impactar diretamente a economia local, que por sua vez, é movimentada através do ecoturismo.

**Palavras-chave:** Qualidade de água. Saúde ambiental. Doenças de veiculação hídrica. Parâmetros de qualidade de água.

## ABSTRACT

When the planning of regions or cities that use their natural attractions to generate economy through ecotourism does not exist or is inefficient, it impacts on environmental health, where the health quality of these environments is compromised and, consequently, human health is put at risk. . This study aimed to investigate the impairment of environmental health in tourist sites and the quilombola community of Remanso, located in the Marimbus / Iraquara Environmental Protection Area (APA) and in the municipality of Andaraí, in the Chapada Diamantina region, Bahia, through the evaluation of the sanitary quality of the surface waters of the Santo Antônio river. Physicochemical and microbiological analyzes of water quality and the potential diseases that contaminants may cause were performed. High phosphate concentrations (at 2.57 mg/L in C1 and 1.93 mg/L in C2) and the EIT calculation categorized E4 as a hypereutrophic environment, which PCA corroborated in its graph when demonstrating that E4 Both in C1 and C2 was the station that had a directly proportional correlation with the parameters Cla and PO4. The IQA demonstrated the influence of seasonality on water quality, as all sampling stations maintained or reduced their classification from the wettest (C1) to the driest (C2). Iron values (up to 1.79 mg / L in C1 and 0.90 mg / L in C2), as well as BOD and OD data were outside the limits allowed by CONAMA 357/2005, as well as Total coliform and *E. coli* data indicated an unfit water for human consumption. With the obtained data it was possible to affirm that all the analyzed stations, in the two sampling campaigns, are unfit for consumption and bath, because they are suggested eutrophication, and represent risk to the public health due to the diseases that can cause. If you do not have an intervention in these stations, it can directly impact the local economy, which can in turn be buzzing through ecotourism.

**Keywords:** Water Quality. Environmental health. Waterborne diseases. Water quality Parameters.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do Pantanal do Marimbus, Chapada Diamantina, Bahia.....	33
Figura 2 - Mapa da Área de Estudo com as Estações de Amostragens no Rio Santo Antônio, localizada na Chapada Diamantina, Bahia.....	51
Figura 3 - Estação de amostragem 1 .....	52
Figura 4 - Estação de amostragem 2 .....	53
Figura 5 - Estação de amostragem 3 .....	53
Figura 6 - Estação de amostragem 4 .....	54
Figura 7 - Estação de amostragem 5 .....	54
Figura 8 - Estação de amostragem 6 .....	55
Figura 9 - Variações da temperatura das estações de amostragens do rio Santo Antônio, Chapada Diamantina, Bahia .....	60
Figura 10 - Variações de pH das estações de amostragens do rio Santo Antônio, Chapada Diamantina, Bahia.....	61
Figura 11 - Variações de Condutividade Elétrica das estações de amostragens do rio Santo Antônio, Chapada Diamantina, Bahia .....	62
Figura 12 - Variações de Turbidez das estações de amostragens do rio Santo Antônio, Chapada Diamantina, Bahia.....	63
Figura 13 - Variações de Oxigênio Dissolvido das estações de amostragens do rio Santo Antônio, Chapada Diamantina, Bahia .....	64
Figura 14 - Variações de Sólidos Totais Dissolvidos das estações de amostragens do rio Santo Antônio, Chapada Diamantina, Bahia .....	65
Figura 15 - Variações de Ferro das estações de amostragens do rio Santo Antônio, Chapada Diamantina, Bahia.....	68
Figura 16 - Variações da Demanda Bioquímica de Oxigênio das estações de amostragens do rio Santo Antônio, Chapada Diamantina, Bahia.....	71
Figura 17 - Índice de Qualidade das Águas das duas campanhas das estações de amostragens do rio Santo Antônio, Chapada Diamantina, Bahia.....	74
Figura 18 - Projeção da Análise dos componentes principais (PCA) referente aos parâmetros analisados nas campanhas de amostragem 1 e 2, das 6 estações de amostragens localizadas no Rio Santo Antônio, Chapada Diamantina, Bahia .....	78
Figura 19 - Projeção da Análise dos componentes principais (PCA) referente às 6 estações de amostragens, nas campanhas 1 e 2, localizadas no Rio Santo Antônio, Chapada Diamantina, Bahia.....	79

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Metas do Objetivo para o Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas número 11, que tem relação com Saúde Ambiental.....	22
Quadro 2 - Metas do Objetivo para o Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas número 11, que tem relação com o desenvolvimento sustentável de comunidades sustentáveis .....	36
Quadro 3 - Metas do Objetivo para o Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas número 6, que tem relação com Qualidade de Água .....	47

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coordenadas Georreferenciadas das Estações de amostragem no Rio Santo Antônio da Chapada Diamantina, Bahia com coordenadas em graus decimais.....	50
Tabela 2 - Parâmetros não conservativos e Métodos .....	56
Tabela 3 - Parâmetros analíticos e Métodos.....	57
Tabela 4 - Índice de Estado Trófico da Estação de amostragem 4 do Rio Santo Antônio, Chapada Diamantina - BA.....	70
Tabela 5 - Índice de Qualidade da Água das 6 estações de amostragens, nas duas campanhas, localizadas no Rio Santo Antônio, Chapada Diamantina, Bahia.....	73
Tabela 6 - Descrição dos parâmetros analisados na campanha de amostragem 1, das 6 estações de amostragens localizadas no Rio Santo Antônio, Chapada Diamantina, Bahia .....	75
Tabela 7 - Descrição dos parâmetros analisados na campanha de amostragem 2, das 6 estações de amostragens localizadas no Rio Santo Antônio, Chapada Diamantina, Bahia .....	76
Tabela 8 - Matriz de correlação de Pearson dos parâmetros analisados nas campanhas de amostragem 1 e 2, das 6 estações de amostragens localizadas no Rio Santo Antônio, Chapada Diamantina, Bahia .....	80



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>14</b>
3.1	SAÚDE AMBIENTAL.....	14
3.1.1	<b>Relação saúde e meio ambiente</b> .....	<b>14</b>
3.1.2	<b>Desenvolvimento Sustentável relacionado à Saúde Ambiental</b> .....	<b>16</b>
3.1.2.1	<i>Contextualizando historicamente</i> .....	16
3.1.2.2	<i>Conceitos de Saúde Ambiental e Políticas Públicas</i> .....	18
3.1.3	<b>Objetivo para o Desenvolvimento Sustentável 3</b> .....	<b>21</b>
3.2	CHAPADA DIAMANTINA .....	24
3.2.1	<b>Região da chapada diamantina</b> .....	<b>24</b>
3.2.2	<b>Características Bióticas e Abióticas</b> .....	<b>24</b>
3.2.3	<b>Breve Histórico: do início da ocupação humana, perpassando pela exploração até o turismo</b> .....	<b>25</b>
3.2.4	<b>Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD)</b> .....	<b>28</b>
3.2.5	<b>Rio Santo Antônio: Turismo e Saneamento</b> .....	<b>29</b>
3.2.6	<b>Área de Proteção Ambiental Marimbus/Iraquara</b> .....	<b>31</b>
3.2.7	<b>Comunidade Quilombola de Remanso</b> .....	<b>32</b>
3.2.8	<b>Objetivo para o Desenvolvimento Sustentável 11</b> .....	<b>35</b>
3.3	QUALIDADE DE ÁGUA.....	38
3.3.1	<b>Legislações ambientais e Parâmetros de qualidade da água</b> .....	<b>38</b>
3.3.2	<b>Parâmetros e Índices de Qualidade de Água</b> .....	<b>39</b>
3.3.3	<b>Índice de Qualidade das Águas</b> .....	<b>41</b>
3.3.4	<b>Índice de Estado Trófico</b> .....	<b>42</b>
3.3.5	<b>Saneamento Básico e Doenças de Veiculação Hídrica (DVH)</b> .....	<b>43</b>
3.3.6	<b>Objetivo para o Desenvolvimento Sustentável 06</b> .....	<b>46</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>49</b>
4.1	METODOLOGIA.....	49
4.2	PESQUISAS BIBLIOGRÁFICAS .....	49
4.3	ÁREA DE ESTUDO.....	49
4.4	ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM .....	50
4.5	DESCRIÇÃO DAS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM.....	51

4.5.1	<b>Estação 1 - Travessia para Remanso</b> .....	51
4.5.2	<b>Estação 2 - Entrada do Remanso</b> .....	52
4.5.3	<b>Estação 3 - Entrada ao Marimbus</b> .....	52
4.5.4	<b>Estação 4 - Andaraí 1</b> .....	53
4.5.5	<b>Estação 5 - Andaraí 2</b> .....	54
4.5.6	<b>Estação 6 - Ponte do Santo Antônio</b> .....	54
4.6	PROCEDIMENTO DE AMOSTRAGEM .....	55
4.7	PARÂMETROS NÃO CONSERVATIVOS.....	56
4.8	MÉTODOS ANALÍTICOS .....	56
4.9	CLIMATOLOGIA.....	57
4.10	MÉTODOS ESTATÍSTICOS .....	57
5	<b>DESCRIÇÃO DOS RESULTADOS</b> .....	59
5.1	PARÂMETROS NÃO-CONSERVATIVOS.....	59
5.1.1	<b>Temperatura (°C)</b> .....	59
5.1.2	<b>Potencial Hidrogeniônico (pH)</b> .....	60
5.1.3	<b>Condutividade Elétrica (µS/cm)</b> .....	61
5.1.4	<b>Turbidez (NTU)</b> .....	62
5.1.5	<b>Oxigênio Dissolvido (mg/L)</b> .....	63
5.1.6	<b>Sólidos Totais Dissolvidos</b> .....	64
5.2	ÍONS DISSOLVIDOS .....	65
5.2.1	<b>Fosfato</b> .....	66
5.3	METAIS .....	66
5.3	CLOROFILA <i>a</i> .....	68
5.4	RESULTADO DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO PARA A ESTAÇÃO DE AMOSTRAGEM 4 (E4).....	69
5.5	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO .....	70
5.6	COLIFORMES TOTAIS E <i>Escherichia coli</i> .....	71
5.7	RESULTADO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA (IQA).....	72
5.8	ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS .....	77
6	<b>CONCLUSÃO</b> .....	81
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	86

## 1 INTRODUÇÃO

Os recursos naturais vêm sofrendo inúmeros impactos de origem antrópica, principalmente os recursos hídricos, o qual toda forma de contaminação, seja ela do solo ou do ar, acaba chegando aos corpos hídricos através de infiltração, escoamento superficial ou precipitação. Além disso, os corpos hídricos recebem continuamente grandes cargas de nutrientes e outros contaminantes oriundos de efluentes (domésticos, industriais, agrícolas e outros), comprometendo a qualidade das águas. É evidente a necessária interrupção das fontes de contaminação, e uma aplicação de tratamento dessas águas coniventes coma qualidade adequada, seguindo os parâmetros estabelecidos pelas legislações ambientais (SANTOS; FRITSCH-CAMERA; BERTICELLI, 2018).

Municípios e comunidades que não possuem atendimento dos sistemas de saneamento básico, principalmente o abastecimento de água e esgotamento sanitário, acabam utilizando de corpos hídricos para a ingestão direta e atividades domésticas, e o efluente produzido é despejado diretamente em rios, ou dispostos de maneira inadequada no solo, chegando a lençóis freáticos ou rios mais próximos através da infiltração ou escoamento superficial. Assim, os corpos hídricos continuamente recebendo cargas de contaminantes, não conseguem degradar a matéria orgânica de forma tão acelerada quanto recebe e gera diversos impactos para os organismos aquáticos.

A qualidade das águas de corpos hídricos é como fator condicionante para a saúde ambiental, por ter diversas funções humanas, como por exemplo ingestão direta por comunidades que não contam com o tratamento e distribuição de água de forma adequada, ou outro exemplo é o lazer em pontos turísticos que tem como foco meios naturais como rios, lagos e cachoeiras.

Sendo assim, existe uma relação entre qualidade ambiental e saúde humana chamada de saúde ambiental, onde as condições ambientais podem favorecer ou prejudicar a saúde humana, como exemplo de rios contaminados onde suas águas tornam-se veículo de transmissão de doenças e acarreta em danos à saúde do ser humano.

A região da Chapada Diamantina, localizada no estado da Bahia, representa um dos principais destinos ecoturísticos do país, tendo nos elementos da geodiversidade o seu principal apelo turístico (PEREIRA, 2010). A região possui um

imenso potencial turístico sendo o setor de comércio e serviço correspondente a 65,8% do PIB da região seguido pela agropecuária, com 20,7%, e pela indústria, com 13,5%. (SEESB, 2015), pois parte dos municípios possuem sua economia voltada para esse setor, sendo um grande percentual voltado ao ecoturismo, por conta de ser uma região que possui diversidade em atrativos naturais. Em termos de recursos hídricos, tem uma quantidade significativa de cachoeiras, rios, lagoas e áreas alagadiças que recebem turistas nacionais e estrangeiros. A região comporta algumas nascentes de rios, como exemplo do rio Paraguaçu, responsável pelo abastecimento da capital do estado, rio que recebe contribuições de seus afluentes como exemplo do rio Santo Antônio.

Nos últimos anos tem se intensificado a preocupação quanto à qualidade ambiental das águas dos rios da Chapada Diamantina, principalmente após a grande repercussão da mídia quanto a casos de pessoas contaminadas por doenças de veiculação hídrica (G1 BAHIA, 2017), como o caso do grupo de turistas do estado de Minas Gerais que contraíram esquistossomose após visitarem a Cachoeira do Poço que fica localizada no município de Lençóis, Chapada Diamantina, Bahia - Brasil.

O Rio Santo Antônio atravessa alguns municípios do parque nacional da Chapada Diamantina, adentra a Área de Proteção Ambiental Marimbus/Iraquara e tem sua foz no município de Andaraí, onde encontra o rio Paraguaçu. No percurso do rio Santo Antônio possuem municípios e comunidades, como a Comunidade Quilombola de Remanso, cuja população ribeirinha não tem acesso a esgotamento sanitário, sendo assim os desejos humanos brutos são lançados no rio sem tratamento, tornando essas águas um potencial de risco a saúde pública por conta de favorecer a veiculação de doenças hídricas, como por exemplo, a esquistossomose.

A comunidade Quilombola de Remanso utiliza das águas do rio Santo Antônio para diversas atividades domésticas, inclusive a ingestão direta e lavagem de alimentos, banho, lavagem de roupas e pratos e outras atividades. Apesar da contaminação do rio e da falta de saneamento básico, a comunidade, assim como o município adjacente (Andaraí) são pontos turísticos importantes para a região, recebendo turistas nacionais e estrangeiros. Logo, as águas do rio Santo Antônio podem significar um risco à saúde de moradores, visitantes e turistas dessa região.

O ecoturismo é uma forma de turismo alternativo para expressar um conjunto variado e não bem definido de atividades e atitudes no ramo de viagens que se

posicionam na interface turismo e ambiente, compreendendo especialmente ambientes naturais pouco alterados juntamente com as culturas autóctones presentes em seu entorno (PIRES, 1998), configura-se como uma importante alternativa de desenvolvimento econômico sustentável, utilizando racionalmente os recursos naturais sem comprometer a sua capacidade de renovação e a sua conservação (IBT; IBAMA, 1994).

Como o ecoturismo é uma atividade importante para a movimentação da economia da região, impactos na qualidade dos corpos hídricos, como do rio Santo Antônio, e um comprometimento da saúde humana através de doenças de veiculação hídrica podem afetar diretamente essa atividade, e conseqüentemente a economia local.

Em 2015, os países da Organização das Nações Unidas (ONU) elaboraram a Agenda30, que estipula 17 objetivos para o desenvolvimento sustentável, dentre eles tem o 03, que visa assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades, o que leva em consideração que uma boa qualidade ambiental é um fator que assegura um aumento na saúde da população, o 06 que visa assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos, correlacionando o desenvolvimento de uma região a uma série de medidas preventivas realizadas através de um planejamento adequado que leve em consideração a preservação ambiental e o 11 que trata de estimular e promover a sustentabilidade nas cidades e comunidades de forma a reduzir impactos ambientais, garantir a qualidade das matrizes ambientais, reforçar o planejamento nacional e regional de forma a promover o desenvolvimento.

Tendo em vista a problemática citada e os objetivos para o desenvolvimento sustentável da ONU para 2030, esse trabalho surge com o objetivo de investigar o comprometimento da saúde ambiental em pontos turísticos e na comunidade quilombola de Remanso, localizados na Área de Proteção Ambiental (APA) Marimbus/Iraquara e adjacências, da região da Chapada Diamantina, Bahia, por meio da avaliação da qualidade sanitária das águas superficiais do rio Santo Antônio.

## 2 OBJETIVOS

O objetivo principal deste estudo é investigar o comprometimento da saúde ambiental em pontos turísticos e na comunidade quilombola de Remanso, localizados na Área de Proteção Ambiental (APA) Marimbus/Iraquara e adjacências, da região da Chapada Diamantina, Bahia.

Os objetivos específicos são:

- a) Descrever aspectos da saúde ambiental relacionados à qualidade da água;
- b) Descrever a Área de Proteção Ambiental Marimbus/Iraquara e adjacências no contexto de atrativo turístico da região da Chapada Diamantina;
- c) Identificar pontos da APA Marimbus adjacências que tenham como atrativo natural recursos hídricos como fins atividade doméstica e/ou turística;
- d) Avaliar a qualidade das águas superficiais nas estações de amostragem selecionadas e realizar o cálculo do Índice de Estado Trófico, quando possível e do Índice de Qualidade das Águas;
- e) Avaliar quais os principais parâmetros de qualidade de água podem acarretar em doenças de veiculação hídrica para os frequentadores das estações de amostragem estudadas.

## **3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **3.1 SAÚDE AMBIENTAL**

#### **3.1.1 Relação saúde e meio ambiente**

O crescimento de cidades e regiões tem acarretado em uma pressão aos recursos naturais através da intensa atividade antrópica, seja ela nos grandes centros urbanos, onde existe uma disputa pelos recursos disponíveis, que acabam sendo utilizados de maneira desordenada e sem a preocupação em preservar a biodiversidade natural, ou também em pequenas comunidades que tem sua economia voltada para o turismo na qual se constata que o planejamento não é efetivo ou ainda é desempenhado de forma rudimentar, de modo que tanto a comunidade sofre com falta de condições básicas de saneamento, quanto também as matrizes ambientais como o solo e a água são impactadas com contaminantes domésticos (GOULART; CALLISTO, 2003; MACHADO, 2016; AMORIM, ANDRADE; UMBELINO, 2009). Isso demonstra que à medida que o ser humano precisa dos recursos naturais para sobreviver e gerar desenvolvimento (seja ele econômico, social ou tecnológico), ocorre também diversos impactos de origem antrópica o que, por vezes, resulta também em risco para a saúde humana. Logo, praticamente não existe um ecossistema que não tenha sido submetido à influência direta e/ou indireta do ser humano, como por exemplo, a contaminação dos recursos hídricos, desmatamentos, introdução de espécies exóticas, que resulta na diminuição da diversidade de habitats, perda da biodiversidade e comprometimento dos processos ecológicos (GOULART; CALLISTO, 2003).

Os impactos ambientais oriundos de atividades antrópicas podem ser vistos em diversas matrizes ambientais, como o solo, água e ar, e por vezes podem ser relacionados a riscos a saúde humana. Como exemplo a poluição do ar, que é um fator de grande preocupação, pois com o crescimento econômico gerado a partir da industrialização e o aumento das áreas urbanizadas sem preocupação com áreas verdes nas cidades, tornam a qualidade do ar inferior e muitas vezes imprópria, expondo grande parte da população a diversos tipos de doenças respiratórias, agravando o risco da incidência de doenças como a asma, a rinite alérgica e a doença

pulmonar obstrutiva crônica, que representam um dos maiores problemas de saúde mundial (KÖTTER; FRIESECKE, 2011; OPAS/OMS, 2019).

Outra matriz ambiental bastante impactada é o solo, que através de fontes de contaminação podem gerar riscos aos ecossistemas e a saúde pública, como por exemplo, a partir da aplicação de agrotóxicos em agricultura que tem como objetivo atingir os organismos-alvo (controle de pragas), mas que também atinge outros compartimentos do ambiente, como o solo, a água subterrânea e a atmosfera, podendo provocar efeitos ecológicos indesejáveis, tais como alteração da dinâmica biológica natural pela pressão de seleção exercida sobre os organismos, e ter como consequência mudanças na função do ecossistema, além dos problemas causados ao meio ambiente, a saúde humana também é posta em risco para o consumidor, porém de forma mais intensificada para os trabalhadores rurais, pois cerca de 193 mil pessoas no mundo perdem a vida todos os anos por exposição a substâncias químicas nocivas, sendo que as regiões com alto uso de agrotóxico apresentam incidência de câncer bem acima da média nacional e mundial (FAN et al., 2018; SPADOTTO et al., 2010; OPAS/OMS, 2019; INC, 2019).

A matriz que acaba sendo mais intensamente impactada é a água, pois é o compartimento ambiental que sempre recebe os contaminantes que vem de outras matrizes, seja através da precipitação de chuva ácida ou através de escoamento superficial e infiltração e aba refletindo a contaminação ambiental recente. Além dos contaminantes advindos do solo e do ar, a água é bastante impactada de diferentes formas, no caso de efluentes domésticos que podem chegar aos corpos hídricos seja por falta ou deficientes nos sistemas de esgotamento sanitário. Além dos efluentes domésticos, também causa bastante preocupação os efluentes industriais descartados de maneira imprópria, a utilização de agrotóxicos, a disposição inadequada de resíduos sólidos gerando chorume, onde os contaminantes presentes nestes rejeitos podem chegar aos corpos hídricos também através da infiltração e do escoamento superficial, gerando uma série de consequências ambientais e sociais, comprometendo a vida dos organismos aquáticos e colocando em risco a vida humana através das doenças de veiculação hídrica, já que a falta de qualidade da água está diretamente relacionada com a ocorrência de doenças, sendo também um potencial veículo transmissor por intermédio de protozoários, helmintos, bactérias e



vírus (GUEDES et al., 2017; VASCONCELOS et al., 2016; BRASIL, 2010; COPASA MG, 2004).

A relação próxima que existe entre a saúde humana e de ecossistemas constitui o que é chamado de saúde ambiental. Logo, a saúde ambiental é compreendida como uma situação desfavorável de degradação de recursos ambientais essenciais ou exclusão do acesso a alguns bens e serviços públicos a um determinado grupo populacional, que condiciona a saúde humana, sendo uma relação diretamente proporcional, pois a medida que aumenta a qualidade dos recursos naturais, decorrerá no aumento da saúde humana de uma mesma localidade ou região (MONIZ; CARMO; HACON, 2016).

### **3.1.2 Desenvolvimento Sustentável relacionado à Saúde Ambiental**

#### **3.1.2.1 Contextualizando historicamente**

As preocupações com o meio ambiente começaram logo após a revolução industrial, como resposta a forte pressão da industrialização ao meio ambiente, porém foi somente em 1972 que os países foram convocados pela Organização das Nações Unidas (ONU) para se reunirem na Conferência de Estocolmo, na Suécia, para tratar sobre o meio ambiente e o homem, por conta da necessidade de reaprender a conviver com o planeta, buscando o uso sustentável dos seus recursos (ONU, 2019).

Em 1983, a pessoa responsável por presidir a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, a pedido da ONU, foi uma médica e mestre em saúde pública (Gro Harlem Brundtland), que tinha como visão que os assuntos ambientais proporcionam desenvolvimento humano, pois à medida que existe pobreza e desigualdade ocorre uma propensão a crises ecológicas. Isso pode ser demonstrado através de países em desenvolvimento que possuem precariedades nas condições ambientais, sociais e de infraestrutura, como exemplo no saneamento básico, e que isso repercute em diversas doenças oriundas da falta ou ineficiência desse sistema, além de contaminar as matrizes ambientais (ONU, 2019).

Posteriormente, em 1992, foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, também conhecida como a “Cúpula da Terra), onde foi feita a Agenda 21, que segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA) (2019):

“Pode ser definida como um instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis em diferentes bases geográficas, que concilia métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica. (BRASIL, 2019).

Após 10 anos, em 2002, foi realizada a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, mais conhecida como a Rio +10, que decorre da necessidade da humanidade chegar a um acordo sobre o grau de interferência do homem no meio ambiente, visando evitar casos extremos que impossibilitassem a vida humana em determinados lugares da terra, então uma das preocupações era em aumentar a proteção da biodiversidade, o acesso à água potável, ao saneamento básico, a moradia, energia, segurança alimentar e saúde (DINIZ, 2002). O interesse em realizar essas conferências que tinham como objetivo aprender a desenvolver o país de forma sustentável, ou seja, de maneira que os três pilares para o desenvolvimento sustentável (social, ambiental e econômico) tivessem em harmonia, demonstra que não é a natureza que precisa do ser humano, e sim o contrário, pois quando falta esse equilíbrio, existe danos ambientais que sempre são convertidos em potencial risco para a saúde humana (SACHS, 2000). Em seguida, em 2012, também no Rio de Janeiro, foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20, que teve como objetivo a renovação do compromisso político com as decisões que tinham sido tomadas na Rio+10 através da análise do progresso sobre desenvolvimento sustentável e também tratar sobre temas novos relacionados. Em 2015, todos os países que fazem parte da ONU, se reuniram em Nova York para elaborar a Agenda 2030, que traz 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS), e que em todos os objetivos é possível observar um esforço e intenção em gerar melhor qualidade de vida a todos os seres humanos do planeta, mostrando mais uma vez a necessidade da preservação dos recursos ambientais, um melhor manejo das matrizes ambientais, como por exemplo o solo, e que a cada momento vai ficando mais evidente a relação que existe entre saúde humana e meio ambiente (ONU, 2019).

Sanches (2012) definiu o desenvolvimento sustentável como a harmonização entre os objetivos sociais, ambientais e econômicos, tendo como seus três pilares atender os critérios de relevância social, prudência ecológica e viabilidade econômica. Esses três pilares tem uma relação muito forte com saúde ambiental, pois para que ela seja eficiente devem-se ser tomadas medidas econômicas, pois a melhoria da

qualidade da saúde é resultante do desenvolvimento e processos ecologicamente sustentáveis como, por exemplo, investimento em canalização e tratamento de efluentes, abastecimento de água tratada, coleta e destinação adequada dos resíduos sólidos, de forma a promover a prudência ecológica no sentido de evitar o lançamento de contaminantes no meio ambiente protegendo este de impactos ambientais, assim como também reflete na relevância social a partir do momento em que as pessoas perdem o acesso a esses contaminantes, evitando doenças oriundas destes, e reduzindo a carga no setor público de saúde (BRILHANTE, 1999).

### **3.1.2.2 Conceitos de Saúde Ambiental e Políticas Públicas**

O Sistema Único de Saúde (SUS) através Política Nacional de Saúde (PNS) (2010), traz o conceito de saúde, falando da correlação de diferentes áreas em prol de proporcionar a saúde amplificada, através da criação de políticas públicas, da participação social na construção do sistema e das políticas de saúde, e da necessidade de envolver o setor sanitário nessas políticas para garantir opções saudáveis para a população. Sendo assim, o setor de saúde não pode focar apenas no atendimento e prestação de serviço médico, mas também nos aspectos que determinam o processo de saúde-adoecimento no país para potencializar formas mais amplas de intervir em saúde. Entre os aspectos citados pela PNS (2010), tem-se a falta de saneamento básico, habitação inadequada e/ou ausente, qualidade do ar e da água ameaçada e deteriorada, entre outros.

Saúde ambiental é compreendida como a inter-relação necessária da saúde humana com fatores ambientais. Rosen (1958), fala sobre essa inter-relação mostrando que os principais problemas de saúde humana estão associados com a vida em comunidade, e cita o exemplo de doenças transmissíveis, onde a partir de melhorias feitas no saneamento, que gera o abastecimento de água potável e alimentos de qualidade, reduz-se o número de doentes que precisarão procurar cuidados médicos, o que conseqüentemente provocará uma carga menor no setor de saúde.

A Organização Pan-Americana de Saúde (2002), afirmou que saúde está correlacionada com a qualidade de vida, e qualidade de vida com o ambiente e o caráter das relações sociais. Corroborando a definição dada pela Organização Mundial de Saúde (1993):

Saúde ambiental são todos aqueles aspectos da saúde humana, incluindo a qualidade de vida, que estão determinados por fatores físicos, químicos, biológicos, sociais e psicológicos no meio ambiente. Também se refere à teoria e prática de valorar, corrigir, controlar e evitar aqueles fatores do meio ambiente que, potencialmente, possam prejudicar a saúde de gerações atuais e futuras. (OMS, 1993).

E que em outras palavras, mas nesse mesmo sentido, em 1999, a OMS conceituou a saúde ambiental:

Saúde Ambiental é o campo de atuação da saúde pública que se ocupa das formas de vida, das substâncias e das condições em torno do ser humano, que podem exercer alguma influência sobre a sua saúde e o seu bem-estar. (OMS, 1999).

Voltando-se para o entendimento sobre saúde ambiental a partir de legislações ambientais, pode-se citar o Plano Nacional de Qualidade do ar (PNQA) que sistematizou todas as ações do Ministério do Meio Ambiente e do Ministério de Saúde em prol de gerar melhorias da qualidade do ar, a partir do Compromisso pela qualidade do Ar e Saúde Ambiental, que tem como objetivo proteger o meio ambiente e a saúde humana dos efeitos da contaminação atmosférica, por meio da implantação de uma política contínua e integrada de gestão da qualidade do ar no país, e cita uma série de ações cujo Ministério de Saúde tem a competência de realizar com fim de prevenir, promover e proteger a saúde humana frente à exposição aos contaminantes químicos, incluídos os poluentes atmosféricos.

A RESOLUÇÃO do CONAMA Nº 357/2005, dispõe sobre a classificação de corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento e estabelece padrões de lançamento de efluentes, considera que:

O controle da poluição está diretamente relacionado com a proteção da saúde, garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a melhoria da qualidade de vida, levando em conta os usos prioritários e classes de qualidade ambiental exigidos para um determinado corpo de água. (BRASIL, 2005).

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente Nº 306/2002 (CONAMA) (2002) define meio ambiente como:

Meio ambiente: conjunto de condições, leis, influência e interações de ordem física, química, biológica, social, cultural e urbanística, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas. (BRASIL, 2002).

Além desta, outra definição que esta Resolução traz é a de impacto ambiental, como:

Impacto ambiental: qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais. (BRASIL, 2002).

A consideração do CONAMA 357/2005 e as definições do CONAMA Nº 306/2002 demonstram, mais uma vez, uma total aproximação entre as esferas ambientais e de saúde. Pois, enquanto que as legislações da área de saúde têm como foco promover à saúde levando em consideração que as condições ambientais interferem ativamente nesse processo, as legislações ambientais têm como foco proteger e preservar o meio ambiente tendo em vista que essas ações propiciam a uma melhor qualidade de vida ao ser humano, e que isto reflete em melhores condições de saúde.

A Portaria Nº 586/2014 do Ministério da Saúde / Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) que dispõe sobre as diretrizes para atuação em Educação em Saúde Ambiental na FUNASA, conceitua saúde ambiental como:

A Saúde Ambiental: área da saúde pública afeita ao conhecimento científico e à formulação de políticas e às correspondentes intervenções (ações) relacionadas à interação entre a saúde humana e os fatores do meio ambiente natural e antrópico que a determina, condiciona e influencia, com vistas a melhorar a qualidade de vida do ser humano sob o ponto de vista da sustentabilidade. (BRASIL, 2014).

O Ministério da Saúde instituiu o que na sua fundação foi chamada de Vigilância ambiental em saúde (1999), e que posteriormente em 2003 através da Secretaria de Vigilância em Saúde, passou a ser denominada de Vigilância em Saúde Ambiental, que se caracteriza por:

A vigilância em Saúde Ambiental consiste em um conjunto de ações que proporcionam o conhecimento e a detecção de mudanças nos fatores determinantes e condicionantes do meio ambiente que interferem na saúde humana, com a finalidade de identificar as medidas de prevenção e controle

dos fatores de risco ambientais relacionados às doenças ou a outros agravos à saúde. (BRASIL, 2017).

A Constituição Federal de 1988, em seu Capítulo VI - Do Meio Ambiente, diz que:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (BRASIL, 1988).

Demonstrando que há muito já vem sendo identificada a necessidade de implantação de sistemas que proporcionem o desenvolvimento sustentável, tendo em vista que o ser humano possa viver em um ambiente ecologicamente equilibrado, pois isso é um fator limitante para qualidade de vida e saúde. Sendo assim, compreende-se a interdependência da saúde com os fatores ambientais, pois em princípio, a grande quantidade de condições ambientais que podem impactar na saúde humana é um indicador da complexidade das interações existentes e da amplitude de ações necessárias para melhorar os aspectos do meio ambiente que afetam potencialmente a saúde (BRILHANTE, 1999; RIBEIRO, 2004).

### **3.1.3 Objetivo para o Desenvolvimento Sustentável 3**

Diante da necessidade que a preservação, conservação e proteção do meio ambiente significam para as condições de vida e saúde da população, e por conta da inter-relação entre os fatores ambientais e a saúde humana estar ficando cada vez mais evidente e preocupante, na Agenda 2030 contendo os 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS), pode-se expor neste contexto o Objetivo 3, que visa assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todas e todos, em todas as idades.

Para assegurar este objetivo, foram estipuladas 14 metas descritas no quadro, e dessas pode-se destacar que 3 possuem total relação com a saúde ambiental, expostas no quadro 1:

Quadro 1 - Metas do Objetivo para o Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas número 11, que tem relação com Saúde Ambiental

<b>Objetivo 3</b> <b>Assegurar uma vida</b> <b>saudável e promover o</b> <b>bem-estar para todas e</b> <b>todos, em todas as</b> <b>idades.</b>	<b>3.2</b> Até 2030, acabar com as mortes evitáveis de recém-nascidos e crianças menores de 5 anos, com todos os países objetivando reduzir a mortalidade neonatal para pelo menos 12 por 1.000 nascidos vivos e a mortalidade de crianças menores de 5 anos para pelo menos 25 por 1.000 nascidos vivos;
	<b>3.3</b> Até 2030, acabar com as epidemias de AIDS, tuberculose, malária e doenças tropicais negligenciadas, e combater a hepatite, doenças transmitidas pela água, e outras doenças transmissíveis;
	<b>3.9</b> Até 2030, reduzir substancialmente o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos, contaminação e poluição do ar e água do solo.

Fonte: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (2015).

Em sua meta 3.2 que visa acabar com as mortes evitáveis neonatal e de crianças até cinco anos, é um indicador de avaliação da situação de saúde da população (FRANÇA et al., 2017). Para a mortalidade neonatal, esse indicador reflete as condições socioeconômicas e de saúde da mãe, bem como a inadequada assistência pré-natal, ao parto e ao recém-nascido, e para a mortalidade de crianças até 5 anos, reflete as condições de desenvolvimento socioeconômico e infraestrutura ambiental, bem como o acesso e a qualidade dos recursos disponíveis para atenção à saúde materna e da população infantil (OPAS/OMS, 2008).

As causas de mortalidade infantil de maior predominância, geralmente estão associadas a fatores de riscos ambientais, como por exemplo as doenças infecciosas (diarreicas), as doenças de infecções respiratórias e de deficiências nutricionais. E no Brasil, segundo o Departamento de Informática do SUS (DATASUS), observa-se uma variação nas unidades da federação do país, demonstrando que as regiões onde as condições sanitárias e ambientais possuem maior deficiência, nelas também a taxa de mortalidade infantil (0 a 5 anos) é maiores, demonstrando que esse fator estar relacionado às condições socioeconômicas da população, criando um alerta para doenças como a diarreia, as septicemias e as broncopneumonias, que ainda levam a óbito muitas crianças brasileiras com menos de um ano de idade, explicitando condições de vida adversas nos diferentes segmentos da população (MONTEIRO, SCHMITZ, 2004)

Na meta 3.3 que visa acabar com epidemias, pode-se fazer um enfoque para as doenças tropicais negligenciadas, que, são causadas por agentes infecciosos ou parasitas e são consideradas endêmicas em populações de baixa renda. Neste grupo, podem-se citar algumas dessas doenças, tais como a malária, a doença de Chagas, a leishmaniose visceral, dengue e a esquistossomose mansoni (FIOCRUZ, 2019). Essas doenças são relacionadas, muitas vezes, as condições ambientais e de vida precárias da população, como exemplo da esquistossomose mansoni, que é um tipo de patologia considerada de veiculação hídrica, ou seja, que direta ou indiretamente precisa da água para se desenvolver, e que a população sujeita a este patógeno é justamente a mesma que vive exposta ao saneamento básico deficiente ou inexistente (NASCIMENTO, 2011).

Assim como também, a ocorrência da maioria das doenças que são transmitidas pela água é ocasionada por conta de ineficiência ou falta nos sistemas de tratamento de efluentes, abastecimento de água potável e destinação dos resíduos sólidos adequada, o que favorece a proliferação de microrganismos patogênicos oriundos de contaminação fecal humana ou animal. Doenças causadas por uma falta de preocupação e de investimento na saúde ambiental.

A meta 3.9 visa reduzir substancialmente o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos, contaminação e poluição do ar e água do solo, o que pode ser relacionado à saúde ambiental em todos os seus aspectos, pois abrange todas as matrizes ambientais (ar, solo e água) e as doenças que a contaminação destas matrizes pode propiciar a saúde do ser humano. No caso da utilização de agrotóxicos de maneira inadequada pode gerar doenças como o câncer tanto no trabalhador rural, quanto também no consumidor (ESPÍNDOLA; SOUZA, 2018). O solo que é capaz de absorver grandes quantidades de contaminantes sem sofrer grandes transformações, mas que com o tempo os danos causados acabam se tornando de difícil recuperação, e a planta ali localizada pode fazer com que parte dos contaminantes presentes no solo sejam transportados através dos mecanismos que a própria planta utiliza (como exemplo: a fitoestabilização e a fitoextração) e que esses contaminantes podem ser repassados através da cadeia alimentar ou alimentação direta do ser humano (STEFFEN et al., 2011; TRUU et al., 2015). A poluição do ar que é uma das causas das doenças cardiovasculares e respiratórias, e que com o crescimento da urbanização, tem-se reduzido a qualidade do ar e



aumentado a prevalência e admissões hospitalares por doenças cardiorrespiratórias (TUFIK et al., 2017). E por fim, a poluição das águas, que pode ser originada por diversas fontes (pontuais ou difusas) antrópicas, como o lançamento efluente doméstico ou industrial bruto, ou com tratamento ineficiente, infiltração ou escoamento superficial de contaminantes presentes em chorume, compostos de fertilizante de agricultura, ou outros resíduos, e que pode gerar uma série de impactos ambientais como a proliferação de agentes patogênicos como bactérias que transmitem doenças de veiculação hídrica seja através da ingestão direta, da lavagem de alimentos ou do contato através de banho.

Qualquer distúrbio ecológico, denominado por sua vez de poluição, e definido pela Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) (1981), como a alteração adversa das características do meio ambiente resultante de atividades que direta ou indiretamente gere determinado impacto, tais como prejudiquem a saúde e o bem-estar da população, afetem as condições sanitárias do meio ambiente, entre outros. Sendo assim, é possível observar que a probabilidade de um ambiente contaminado (seja com patógenos microbiológicos, ou com concentrações elevadas de contaminantes inorgânicos) de causar risco à saúde humana é intrinsecamente potencializada pela susceptibilidade da população exposta.

## 3.2 CHAPADA DIAMANTINA

### 3.2.1 Região da chapada diamantina

A região faz parte do Território de Identidade Chapada Diamantina, com densidade demográfica de 12,2 hab/km<sup>2</sup>, com localização geográfica no centro-oeste Baiano, ocupando uma área de 32,664 km<sup>2</sup> e comportando 24 municípios. Em 2010, a população total correspondia a 371.864 habitantes e uma estimativa de 388.445 habitantes para o ano de 2020 (SEI, 2010).

### 3.2.2 Características Bióticas e Abióticas

Geograficamente, a região da Chapada Diamantina fica localizada no centro do estado da Bahia, aproximadamente 410 quilômetros da capital Salvador, abrangendo uma área de 50.610 km<sup>2</sup>. A região abrange uma extensa área composta

principalmente pela serra da Mangabeira e do Espinhaço, sendo que este conjunto geográfico pode ser separado em dois grupos, o primeiro que tem sua economia voltada para a área agropastoril, que abriga as cidades de Seabra, Iraquara, Livramento do Brumado, entre outras, chamada de zona agrícola, e o segundo originado pela atividade de mineração é denominado de zona lavrista, representada por cidades como Andaraí, Mucugê, Rio de Contas, Palmeiras e Lençóis. Sua estrutura de relevo é formada por afloramentos rochosos, maciços, residuais, serras elevadas e vales estreitos e profundos, o que origina grande quantidade de cavernas e grutas formadas basicamente por rochas calcárias, além disso, sua geologia é basicamente formada por rochas sedimentares metassedimentares. As serras da região foram uma barreira natural para as nuvens que vem do mar em direção ao sertão e geram uma precipitação média de 1.000 mm de chuva por ano. A estação considerada chuvosa abrange os meses de novembro a março e a estação mais seca é percebida nos meses de julho a outubro (GANEM; VIANA, 2006; GONDIM; DE OLIVEIRA, 2017).

A região da Chapada Diamantina abriga as nascentes dos rios que formam as principais bacias do estado da Bahia, como a bacia do Paraguaçu, a bacia do Jacuípe e a bacia do Rio de Contas, responsáveis pelo abastecimento de grande parte dos municípios do estado, incluindo a capital (PEREIRA, 2010).

Quanto a flora da região, possui uma diversidade entre as formações florísticas de caatinga, campos rupestres, cerrado e mata atlântica, apresentando grande quantidade de espécies endêmicas, tais como a canela-de-ema, quaresmeiras, ervas de flores amarelas, orquídeas, bromélias e sempre-vivas (GANEM; VIANA, 2006). E a fauna, que ainda é bastante desconhecida, mas que comporta diversidade de abelhas e vespas, moscas, besouros, peixes, sapos, rãs e pererecas, lagartos, serpentes e anfisbênios, roedores e morcegos, que são encontrados somente nessa região (BRASIL, 2005).

### **3.2.3 Breve Histórico: do início da ocupação humana, perpassando pela exploração até o turismo**

Fazendo um breve histórico da ocupação humana na região da Chapada Diamantina, pode-se iniciar pela recomendação de D. Joao III a Tomé de Sousa no século XV, para que este adentrasse o território. Essa ocupação resultava em lutas e

massacres dos povos indígenas, que tentavam proteger o seu território, enquanto os bandeirantes pretendiam dominar esses povos ao mesmo tempo em que tinham como objetivo a povoação do interior a partir da conquista ao sertão. Apesar da tentativa de povoação, a região continuou desabitada, restando apenas pequenas famílias e comunidades que se instalaram ao entorno e que tinham como meio de sobrevivência a atividade pecuária (GANEM; VIANA, 2006; ICMBIO, 2007).

Apenas no século XVIII a ocupação humana na região da Chapada Diamantina teve um impulsionamento, através da descoberta do ouro, que iniciou ao norte da região, na cidade de Jacobina. De início, a coroa portuguesa proibiu a mineração neste local, mas que devido à atividade continuar de maneira clandestina, a coroa revogou sua decisão, permitindo a livre exploração de ouro, exigindo o pagamento de um quinto, o que acabou sendo o maior fator para povoação da região, sendo este período chamado de Chapada Aurífera. Porém, ainda neste século ocorreu a decadência por conta do enfraquecimento e decaimento da produção de ouro, levando a uma crise e emigração acelerada, ficando apenas poucas famílias na região, geralmente formadas por alguns garimpeiros e agropastoris (GANEM; VIANA, 2006; ICMBIO, 2007).

Posteriormente, no século XIX, houve a descoberta do diamante. Inicialmente a atividade de extração do mineral era feita pelas famílias que ali já moravam como alternativa de renda, mas que em pouco tempo ocorreu à migração de muitas pessoas de várias regiões em busca de garimpar a procura de diamante, o que teve um significativo impacto econômico e demográfico na região por conta do consequente aumento da população. Os diamantes tinham se tornado o principal produto de exportação da região, responsáveis pela economia local. Porém, no início do século XIX, por conta de fatores como: escassez de água devido à seca de rios intermitentes e baixa vazão de rios perenes, prejudicando a atividade de mineração, e também por conta da descoberta de diamantes de melhor qualidade que estavam sendo extraídos na África do Sul, que levou a decadência do diamante e o final da era da Chapada Diamantífera. Que levou a emigração das famílias, novamente por falta de atividade econômica (SAMPAIO, 2009; GANEM; VIANA, 2006).

Juntamente com o final da era do diamante, onde apenas poucos garimpeiros continuaram realizando essa atividade, ocorreram alguns marcos que promoveram a iniciação da atividade turística na região, tais como: em 1973 o Instituto do Patrimônio

Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) tombou a cidade de Lençóis como patrimônio histórico e cultural nacional por conta do seu conjunto arquitetônico e paisagístico, 1980, o IPHAN tombou o conjunto arquitetônico de Rio de Contas e Mucugê e em seguida, em 1985, através do decreto Nº 91.655, de 17 de setembro de 1985, o Parque Nacional da Chapada Diamantina foi criado, o que foi fundamental no processo de impulsionar a atividade turística, visto que o turismo de natureza é atraído para unidades de conservação desta categoria, que é o foco da região. Com isso, os atrativos naturais ofertados pela região ganharam visibilidade e o turismo passou a crescer exponencialmente, e hoje é a atividade mais importante para a economia local (SANTOS, 2018; ICMBIO, 2007).

Porém, outra atividade que vem sendo desenvolvida que tem impulsionado a economia é o agronegócio, que apesar da atividade de agricultura se dar desde o início da povoação da região de forma de subsistência, por conta das condições favoráveis edáficas e climáticas, que propiciam condições ideais para cultivo de café e outros, a chapada vem sendo alvo de interesse do agronegócio. Como os municípios de Mucugê e Ibicoara que comportam empresas de grande porte, como exemplo da IGARASHI, porém, tal atividade representa uma ameaça ao equilíbrio ambiental, pois lançam insumos agrícolas ao longo do rio Paraguaçu e seus afluentes e barram em vários trechos os cursos de água, como exemplo da barragem do Apertado, em Mucugê, e a barragem de Bandeira de Melo, em Itaetê, intervindo no ciclo natural da água e da vida aquática (SANTOS, 2018; ICMBIO, 2007).

Voltando para o turismo, que é bem expressivo por conta da vasta variedade e beleza de suas paisagens, que abrangem cachoeiras, pantanais, grutas, trilhas, caldeirões naturais de hidromassagem, rios, morros e outros, que atraem turistas nacionais e estrangeiros em todas as épocas do ano em busca de apreciar o contato com a natureza através do ecoturismo. O ecoturismo, chamado anteriormente de turismo verde, foi definido por Kearney (1994) como um turismo que atua como uma força positiva para a conservação ambiental através da geração de turistas conscientes e preocupados e com um agente legal para o crescimento através do incentivo a autossuficiência. O objetivo do ecoturismo pelo Ministério do Turismo (2008) é de poder contribuir para a conservação dos ecossistemas, ao mesmo tempo em que estabelece uma situação de ganhos para todos os interessados, pois se a base de recursos é protegida, os benefícios econômicos associados ao seu uso serão

sustentáveis. Sendo assim, pode-se trazer novamente a relação de saúde ambiental e desenvolvimento sustentável, pois à medida que o meio ambiente e os ecossistemas são protegidos e preservados, ocorre simultaneamente o aumento significativo da saúde e qualidade de vida das pessoas que ali vivem ou frequentam, e que fazendo a relação com o turismo, favorece também a economia das cidades e regiões que tem o ecoturismo como atrativo natural e dele gera renda.

### **3.2.4 Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD)**

O PNCD foi criado através do Decreto Nº 91.655, de 17 de setembro de 1985 e teve como objetivo:

Proteger amostra dos ecossistemas da Serra do Sincorá, na Chapada Diamantina, assegurando a preservação de seus recursos naturais e proporcionando oportunidades controladas para uso pelo público, educação, pesquisa científica e também contribuindo para a preservação de sítios e estruturas de interesse histórico-cultural existentes na área. (BRASIL, 1985).

O PNCD possui aproximadamente uma área de 152.000 hectares, está localizado no centro do Estado da Bahia, na região da Chapada Diamantina e está distribuído pelos Municípios de Lençóis, Andaraí, Mucugê, Palmeiras, Itaitê e Ibicoara. Nele estão presentes as principais nascentes da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, que é a principal bacia hidrográfica estadual (abastecendo dezenas de cidades, entre elas a capital Salvador) (ICMBIO, 2007).

Apesar de o PNCD comportar a maioria dos atrativos naturais turísticos, a falta de planejamento para receber esses turistas, e a má gestão dos recursos naturais já tem demonstrado indícios de problemas sociais gerados pelo crescimento desordenado do turismo na Chapada Diamantina, o que pode acarretar em consequências diretas sobre os ecossistemas da região (ICMBIO, 2007).

A Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000, instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Nesta, o PNCD, insere-se na categoria de Unidades de Proteção Integral que tem como principal objetivo preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais e na categoria de Parque Nacional, o objetivo consiste em:

Art. 11. O Parque Nacional tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica,

possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico. (BRASIL, 2000).

A principal atividade econômica é o turismo, por mais que ainda seja realizado de forma desordenada, o que pode causar diversos tipos de impactos ambientais, que refletem na saúde e conseqüentemente na economia local, precisando assim, ser realizado um planejamento adequado de recebimento de turistas e de gestão dos recursos naturais.

### **3.2.5 Rio Santo Antônio: Turismo e Saneamento**

O rio Santo Antônio está localizado no centro-oeste da Bahia, faz parte da Bacia Hidrológica do Paraguaçu, sendo um dos seus principais afluentes do rio Paraguaçu. O rio Santo Antônio nasce no limite dos municípios de Seabra e Palmeiras, atravessa o município de Palmeiras, Lençóis e tem sua foz em Andaraí, onde desagua no rio Paraguaçu. Recebe águas de afluentes como Mucugezinho, Utinga, Lençóis, São José, Roncador, forma o pantanal Marimbus, dentro da Área de Proteção Ambiental Marimbus/Iraquara. Sendo assim, o rio Santo Antônio também drena para o PNCD na região entre Lençóis e Andaraí (BRASIL, 2019; GEOBAHIA, 2019; ICMBIO, 2007).

Apesar de ser responsável por grande parte do abastecimento do rio Paraguaçu, o rio Santo Antônio também acaba levando toda a carga de contaminantes que recebe de seus afluentes em seu percurso, visto que apesar do Território de Identidade da Chapada Diamantina contar com o percentual de abastecimento de água (domicílios ligados à rede geral de água) na faixa de 72,60 a 77,30%, em 2010, que corresponde a um valor mediano, a região possui o um déficit bastante elevado de esgotamento sanitário, que se encontrava em 2010 na faixa de 13,62 a 22,63%. (SEI/BA, 2010).

Além disso, os municípios pelos quais o rio Santo Antônio passa, como Lençóis, por exemplo, que em 2010 possuía uma população de 10.368 pessoas (IBGE, 2010) e que a população total atendida, em 2017 (ano mais recente de dados disponível pelo SNIS), por abastecimento de água e esgotamento sanitário correspondia, respectivamente, a 8.715 pessoas e 4.934 pessoas, indica que aproximadamente 20% da população não recebiam água potável e que mais de 50% da população não

possuíam sistemas de esgotamento sanitário em suas residências, para este ano (SNIS, 2017).

Além da importância de abastecer o rio Paraguaçu, que por sua vez abastece a maioria dos municípios baianos, inclusive a capital, o rio Santo Antônio ainda, por encontrar-se em uma região de alto interesse turístico, e que tem como principal foco os turistas em busca de contato com a natureza, por conta das paisagens exuberantes que a Chapada Diamantina oferece, tem uma relevância para a economia local e regional alta. Pois, o rio Santo Antônio é ser incumbido de compor pontos de elevado interesse turístico, o que contribui para a economia dos municípios, que são extremamente voltadas para o setor turístico. Entre os pontos turísticos que o rio abastece ou contribui são Poço (fica dentro do Complexo Turístico Fazenda Santo Antônio), Poço Verde, Lagoa do Baiano, Fazenda Marimbus, Pantanal Marimbus, Remanso, além de existirem outros.

Diante da realidade de condições de saneamento precárias nos municípios por onde o rio Santo Antônio passa, e ao mesmo tempo onde a atividade turística é intensa em pontos turísticos que tem como uma das finalidades o banho, e através da relação de meio ambiente e saúde, compreendida como saúde ambiental, é possível reconhecer a suscetibilidade dos frequentadores destes pontos as doenças de veiculação hídrica.

Como exemplo tem-se que em 2017 se intensificou a preocupação quanto à qualidade ambiental das águas do rio Santo Antônio, que abastece a Cachoeira do Poço, ponto turístico que fica localizado no município de Lençóis, por conta da contaminação de um grupo de turistas do estado de Minas Gerais que contraíram esquistossomose (considerada uma doença de veiculação hídrica) após visitarem este ponto turístico (G1 BAHIA, 2017).

A associação da doença esquistossomose com a qualidade da água do rio foi feita por conta da identificação que o rio atravessa municípios que possuem população sem saneamento básico, onde os dejetos humanos brutos são lançados no rio sem tratamento, comprometendo a qualidade da água do Santo Antônio e colocando em risco a saúde pública. Pois, fezes humanas e de animais contêm bactérias patogênicas, e quando esse rejeito é descartado em corpos hídricos, essas bactérias e outros microrganismos podem acarretar em diversas doenças de veiculação hídricas

(desde as diarreicas até a esquistossomose mansoni), acarretando em riscos a saúde e comprometimento da qualidade da água (TRAN; GIN; NGO, 2015)

### **3.2.6 Área de Proteção Ambiental Marimbus/Iraquara**

A Área de Proteção Ambiental Marimbus/Iraquara foi criada através do Decreto Nº 2.216 de 14 de junho de 1993, que segundo o INEMA (2019):

A APA Marimbus/Iraquara constitui-se num importante instrumento de conservação dos diversos ecossistemas existentes dentro do seu limite, como o pantanal de Marimbus, gerado pela confluência dos rios Santo Antonio, Utinga e São José com uma fauna e flora de grande valor ambiental; formação geológica calcária, salitre, com inúmeras grutas e cursos d'água, além de formação montanhosa, a exemplo do Morro do Pai Inácio e Morro do Camelo. (BRASIL, 1993).

A APA Marimbus/Iraquara, pela Lei Nº 9.985, através do SNUC, constitui-se parte o grupo das Unidades de Uso Sustentável, que tem como objetivo a compatibilização da conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos recursos naturais. E como Área de Proteção Ambiental (APA), o SNUC define:

Art. 15. Área de Proteção Ambiental é uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. (BRASIL, 2000).

O Conselho Estadual De Meio Ambiente (CEPRAMA) aprovou o Plano de Manejo e o Zoneamento da Área de Proteção Ambiental de Marimbus-Iraquara, através da Resolução Nº 1.440 de 20 de junho de 1997, que estabelece como deve ser feita a proteção ambiental, quais os usos indicados para o solo, quais as obrigações dos proprietários de terra e dos empreendedores e outras atribuições.

A APA também faz fronteira com o PNCD, e ambos fazem parte da Bacia Hidrográfica do rio Paraguçu.

Um atrativo natural turístico e de bastante interesse ecológico é o pantanal marimbus, que se distingue pela existência de extensas áreas alagadas, com vegetação predominante de macrofilas aquáticas e com aves aquáticas típicas desse



ambiente, está subdivididos em quatro áreas, o Marimbus do Remanso (localizado ao norte, no Município de Lençóis), o Marimbus da Fazenda Velha, Marimbus do Ferreira e Marimbus do Baiano (localizado ao sul, no Município de Andaraí), todas interligadas pelo rio Santo Antônio, e fica localizado ao leste do PNCD, como mostra na Figura 1 (RAMOS, 2013).

A APA Marimbus/Iraquara ocupa terras dos municípios de Lençóis, Andaraí, Palmeiras, Iraquara e Seabra, totalizando uma área de 125.400 hectares. Engloba diferentes ecossistemas, como campos rupestres, cerrado, caatinga, florestas estacionais, mas com destaque para o Marimbus, que é um pântano que drena grande parte das águas da região da Chapada Diamantina. E que tem como seus principais conflitos ambientais as queimadas, desmatamento, descarte e despejo inadequados de resíduos sólidos e efluentes domésticos por conta da falta de saneamento básico, a atividade turística realizada sem planejamento e de forma desordenada, a ocupação de áreas de preservação permanente que é ilegal e o garimpo que mesmo em menor escala, ainda é realizado de forma clandestina (INEMA, 2019; UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO BRASIL, 2019).

Essas problemáticas demonstram que as relações de conflito e simbiose entre o ser humano e a natureza, no contexto da unidade de conservação, a APA Marimbus/Iraquara, reflete que geralmente desconsidera-se que a heterogeneidade da presença humana, que comporta pessoas com interesses e costumes diferenciados, e que para que seja gerado o planejamento adequado dessas áreas é necessário o diálogo e participação de todos os grupos envolvidos, tanto da população permanente, quanto da transitória para que se seja realizado o processo de planejamento e gestão (SPÍNOLA, 2013).

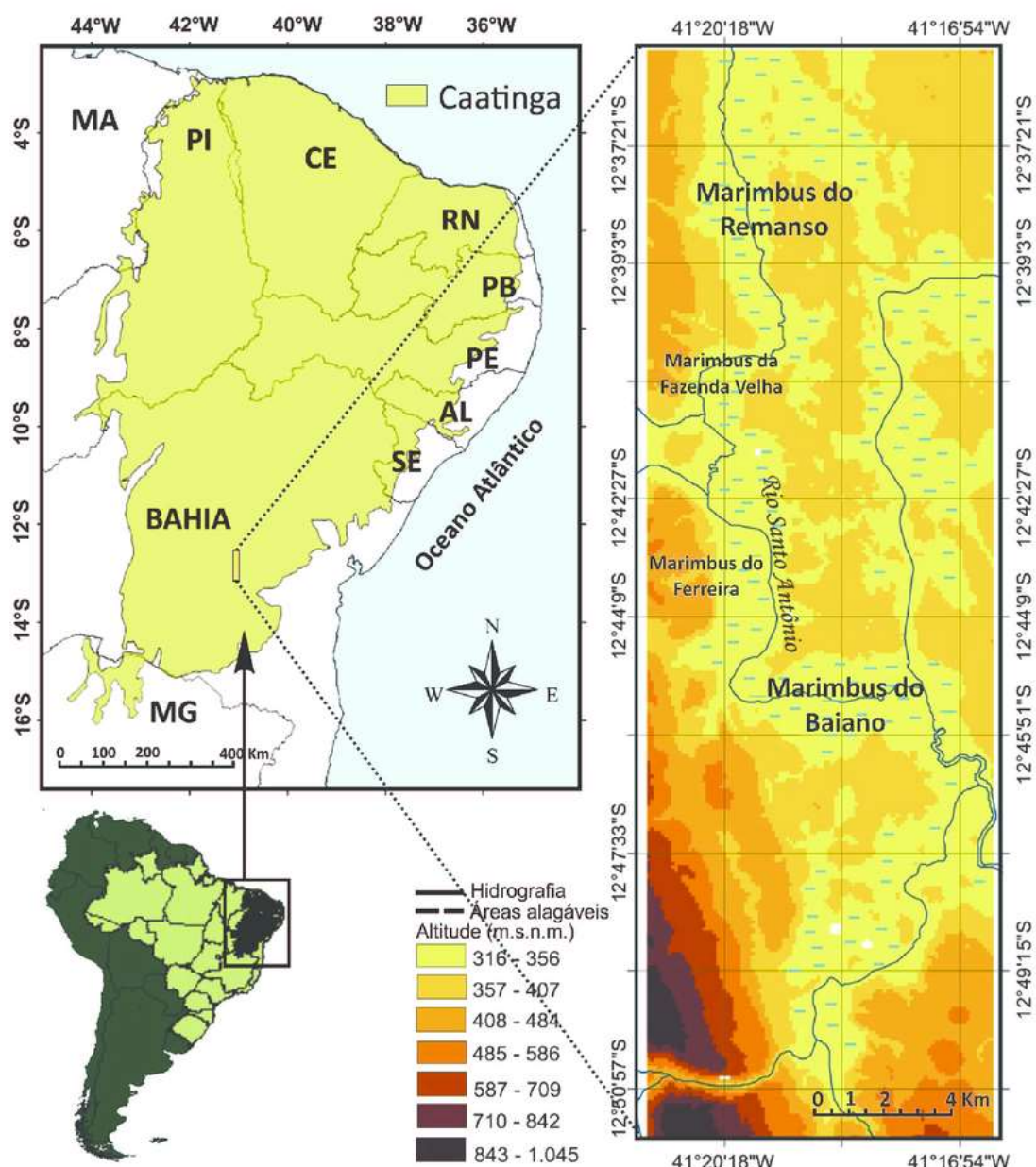
### **3.2.7 Comunidade Quilombola de Remanso**

Remanso é uma comunidade rural, remanescente de quilombo e afetada pelo declínio do garimpo. A comunidade Quilombola de Remanso está localizada dentro da APA Marimbus/Iraquara, fronteira com o PNCD, e faz parte do município de Lençóis na Bahia (PEREIRA, 2014).

O Decreto Nº 4.887, de 20 de novembro de 2003, que dispõe sobre a regularização fundiária dos territórios das comunidades quilombolas e regulamenta o procedimento para identificação, reconhecimento, delimitação, demarcação e

titulação das terras ocupadas por remanescentes das comunidades dos quilombos. A comunidade é certificada como quilombola pela Fundação Cultural Palmares desde 2006, e destina-se um território coletivo de 132 hectares, onde moram aproximadamente 60 famílias a comunidade Quilombola de Remanso (FIOCRUZ, 2019; MOVIMENTO REGIONAL POR LA TIERRA, 2019; FUNDAÇÃO CULTURAL PALMARES, 2019).

Figura 1 - Localização do Pantanal do Marimbus, Chapada Diamantina, Bahia



Fonte: Google Imagens (2019).

Remanso é caracterizado como uma comunidade tradicional, que segundo o Decreto N. 6.040/2007, define esses povos como:

Grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição. (BRASIL, 2007).

E como natureza individual desse grupo, tem-se que consideram o território um espaço imprescindível para as manifestações culturais, sociais e econômicas da comunidade, principalmente por esses territórios terem marcas, memórias e significados culturais que determinam a identidade do povo. Além do território, esse grupo preza pelo desenvolvimento sustentável, onde o uso e ocupação do solo é feita de maneira equilibrada, assim como a utilização dos recursos naturais é realizada de forma harmônica com a natureza, levando em consideração a preocupação em manter esses recursos para as próximas gerações (MORIM, 2009).

A comunidade de Remanso é formada por famílias que trabalham com agricultura de subsistência, pesca e extrativismo, além de terem atividades também voltadas ao turismo local como remadores, guias turísticos e outros. A atividade turística em Remanso se dá por conta de ser considerada uma comunidade referência na Chapada Diamantina, por conta dos costumes e tradições, revitalização de sua identidade cultural e por estar inserida no pantanal Marimbus, sendo atrativo turístico bastante procurado. Sendo assim, o turismo é um destaque para a comunidade de Remanso, pois envolve a comunidade, teoricamente contribui para a renda familiar e valoriza a cultura e história do povo tradicional da comunidade (PEREIRA, 2014; MOVIMENTO REGIONAL POR LA TIERRA, 2019).

Pelas atividades desenvolvidas pela comunidade, percebe-se que existe uma relação próxima com os recursos hídricos, uma vez que sua economia depende dos rios: Roncador, Utinga, São José e Santo Antônio, que formam o Marimbus, sendo que o Santo Antônio é bastante utilizado pela comunidade para prática de atividades domésticas como lavagem de roupas, pratos e alimentos, banho, ingestão direta da água e outros. Além disso, a comunidade não possui sistema de esgotamento sanitário, o que acarreta em despejo dos efluentes domésticos bruto no corpo hídrico ou no solo, que também chegam aos corpos de água através de infiltração e escoamento superficial, ocasionando a poluição dessas matrizes ambientais através

da proliferação de bactérias e microrganismos patogênicos, além de aumentar as concentrações de nutrientes e outros contaminantes presentes no efluente, alterar o pH, e interferir no funcionamento natural dos ecossistema e comprometer a saúde humana, já que a água desses corpos hídricos são utilizadas para diversas atividades turísticas e domésticas. Tornando a comunidade Quilombola de Remanso vulnerável a doenças de veiculação hídrica (MOVIMENTO REGIONAL POR LA TIERRA, 2019).

A precariedade nos serviços de saneamento básico e a baixa assistência à população quilombola por parte das esferas públicas demonstram a estreita relação das condições ambientais com a saúde humana, representando o risco de incidência de doenças de veiculação hídrica. Como exemplo da esquistossomose mansoni que é uma doença de veiculação hídrica, endêmica na região da Chapada Diamantina, e que no período de 2004 a 2019 foram notificados 1.342 casos de esquistossomose somente no município de Lençóis, correspondendo a 1% de todos os casos notificados (190.931 casos) no Estado da Bahia neste período, sendo que ocorreu um aumento significativo dos casos positivos no município no ano de 2017 com 994 notificações o que correspondeu a 70,3% do total de notificações da Secretaria da Saúde, desde 2004 para o município. Fato que corroborou com a interdição de pontos turísticos de Lençóis como a Fazenda Santo Antônio e a Comunidade Quilombola de Remanso no ano de 2017 por conta do surto de esquistossomose (SESAB, 2019).

A falta de preocupação e investimento em saúde ambiental na comunidade Quilombola de Remanso tem deixado não somente os moradores vulneráveis as doenças de veiculação hídrica, como também os frequentadores deste local, tais como os turistas e visitantes. O que gera uma preocupação também quanto à economia local, pois surtos de doenças com consequente interdição de pontos turísticos refletem na redução da verba das famílias da comunidade que contam com turismo para compor parcialmente ou integralmente a renda familiar.

### **3.2.8 Objetivo para o Desenvolvimento Sustentável 11**

Para uma comunidade ser reconhecida como Quilombola deve ter inserido em seu contexto o desenvolvimento sustentável, onde é feito o uso dos recursos naturais de forma equilibrada, pensando em garantir a qualidade de vida da geração atual e

futuro, sendo assim é uma comunidade sustentável. Entre os 17 ODS da Agenda 2030, tem-se o Objetivo 11, que se destina a tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentável, tendo 10 metas para garantir o cumprimento deste objetivo, das quais 4 se relacionam inteiramente com as comunidades rurais e quilombolas, a exemplo da Comunidade de Remanso, como mostra no quadro 2.

Quadro 2 - Metas do Objetivo para o Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas número 11, que tem relação com o desenvolvimento sustentável de comunidades sustentáveis

<b>Objetivo 11</b> <b>Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis</b>	<b>11.1</b> Até 2030, garantir o acesso de todos à habitação segura, adequada e a preço acessível, e aos serviços básicos e urbanizar as favelas;
	<b>11.3</b> Até 2030, aumentar a urbanização inclusiva e sustentável, e as capacidades para o planejamento e gestão de assentamentos humanos participativos, integrados e sustentáveis, em todos os países;
	<b>11.4</b> Fortalecer esforços para proteger e salvaguardar o patrimônio cultural e natural do mundo;
	<b>11.5</b> Até 2030, reduzir significativamente o número de mortes e o número de pessoas afetadas por catástrofes e substancialmente diminuir as perdas econômicas diretas causadas por elas em relação ao produto interno bruto global, incluindo os desastres relacionados à água, com o foco em proteger os pobres e as pessoas em situação de vulnerabilidade;
	<b>11.6</b> Até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros;
	<b>11.a</b> Apoiar relações econômicas, sociais e ambientais positivas entre áreas urbanas, periurbanas e rurais, reforçando o planejamento nacional e regional de desenvolvimento.

Fonte: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (2015).

Na meta 1.1. pode-se destacar a determinação em garantir acesso aos serviços básicos para a população, pois a prestação de serviços públicos essenciais como abastecimento de água potável e esgotamento sanitário, atendimento do serviço de saúde, educação e moradia adequada garantem os direitos humanos fundamentais a vida. Para isso todo o processo de planejamento e gestão, seja de uma área urbana ou rural, (meta 1.2) deve ser realizado de forma inclusiva e sustentável (JULIANO; MALHEIROS; MARQUES, 2016).

A meta 1.4, muito se pode agregar para o Parque Nacional da Chapada Diamantina, para a Área de Proteção Ambiental Marimbus/Iraquara e para a

Comunidade Quilombola de Remanso, isso porque ressalta a importância em fortalecer esforços para proteger e salvaguardar o patrimônio cultural e natural do mundo, e essas áreas possuem, pela legislação brasileira, diversos instrumentos e diretrizes que visam sua conservação e uso, porém, muito ainda é preciso ser feito para atender o que as legislações determinam. Como a fiscalização dos órgãos responsáveis é realizada de maneira ineficiente e precária e por conta da falta de conhecimento da população a participação social acaba não sendo ativa, o uso dessas unidades de conservação, muitas vezes, não é feito de forma sustentável, não condizendo com as normas legais estabelecidas (OUREIRO, 2017).

A meta 11.5 no trecho que visa reduzir o número de mortes ocasionadas por desastres relacionados à água, e a meta 11.6 visa reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades com atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outro. Ambas as metas têm como essência a saúde ambiental, pois desastres relacionados a água pode ser por exemplo um surto de uma doença de veiculação hídrica provocado pela contaminação de determinado corpo hídrico e que resulte em óbito de muitas pessoas de determinada localidade. Assim como também a poluição do ar que é uma das responsáveis por doenças cardiorrespiratórias em centros urbanos. E a má gestão de resíduos sólidos que também pode acarretar em aumento de vetores de doenças e consequente aumento do número de pacientes ocupando leitos de hospitais.

E por fim, a meta 11.a, que visa “apoiar relações econômicas, sociais e ambientais positivas entre áreas urbanas, periurbanas e rurais, reforçando o planejamento nacional e regional de desenvolvimento”, e tratando da Chapada Diamantina, que é uma região com atrativos turísticos naturais, e gera economia através do ecoturismo, é importante que seja estabelecido e seguido um planejamento adequado para atendimento da população e do público visitante, de forma a não comprometer a qualidade ambiental e cumprir os objetivos deste seguimento do turismo. Pois, quando não existe ou é ineficiente o plano de manejo, esses ambientes naturais podem tornar-se risco à saúde humana através do comprometimento da qualidade sanitária desses ambientes (MARQUES, 2014).

### 3.3 QUALIDADE DE ÁGUA

#### 3.3.1 Legislações ambientais e Parâmetros de qualidade da água

Em 1997 foi criada a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), que estabeleceu instrumentos para gestão dos recursos hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH), através da Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997. Esta Lei tem como objetivos assegurar a disponibilidade de água de qualidade (conforme padrões estabelecidos), a atual e futura geração, a utilização dos recursos hídricos conforme conceito de desenvolvimento sustentável, prevenir eventos hidrológicos críticos de origem natural ou antropogênica e incentivar e promover o aproveitamento de águas pluviais (ANA, 2019; BRASIL, 1997).

Ainda sobre a PNRH, para integrar o SNGRH foi criado o Comitê de Bacias Hidrográficas que são equipes formadas por representantes dos níveis federal, estadual e municipal, por usuários da água e pela sociedade civil. Esses comitês avaliam os interesses dos usos da água da bacia hidrográfica e elaboram políticas para gestão da bacia (principalmente em regiões com problema de escassez ou má qualidade das águas) (ANA, 2019; BRASIL, 1997).

Para garantir a qualidade da água e o uso adequado dos diferentes corpos hídricos, a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), 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. A CONAMA 357/2005 separa os corpos hídricos em três grandes grupos, que são água doce, salobra e salina, e essas categorias são classificadas segundo a qualidade requerida para os seus usos determinantes. Essa classificação é feita segundo limites permitidos de parâmetros inorgânicos, orgânicos e microbiológicos de qualidade de água e determina os usos diversos que os corpos hídricos enquadrados nos parâmetros estabelecidos podem ter, como ingestão, banho, irrigação, lazer, cultivos e outros. O cumprimento dos parâmetros estabelecidos na CONAMA 357/2005 é necessário em prol de não acarretar risco e danos à saúde ambiental, pois isso conduziria a deterioração das águas superficiais e subterrânea com conseqüente alteração da vida aquática, assim

como também ao comprometimento da saúde humana através de doenças de veiculação hídrica.

No caso das águas doces, podem ser classificadas em classe 1, 2, 3 e 4, de acordo com a destinação que elas podem ter e também o tipo de tratamento que deve ser realizado quando a água for destinada ao abastecimento humano.

A Resolução CONAMA Nº 274, de 29 de novembro de 2000, que define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras, entre suas considerações, traz que a saúde e o bem-estar humano podem ser afetados pelas condições de balneabilidade, observando que o ser humano em contato com águas contaminadas está sujeito a potenciais riscos à saúde por conta das doenças de veiculação hídrica, e dia que para determinar a qualidade da água é necessário que sejam avaliados parâmetros e indicadores específicos visando assegurar as condições de balneabilidade. A resolução traz parâmetros microbiológicos como a *Escherichia coli*, Coliformes Totais.

Já a Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017, do Ministério da Saúde trata da consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde (SUS), em seu capítulo V - DA VIGILÂNCIA EM SAÚDE – Seção II - Do Controle e da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano e seu Padrão de Potabilidade, estabelece limites de qualidade de água com destinação a consumo humano, então para que seja considerada uma água potável é necessário estar em conformidades com os padrões estipulados nesta Portaria, que incluem parâmetros orgânicos, inorgânicos, de agrotóxicos, e entre outros, padrões microbiológicos como *Escherichia coli*, Coliformes Totais.

Sendo assim, a destinação e uso das águas vão depender das condições e padrões específicos para que seja assegurada a saúde ambiental. Esses padrões, sejam eles de potabilidade, de balneabilidade ou qualquer outro fim, devem ser atendidos, tendo em vista a preservação, proteção e conservação dos ecossistemas aquáticos e garantia de qualidade de vida e saúde para a população.

### **3.3.2 Parâmetros e Índices de Qualidade de Água**

Os parâmetros de qualidade são indicadores individuais que medem componentes provenientes de tanto do próprio ambiente natural quanto inseridos no ambiente através de atividades antrópicas. A junção da análise de um grupo de



parâmetros caracteriza de forma química, física e biologicamente determinado ambiente. No caso dos parâmetros de qualidade de água vão determinar as características de ambientes aquáticos, seja ele superficial ou subterrâneo, como balneários, rios, lagos, mares, lençol freático e outros. Logo, esses parâmetros são indicadores da qualidade da água e podem determinar quais os potenciais riscos associados, quando esses corpos hídricos se encontram com essas variáveis acima do limite permitido pelas legislações.

Alguns parâmetros físicos importantes são: a Temperatura, que influencia em algumas propriedades da água como o oxigênio dissolvido; a turbidez, que indica na presença de material particulado (tanto de origem inorgânica quanto também microrganismos) em suspensão na água; sólidos totais dissolvidos que correspondem à matéria em solução presente na água; e a condutividade elétrica que indica a presença e quantidade de íons dissolvidos na água. Alguns parâmetros químicos são potencial hidrogeniônico, cuja vida aquática depende dessa variável de forma expressiva e ele representa o equilíbrio entre íons  $H^+$  e íons  $OH^-$ ; parâmetros como cloreto, manganês, fósforo e nitrogênio, podem indicar contaminação por efluente (doméstico, industrial, de agricultura ou excremento animal), no caso do fósforo e nitrogênio são elementos essenciais para o crescimento de algas, porém grandes cargas desses nutrientes em corpos hídricos podem causar a eutrofização; o Oxigênio Dissolvido é indispensável aos organismos aeróbios e que em baixas concentrações indica que o ambiente aquático está recebendo grande carga de nutrientes; a Demanda Bioquímica de Oxigênio (que trata da quantidade de oxigênio que seria necessário fornecer às bactérias aeróbias para que consumissem a matéria orgânica presente no meio; e alguns componentes inorgânicos como zinco, chumbo, cádmio e alguns metais podem indicar que o ambiente está recebendo efluentes de origem industrial, agrícola ou de garimpo e mineração. E alguns parâmetros biológicos são os coliformes totais que apontam a contaminação do corpo hídrico por efluente doméstico, fezes humanas ou animal e indicam a água contém microrganismos patogênicos causadores de doenças de veiculação hídrica (BRASIL, 2019).

Observa-se que individualmente cada parâmetro representa uma condição do meio ambiente aquático, mas que existem muitas relações entre eles. Diante disso, foram criados alguns índices que medem a qualidade de um corpo hídrico e representa uma média de diferentes variáveis em um único valor, através da

combinação de unidades de medidas diferentes em uma única unidade, o que proporciona uma avaliação integrada. Ainda assim, os índices não substituem uma avaliação detalhada da qualidade das águas de uma determinada bacia hidrográfica (CETESB, 2017).

Outro fator que torna os índices importantes é que apenas um valor único é transmitido à população tornando mais fácil a compreensão da condição ambiental do que um grupo de variáveis individuais.

### 3.3.3 Índice de Qualidade das Águas

O Índice de Qualidade das Águas (IQA) é o principal indicador qualitativo usado no Brasil, pois tem o objetivo de avaliar a qualidade da água para o abastecimento público após o tratamento convencional. O IQA é calculado com base em nove parâmetros, sendo eles: temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, resíduo total, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total e turbidez, sendo que cada parâmetro tem um peso determinado, e na ausência de um ou mais parâmetros, os pesos podem ser redistribuídos. Então o cálculo é realizado pelo produto ponderado das variáveis (BRASIL, 2020; CETESB, 2017).

O IQA é composto pelos produtos ponderados de cada parâmetro e pelos pesos específicos, de acordo com a CETESB (2017), a equação 1 é utilizada:

Equação 1 - Índice de Qualidade das Águas:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas;

n: Quantidade de parâmetros analisados que entram no cálculo do IQA;

$q_i$ : qualidade do  $i$ -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida

$w_i$ : peso correspondente ao  $i$ -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade.

Para determinar o IQA é preciso levar em consideração a sazonalidade, pois as condições ambientais podem ser alteradas pela temperatura e pluviosidade. O IQA é uma ferramenta utilizada em diversas bacias hidrográficas no Brasil e servindo como parâmetro de comparação entre as regiões do país (VARGAS et al. 2019). Com o resultado do IQA calculado é possível classificar as águas em Ótima, Boa, Regular, Ruim e Péssima.

### 3.3.4 Índice de Estado Trófico

O grau de trofia de um corpo hídrico é determinado através do Índice de Estado Trófico (IET), que é realizado através do método Lamparelli (2004), e utilizado e adaptado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). O Esse índice permite classificar o corpo hídrico em seus diferentes graus de trofia, ou seja, o IET realiza uma avaliação da qualidade da água a partir do seu enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas e cianobactérias (CETESB, 2017; MAIA; DE CARVALHO; CARVALHO, 2015).

O valor encontrado através do IET representa entradas externas de nutrientes, através de efluentes domésticos, resíduos industriais e agrícolas, assim como também expõe as características do corpo hídrico, como por exemplo o regime hidrológico e o tempo de retenção (CARVALHO, 2015).

O cálculo do IET pelo método de Lamparelli (2004) hoje utilizado pela CETESB, conta com apenas duas variáveis, sendo elas Clorofila *a* (CL) e Fósforo Total (PT). O resultado correspondente ao FT deve ser compreendido como a medida do potencial de eutrofização do corpo hídrico, uma vez que esse nutriente atua com causador desse processo, e o valor da variável CL é considerada uma medida da resposta do corpo hídrico ao agente causador, permitindo a identificação do nível de crescimento de algas nas águas. Dessa forma, o compreende a causa e o efeito do processo (CETESB, 2017).

Segundo a CETESB (2017), o Índice do Estado Trófico é composto pelo IET para o fósforo total – IET (PT) e pelo IET para a clorofila *a* – IET (CL), de acordo com as Equações 2 e 3:

Equação 2 - Índice de Estado Trófico através do Fósforo Total:

$$IET(PT) = 10 \times 6 - ((0,42 - 0,36 \times (\ln PT) \div \ln 2)) - 20$$

Equação 3 - Índice de Estado Trófico através da Clorofila a:

$$IET(CL) = 10 \times 6 - ((-0,7 - 0,6 \times (\ln CL) \div \ln 2)) - 20$$

Onde:

IET: Índice de Estado Trófico;

PT: concentração de fósforo total medida à superfície da água, em  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ;

CL: concentração de clorofila a medida à superfície da água, em  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ;

ln: logaritmo natural.

O valor final é calculado através dos índices relativos de CL e PT, como mostra a equação 4:

Equação 4 - Índice de Estado Trófico:

$$IET = [IET(PT) + IET(CL)] \div 2$$

As condições ambientais variam de acordo com a sazonalidade, pois a temperatura e o índice pluviométrico se modificam com a temporariedade regular, conhecida como as estações do ano. Logo, os processos ambientais influenciam sobre o grau de eutrofização dos corpos hídricos, ocorrendo variações durante o ano. Por conta disso, a análise deve levar em consideração a variação sazonal para ter maior confiabilidade dos dados encontrados.

Com o valor o IET total, levando em consideração a sazonalidade, os corpos hídricos podem ser enquadrados de acordo com as diferentes classes de trofia, nas seguintes categorias: Ultraoligotrófico, Oligotrófico, Mesotrófico, Eutrófico, Supereutrófico ou Hipereutrófico, seguindo os limites estabelecidos.

### 3.3.5 Saneamento Básico e Doenças de Veiculação Hídrica (DVH)

O Ministério das cidades (BRASIL, 2011) definiu saneamento ambiental como:

[...] conjunto de ações técnicas e socioeconômicas, entendidas fundamentalmente como de saúde pública, tendo por objetivo alcançar níveis crescentes de salubridade ambiental, compreendendo o abastecimento de água em quantidade e dentro dos padrões de potabilidade vigentes; o manejo de esgotos sanitários, de águas pluviais, de resíduos sólidos e de emissões

atmosféricas; o controle ambiental de vetores e reservatórios de doenças; a promoção sanitária e o controle ambiental do uso e ocupação do solo; e a prevenção e o controle do excesso de ruídos, tendo como finalidade promover e melhorar as condições de vida urbana e rural (BRASIL, 2011).

A Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007 caracteriza o saneamento básico como um agrupamento de infraestruturas e instalações operacionais que viabilizam a prestação de serviços responsáveis pelo fornecimento de água potável, limpeza urbana e manuseio de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas e esgotamento sanitário. Esta Lei dispõe sobre os princípios fundamentais para a prestação dos serviços de saneamento básico, que são a universalização e integralidade do acesso que, objetiva fornecer um serviço de qualidade para todos e em quantidade suficiente para o suprimento das necessidades (BRASIL, 2007).

Quando não existe um sistema de esgotamento sanitário adequado, os rejeitos e efluentes domésticos são destinados de forma irregular em valas, ou no próprio solo (como as fossas rudimentares) ou muitas vezes diretamente no rio, o que ocasiona a contaminação das águas superficiais e subterrâneas (através da infiltração de contaminantes) e compromete significativamente a saúde humana, principalmente em comunidades que possuem relação próxima com mananciais (VON SPERLING, 2014; ARAUJO, 2011).

Grande parcela dos problemas sanitários que causam doenças a população está relacionada degradação do meio ambiente, como exemplo da diarreia, onde se registram mais de quatro bilhões de ocorrências por ano no país, sendo a doença que mais aflige a humanidade, e entre as causas dessa doença esta as condições inadequadas de saneamento básico (BRASIL, 2006).

Os sistemas de saneamento básico devem ser considerados um investimento ligado à promoção da saúde através da prevenção de doenças, pois a saúde individual e coletiva está intrinsecamente relacionada à qualidade do meio ambiente.

Isso tem sido cada vez mais perceptível, pois com a degradação ambiental através da contaminação da água, solo e ar devido ao modelo de crescimento econômico brasileiro, onde gera existe uma desigualdade instalada através da concentração de renda e infraestrutura em parcela da população, enquanto que a outra parcela não tem atendimento de serviços básicos de vida e saúde, como exemplo dos serviços de saneamento e ficam vulneráveis a problemas de saúde, como as doenças infecto-parasitárias. Condições sanitárias e ambientais precárias

levando ao acometimento de diversas doenças, como as Doenças de Veiculação Hídrica (DVH), gera uma sobrecarga do setor de saúde com pacientes acometidos por doenças evitáveis (RIBEIRO, 2004).

A relação entre saúde humana e equilíbrio dos ecossistemas, compreendido como saúde ambiental, é um fator de preocupação em várias localidades, podendo se apresentar tanto em grandes centros urbanos, como em pequenas comunidades rurais. Geralmente os países em desenvolvimento precisam ter uma atenção maior para esta questão, pois neles a população encontra-se mais vulnerável a doenças infecto-parasitárias por conta da ausência ou deficiência na disponibilidade dos serviços de saneamento básico, como o abastecimento de água e o esgotamento sanitário, ocasionando em várias externalidades negativas, a exemplo das doenças de veiculação hídrica (DVH) (UHR; SCHMECHEL; UHR, 2016).

A água é um recurso natural cuja vida na terra depende inteiramente, porém tem sofrido intensas degradações oriundas de atividades antrópicas, sendo cada vez mais necessária a interrupção de fontes de contaminação e a submissão dessas águas a tratamentos coniventes com a qualidade adequada e quantidade satisfatória para atender as demandas de determinada população (SANTOS; FRITSCH-CAMERA; BERTICELLI, 2018)

Os corpos hídricos que tem suas águas contaminadas tornam-se veículo de transmissão de várias doenças por diferentes mecanismos. Os mecanismos de transmissão das DVH podem ser a ingestão direta da água contaminada, hábitos higiênicos insatisfatórios como a defecação em corpos hídricos e água parada e contaminada (MS, 2006).

As condições de saneamento básico, em especial o acesso das pessoas aos serviços de água tratada, coleta e tratamento de efluentes e a relação com enfermidades diarreicas e outras DVH, como a esquistossomose mansoni, apresentam forte correlação com os indicadores de saneamento (SAUCHA; DA SILVA; AMORIM, 2015).

Algumas doenças consideradas transmitidas pela água são: Cólera, Febre Tifoide, Salmonelose, Amebíase, Giardíase, Hepatite A, Leptospirose, Esquistossomose, Helmintoses e outras. Dentre essas, as doenças infecto-parasitárias de interesse público, como a leishmanioses (visceral e tegumentar) e a esquistossomose, representam elevadas prevalências no Brasil, expandindo sua área

de ocorrência e estão associadas às modificações ambientais antrópicas, aos deslocamentos populacionais a partir de áreas endêmicas e a insuficiente ou deficiente infraestrutura de abastecimento de água e tratamento de esgoto (SAUCHA; DA SILVA; AMORIM, 2015).

O saneamento ambiental cria condições que reduzem a proliferação de microrganismos patogênicos com conseqüente diminuição da quantidade de pessoas contaminadas por doenças de veiculação hídrica.

### **3.3.6 Objetivo para o Desenvolvimento Sustentável 06**

Diante da extrema importância que a água tem para a sobrevivência vegetal, animal e humana na terra, e por conta da evidente relação que a qualidade da água de corpos hídricos representa para a saúde humana, e ainda devido aos riscos à saúde ocasionados pelas doenças de veiculação hídrica, que em alguns casos, são endêmicas em determinadas regiões, como na Chapada Diamantina, a Agenda 30 criou o Objetivo 6 para o desenvolvimento sustentável. O ODS 6 tem por finalidade assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos.

Para garantir o atendimento desse objetivo foram elaboradas 8 metas, das quais 7 delas tem relação total com qualidade de água e saúde ambiental, expostas no quadro 3. A meta 6.1, bastante direta, pretende alcançar o acesso à água potável e segura para todas as pessoas, isso significa que os parâmetros de qualidade da água devem estar em conformidade com os limites permitidos pelas legislações ambientais, no caso do Brasil, deve-se observar as Resoluções do CONAMA Nº 357/2005 e Nº 274/2000, assim como também, a Portaria Nº 586/2014, que estabelece os padrões legais. O que favorece o atendimento da meta 6.6, que visa proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, seja através de legislações que protegem legalmente determinado local, como uma unidade de conservação, ou através da implantação de sistemas de saneamento ambiental que promovam a destinação ecologicamente correta de rejeitos domésticos, indústrias e agrícolas, protegendo os corpos hídricos de cargas de contaminantes oriundos desses efluentes.

Quadro 3 - Metas do Objetivo para o Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas número 6, que tem relação com Qualidade de Água

<b>Objetivo 6</b> <b>Assegurar a</b> <b>disponibilidade e gestão</b> <b>sustentável da água e</b> <b>saneamento para todas e</b> <b>todos</b>	<b>6.1</b> Até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo a água potável e segura para todos;
	<b>6.2</b> Até 2030, alcançar o acesso a saneamento e higiene adequados e equitativos para todos, e acabar com a defecação a céu aberto, com especial atenção para as necessidades das mulheres e meninas e daqueles em situação de vulnerabilidade;
	<b>6.3</b> Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente;
	<b>6.5</b> Até 2030, implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis, inclusive via cooperação transfronteiriça, conforme apropriado;
	<b>6.6</b> Até 2020, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos;
	<b>6.a</b> Até 2030, ampliar a cooperação internacional e o apoio à capacitação para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados à água e saneamento, incluindo a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso;
	<b>6.b</b> Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento.

Fonte: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (2015).

A meta 6.1, bastante direta, pretende alcançar o acesso à água potável e segura para todas as pessoas, isso significa que os parâmetros de qualidade da água devem estar em conformidade com os limites permitidos pelas legislações ambientais, no caso do Brasil, deve-se observar as Resoluções do CONAMA Nº 357/2005 e Nº 274/2000, assim como também, a Portaria Nº 586/2014, que estabelece os padrões legais. O que favorece o atendimento da meta 6.6, que visa proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, seja através de legislações que protegem legalmente determinado local, como uma unidade de conservação, ou através da implantação de sistemas de saneamento ambiental que promovam a destinação ecologicamente correta de rejeitos domésticos, industriais e agrícolas, protegendo os corpos hídricos de cargas de contaminantes oriundos desses efluentes.

A meta 6.2 que visa garantir saneamento consiste no atendimento dos serviços de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, coleta e destinação adequada de resíduos sólidos e eficiente drenagem urbana. A meta 6.3 que trata



especificamente sobre a melhoria da qualidade das águas, englobando o tratamento de águas residuais e a redução da poluição de corpos hídricos que é evitada através dos sistemas eficientes de tratamento de efluentes e o não lançamento de efluentes brutos nos corpos d'água, garantindo assim o cumprimento também da meta 6.6 que visa proteger e restaurar ecossistemas relacionados à água. No caso da APA Marimbus/Iraquara, que abrange municípios cujo esgotamento sanitário é deficiente ou inexistente, e as comunidades ribeirinhas, como a exemplo da Comunidade Quilombola de Remanso, que não tem sistema de esgotamento, e seus efluentes destinam-se aos corpos hídricos, como para o rio Santo Antônio, e gera diversos impactos para ecossistema aquático do rio, para a bacia hidrográfica do Paraguaçu, assim como também compromete a saúde da população local e dos turistas que visitam a região em busca de atividades voltadas para o ecoturismo.

A meta 6.5 trata sobre o planejamento e gestão de recursos hídricos, pontos fundamentais para a atividade de ecoturismo que a região da Chapada Diamantina oferece, visto que a grande parte dos pontos turísticos possuem como atrativo natural o elemento água como fator principal, como o pantanal Marimbus e tantos outros pontos procurados por turistas nacionais e estrangeiros. E quando se fala em ecoturismo, pensa-se em promover o desenvolvimento econômico de forma sustentável, utilizando racionalmente os recursos naturais, de forma a não comprometer a capacidade de renovação destes, promovendo a conservação natural do meio ambiente e não comprometendo a qualidade ambiental e sociocultural, o que também pode enfatizar o a meta 6.b, que pretende apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais para melhorar a gestão da água e do saneamento e a 6.a que capacitar unidades em desenvolvimento quanto a programas relacionados a água, incluindo coleta de água, eficiência no uso da água, tratamento de efluentes e outros, o que favoreceria bastante comunidades rurais, como o caso de Remanso e alguns municípios da Chapada Diamantina, promovendo consequentemente a saúde e qualidade de vida da população (EMBRATUR; INEMA, 1994).

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Definição de frequentadores: compreendem-se como frequentadores os moradores da Comunidade Quilombola de Remanso, os visitantes dos municípios adjacentes, assim como também os turistas que visitam os atrativos inseridos na área de análise deste trabalho.

### 4.1 METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho consiste em um Estudo de Caso de abordagem quantitativa, que segundo Gil (2009) é o tipo de pesquisa que envolve experimento e levantamento, e indica princípios e regras a serem observados ao longo de todo o processo de investigação, tais como: formulação e delimitação do problema, seleção da amostra, determinação dos procedimentos para coleta e análises dos dados e determinação dos procedimentos de interpretação dos dados.

### 4.2 PESQUISAS BIBLIOGRÁFICAS

Levantamento de artigos científicos no banco de dados do *Science Direct*, *Web Of Science*, Portal CAPES e outros, nas áreas de meio ambiente, saúde ambiental, qualidade de água, comunidades sustentáveis e ecoturismo, dando ênfase aos impactos na saúde humana ocasionados pela contaminação dos corpos hídricos oriunda da deficiência dos sistemas de saneamento básico.

### 4.3 ÁREA DE ESTUDO

Neste trabalho realizou-se a avaliação da qualidade sanitárias das águas superficiais do rio Santo Antônio, onde três estações estão no âmbito da Área de Proteção Ambiental Marimbus/Iraquara, está no trecho que abrange a Comunidade Quilombola de Remanso e parte do Pantanal Marimbus no descolamento em direção ao Roncador, e três estações ao sul da APA Marimbus/Iraquara, no que abrange o município de Andaraí.

Todas as estações de amostragens recebem bastante frequentadores, sejam turistas em busca do ecoturismo, moradores que utilizam essas estações para banho e atividades domésticas (lavar roupas, pratos e alimentos, e outros hábitos higiênicos não adequados devido à indisponibilidade de esgotamento sanitário), assim como pescadores utilizam dessas águas para pesca sustentável. Todas as estações de amostragens estão situadas no rio Santo Antônio, afluente do rio Paraguaçu e um dos principais contribuintes para a bacia hidrográfica do Paraguaçu.

#### 4.4 ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM

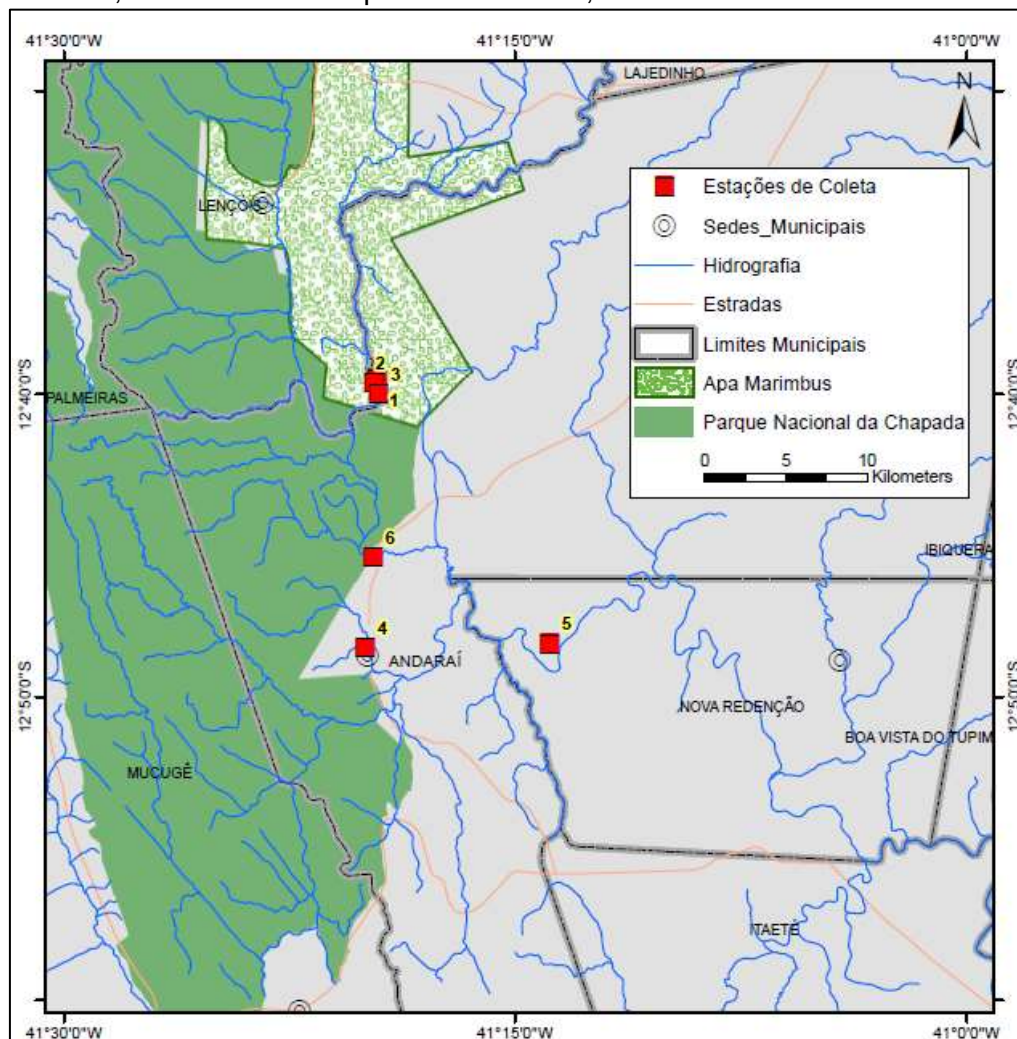
Foram estudadas 06 estações de amostragem, todas inseridas no rio Santo Antônio e afluentes deste. A tabela 1 mostra as coordenadas geográficas das estações de amostragem, e a figura 2 mostra a distribuição espacial das estações de amostragem. Para georreferenciamento das estações, foi utilizado um GPS de marca Garmim e modelo etreX 10, onde os dados foram registrados em coordenadas de graus decimais.

Tabela 1 - Coordenadas Georreferenciadas das Estações de amostragem no Rio Santo Antônio da Chapada Diamantina, Bahia com coordenadas em graus decimais

ESTAÇÕES	DENOMINAÇÃO	O	S	ELEVAÇÃO
1	Travessia para Remanso	95 19 35.144	12 39 29.798	319 m
2	Entrada do Remanso	95 19 42.233	12 39 37.055	326 m
3	Entrada ao Marimbus	95 19 32.781	12 39 57.860	331 m
4	Andaraí 1	95 19 59.359	12 48 22.198	402 m
5	Andaraí 2	95 19 51.362	12 48 14.007	406 m
6	Ponte Santo Antônio	95 19 43.865	12 45 23.486	343 m

Fonte: A autora desta dissertação (2019).

Figura 2 - Mapa da Área de Estudo com as Estações de Amostragens no Rio Santo Antônio, localizada na Chapada Diamantina, Bahia



Fonte: A autora desta dissertação, com dados de campo e base cartográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística escala 1:100.000 (2019).

## 4.5 DESCRIÇÃO DAS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM

### 4.5.1 Estação 1 - Travessia para Remanso

Essa estação (figura 3) é o ponto de partida em direção a Comunidade Quilombola de Remanso. A travessia é feita por barcos a remo, onde tanto moradores quanto turistas utilizam deste meio de transporte. Então os barcos são utilizados tanto pela necessidade da comunidade local de deslocamento, quanto também por turistas a passeio. Os remadores são moradores da comunidade que praticam essa atividade para complementar a renda familiar.

Figura 3 - Estação de amostragem 1



Fonte: A autora desta dissertação (2019).

#### **4.5.2 Estação 2 - Entrada do Remanso**

É a chegada a Comunidade Quilombola de Remanso através dos barcos a remo. Possível de observar condições ambientais inadequadas, como resíduos sólidos urbanos dispostos no rio e no meio da vegetação. Neste ponto há uma realidade contraditória evidente, pois, é um local desembarque de turistas ao mesmo tempo em que se podem observar moradores da comunidade utilizando as águas do rio para atividades domésticas (lavando pratos e roupas), como registrado na figura 4.

#### **4.5.3 Estação 3 - Entrada ao Marimbus**

Para chegar a esta estação é preciso atravessar a pé a comunidade de Remanso. Na travessia é possível perceber a simplicidade da comunidade, assim como também as condições ambientais e sanitárias inadequadas que as pessoas vivem, pois não tem atendimento dos serviços de esgotamento sanitário e coleta de resíduos sólidos, sendo estes dispostos de maneira inadequada no solo e na água. Na estação 3 (figura 5), assim como na estação 2, muitos moradores utilizando o corpo hídrico para atividades domésticas, como lavar roupas e pratos, sendo possível observar uma água mais turva e com espumas devido a utilização de produtos de limpeza doméstica como, por exemplo, detergentes. Além disso, é um ponto também de chegada e saída de barcos a remo, então vários barcos ficam parados neste ponto.



Figura 4 - Estação de amostragem 2



Fonte: A autora desta dissertação (2019).

Figura 5 - Estação de amostragem 3



Fonte: A autora desta dissertação (2019).

#### 4.5.4 Estação 4 - Andaraí 1

É uma das estações que ficam dentro do município de Andaraí em uma área urbanizada. Apesar do município apresentar alto potencial para exploração do turismo ecológico e gerar renda e desenvolvimento, a estação 4 (figura 6) encontra-se visivelmente eutrofizada, onde é possível observar micro e macroalgas em sua superfície. A estação fica próxima de um lava-jato, o que pode contribuir para esse processo de eutrofização por conta dos fosfatados utilizados na lavagem de carros. Além disso, foi possível observar nesta estação efluente doméstico ao céu aberto escoando para o rio, animais (cavalos e cachorros) nas extremidades do rio e também pescadores com barquinhos pescando nessas águas.

Figura 6 - Estação de amostragem 4



Fonte: A autora desta dissertação (2019).

#### 4.5.5 Estação 5 - Andaraí 2

Esta estação, assim como a estação 4, fica localizada no município de Andaraí, área urbanizada (figura 7). Foi possível observar canalização de efluentes domésticos sem tratamento sendo despejados diretamente no corpo hídrico. Ao entorno desta estação existem muitas residências, e proximidade também com o centro comercial.

#### 4.5.6 Estação 6 - Ponte do Santo Antônio

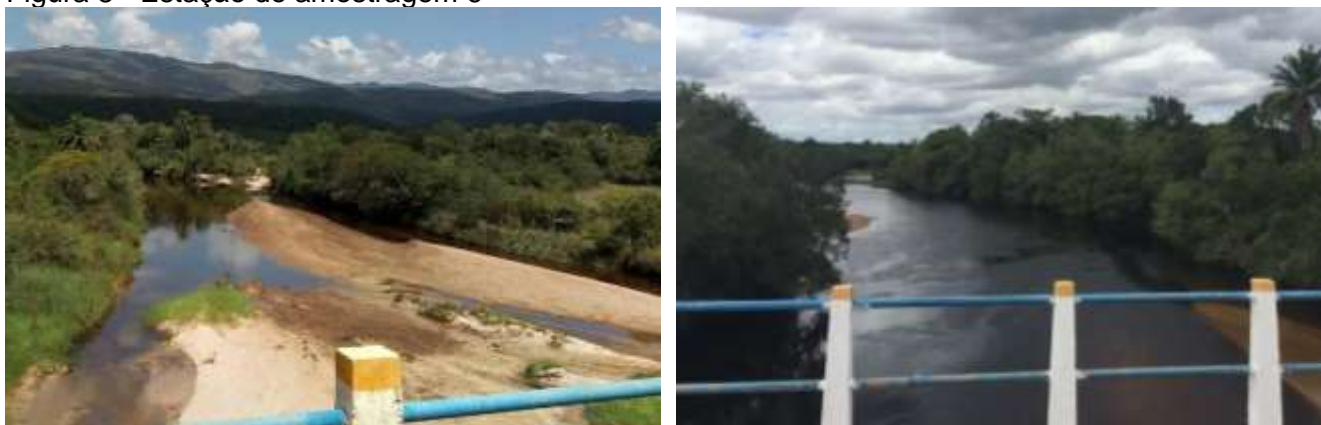
A estação de amostragem 6 (figura 8) é uma ponte localizada na saída de Andaraí por onde o Rio Santo Antônio passa. Bastante vegetação ao entorno desta estação, porém se observa alguns bancos de assoreamento do rio.

Figura 7 - Estação de amostragem 5



Fonte: A autora desta dissertação (2019).

Figura 8 - Estação de amostragem 6



Fonte: A autora desta dissertação (2019).

#### 4.6 PROCEDIMENTO DE AMOSTRAGEM

Primeiramente foram estipulados os parâmetros que seriam medidos em campo e em laboratório, e as metodologias analíticas que seriam utilizadas, conforme os procedimentos operacionais padrão dispostos pelo laboratório, seguindo métodos certificados, no LEPETRO (Excelência em Geoquímica: Petróleo, Energia e Meio Ambiente), localizado no Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, onde foram realizadas as análises.

O pré-campo consistiu em um planejamento de volume de amostra necessário para cada análise, separação de material de coleta, descontaminação e esterilização dos recipientes de coleta conforme protocolo de descontaminação do LEPETRO, e identificação dos recipientes.

Para levar em consideração a sazonalidade, foram organizadas duas campanhas de amostragem, a primeira nas datas 09 e 10 de fevereiro de 2019, dentro da faixa de meses onde é de clima quente e úmido, com chuvas e temperatura mais elevada, considerada a estação chuvosa, e a segunda em 26 e 27 de agosto de 2019, dentro do período considerado mais seco, com temperaturas um pouco mais baixas. Sendo assim, o período mais chuvoso é também o mais quente, e o período mais seco é também o mais frio.

Com os dados do INMET (2019) obteve-se que na C1 a temperatura máxima foi de 36,1 °C e mínima 21,9 °C, e o índice pluviométrico igual à zero. Já em C2, a temperatura máxima foi de 29,1 °C e mínima de 18,5 °C, o índice pluviométrico também igual à zero.



Para observar as condições sanitárias e ambientais foi feito um levantamento através de imagens fotográficas das características das estações, tais como tipo de vegetação, existência de residências próximas, possíveis pontos de lançamento de efluentes, entre outros.

Foram escolhidas 6 estações de amostragem, todas no percurso do rio Santo Antônio, dentro da APA Marimbus/Iraquara e no município de Andaraí.

Para garantir a confiabilidade dos dados encontrados, para todas as análises, foram coletadas amostras em triplicata. Todas as amostras foram acondicionadas de forma a preservar as características de acordo com os parâmetros que seriam analisados, para que em laboratório as amostras pudessem ser submetidas a métodos de determinação e quantificação destes contaminantes.

#### 4.7 PARÂMETROS NÃO CONSERVATIVOS

Na primeira campanha de amostragem (C1) os parâmetros Temperatura, Potencial hidrogeniônico (pH), Condutividade elétrica, Turbidez, Oxigênio dissolvido, Sólidos totais dissolvidos e Salinidade foram medidos em campo com a utilização de uma sonda multiparâmetros de marca Horiba, modelo U-50.

Na segunda campanha de amostragem (C2) os parâmetros Temperatura, pH, Condutividade elétrica, Oxigênio dissolvido e Salinidade foram medidos em campo com a utilização de uma sonda multiparâmetros de marca de marca Water Quality Meter e modelo AK88. Os parâmetros Turbidez e Sólidos totais dissolvidos foram medidos em laboratório, com os métodos apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - Parâmetros não conservativos e Métodos

Parâmetro	Método
Turbidez	Standard Methods 2130 B
Sólidos Totais Dissolvidos	Standard Methods 2540 C

Fonte: A autora desta dissertação (2019).

#### 4.8 MÉTODOS ANALÍTICOS

Todas as análises laboratoriais realizadas foram baseadas em métodos analíticos certificados.

Os parâmetros analisados foram: íons dissolvidos (sulfato, fosfato, brometo, nitrato, nitrito, fluoreto, cloreto, sódio, potássio, cálcio e magnésio), metais em sua fração total (ferro, manganês, níquel, cromo, cobre, chumbo, vanádio e zinco, clorofila a (CL), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Coliformes totais e *Escherichia coli*. Seguindo os métodos expostos na tabela 3.

Tabela 3 - Parâmetros analíticos e Métodos

Parâmetro	Método
Íons Dissolvidos	Cromatografia Iônica
Metais (em sua fração total)	American Society for Testing and Materials, 1992
Demanda Bioquímica de Oxigênio	Standard Methods 5210 B
Coliformes Totais	Standard Methods 9221 D,F
<i>Escherichia coli</i>	Standard Methods 9213 D

Fonte: A autora desta dissertação (2019).

#### 4.9 CLIMATOLOGIA

Os valores referentes às características climáticas foram coletados no banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), na estação de coleta denominada de Lençóis-A425.

Os dados obtidos das variáveis: Índice Pluviométrico (IP) e Temperatura do dia (T<sup>o</sup>D), foram coletados nos dias das campanhas através do site do INMET (2019).

#### 4.10 MÉTODOS ESTATÍSTICOS

Inicialmente foi utilizado o software foi Microsoft Excel.2016, onde foi alimentada uma planilha com todos os dados das duas campanhas de amostragem, contendo todos os parâmetros analisados e realizando a média dos valores das triplicadas de cada análise, eliminando os outliers, visando garantir a confiabilidade dos dados. Com este software foi possível gerar gráficos de linhas comparando as estações de amostragens e a variação em relação à sazonalidade através da observação dos valores das duas campanhas de amostragem.

Posteriormente foi elaborada uma planilha com os dados tratados, onde foram eliminadas as variáveis que não tiveram variabilidade significativa (Manganês, Níquel,

Cromo, Cobre, Vanádio, Zinco, Brometo, Nitrito, Fluoreto, Coliformes totais e *Escherichia coli*) e com isso foi utilizado o software STATISTICA7, que gerou gráficos de análise multivariada, onde é possível identificar as correlações entre as variáveis.

## 5 DESCRIÇÃO DOS RESULTADOS

Corpos hídricos de água doce que não possuem enquadramento, conforme a CONAMA 357/2005 devem ter os valores dos seus parâmetros analisados comparados como águas doces de classe 2, que segundo o Art. 4º desta resolução tem as seguintes finalidades:

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) à aquicultura e à atividade de pesca. (BRASIL, 2005).

Neste trabalho, os parâmetros analisados cuja Resolução CONAMA 374/2005, determina limites, foram comparados com a águas doces de classe II.

Para essa discussão, este trabalho utilizou as seguintes siglas: C1: Campanha de amostragem 1; C2: Campanha de amostragem 2; E1: Estação de amostragem 1; E2: Estação de amostragem 2; E3: Estação de amostragem 3; E4: Estação de amostragem 4; E5: Estação de amostragem 5 e E6: Estação de amostragem 6.

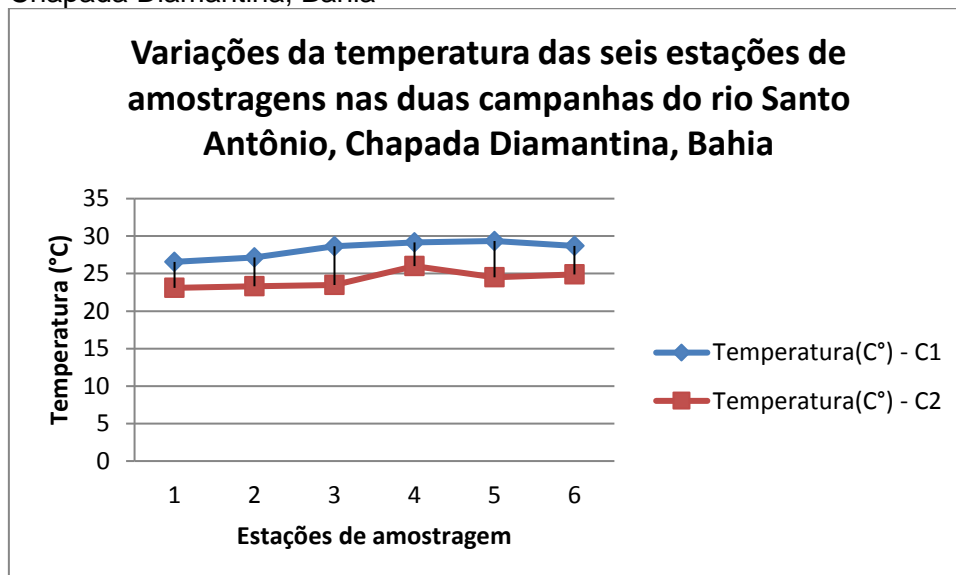
### 5.1 PARÂMETROS NÃO-CONSERVATIVOS

#### 5.1.1 Temperatura (°C)

Na C1 a temperatura da água teve pequenas variações entre as estações de amostragem, sendo que as máximas foram nas E4 e E5, com 29,15°C e 28,35°C, e a mínima na E1, com 26,51 °C. Quando comparados esses valores com a C2, ocorre uma variação por conta da sazonalidade, onde as temperaturas variaram entre a mínima registrada 23, 10°C na E1, e a máxima de 26,00°C na E4, como pode ser observado na Figura 9. Corroborando com as temperaturas climáticas médias da região da Chapada Diamantina, onde o mês de fevereiro (C1) pertence ao período sazonal mais quente e o mês de agosto compõe o período mais frio. Cabe salientar, que na C2, única estação que deu acima da média entre as estações foi a E4, e pode-se justificar esse aumento de temperatura nessa estação por conta de encontrar-se

visivelmente comprometida, recebendo cargas de efluente bruto, sendo que temperatura é um parâmetro de estresse hídrico e indicativo de contaminação por efluente (HUTCHINS e HITT, 2019; INMET, 2019).

Figura 9 - Variações da temperatura das estações de amostragens do rio Santo Antônio, Chapada Diamantina, Bahia



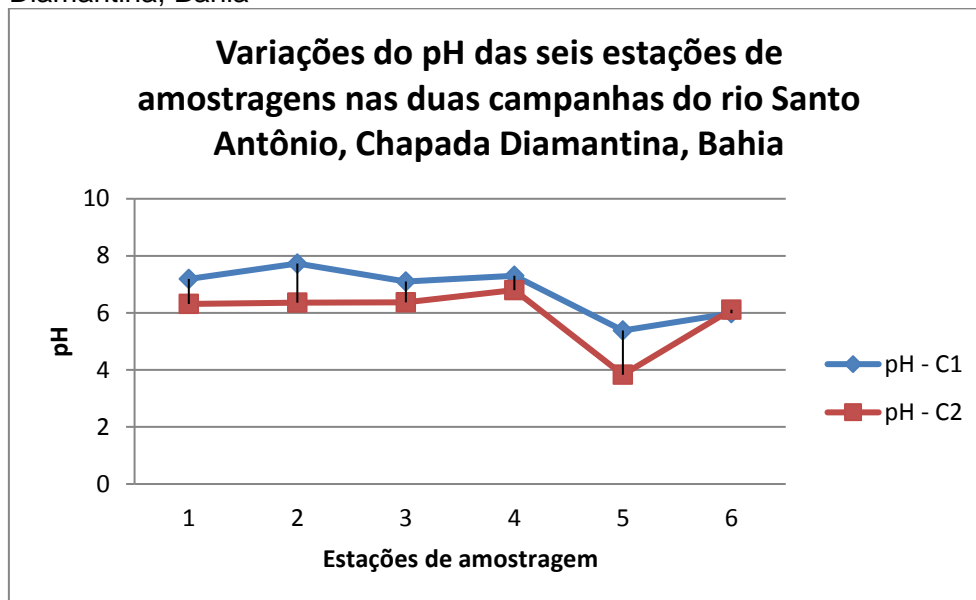
Fonte: A autora desta dissertação (2019).

### 5.1.2 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH é um parâmetro que mede a alcalinidade, neutralidade ou acidez da água, representando o nível de íons hidrogênio presentes (ALMEIDA et al. 2018). Resolução CONAMA 357/2005 estabelece uma faixa de limite de pH, que deve ser de 6 a 9, para a ecológica manutenção da vida aquática. Na C1 as estações E1, E2, E3 e E4 ficaram dentro do permitido, porém E5 e E6 tiveram os valores abaixo do padrão da legislação, apresentando comportamento um pouco ácido. Em C2, a única estação que ficou fora do permitido pela legislação foi a E5, continuando com o mesmo comportamento da C1, agora apresentando caráter muito ácido, com pH de 3,83. Quanto a variação da sazonalidade, pode-se observar que em C2, com a exceção da E6, todas as estações estiveram com valores de pH inferiores a C1, como é possível observar na Figura 10. Presença de contaminantes e nutrientes na água podem levar a variações desfavoráveis as condições físico-químicas da água, sendo assim variação de pH é um indicador de contaminação (ADENIJI; SIBANDA; OKOHAB, 2019). Além disso, água com pH inferior a 6,5, afeta a saúde humana se for ingerida, pois interrompe a

produção de vitaminas e minerais no corpo humano (GUPTA; PANDEY; HUSSAIN, 2017).

Figura 10 - Variações de pH das estações de amostragens do rio Santo Antônio, Chapada Diamantina, Bahia

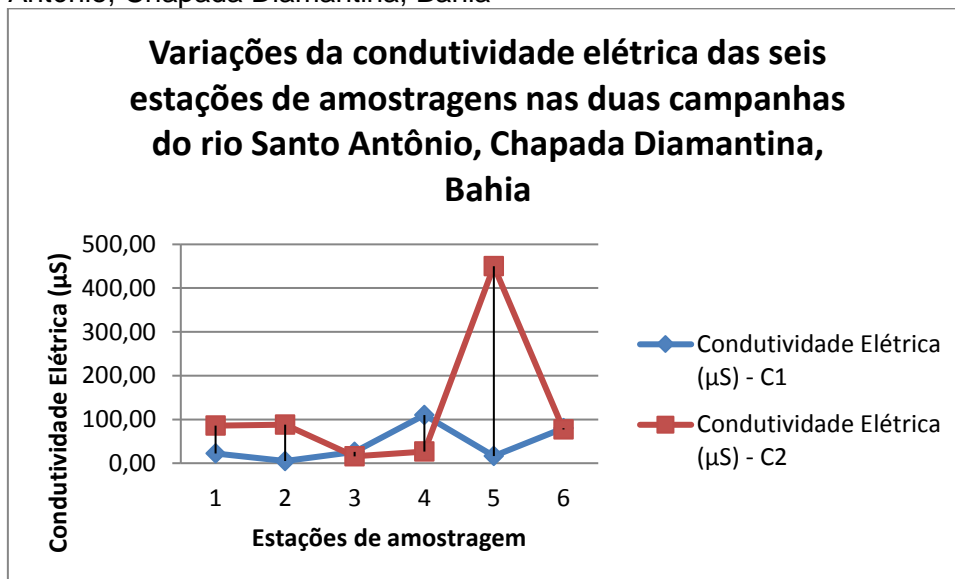


Fonte: A autora desta dissertação (2019).

### 5.1.3 Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )

A Condutividade elétrica é um parâmetro que mede a concentração de sais dissolvidos na água, o que indiretamente indica o grau de contaminação da água. Quanto maior a quantidade de íons (cátions e ânions) presentes na água, maior a capacidade de conduzir eletricidade. O CONAMA não estabelece limites para a condutividade elétrica, porém a Fundação Nacional de Saúde afirma que as águas naturais devem apresentar valores na faixa de 10 a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , e que concentrações mais elevadas podem indicar contaminação por efluentes domésticos ou industriais. Para as duas campanhas de amostragem, a única estação que excedeu este limite foi a E5, com 110,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$  em C1 e 450,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$  em C2, como mostra a Figura 11. Indicando o alto grau de comprometimento desta estação de amostragem, visto que nela foi possível observar canalização direta de efluente doméstico bruto sendo despejado. Corroborando com Adeniji (2019) que fala que descargas de efluentes domésticos aumentam significativamente a condutividade elétrica.

Figura 11 - Variações de Condutividade Elétrica das estações de amostragens do rio Santo Antônio, Chapada Diamantina, Bahia

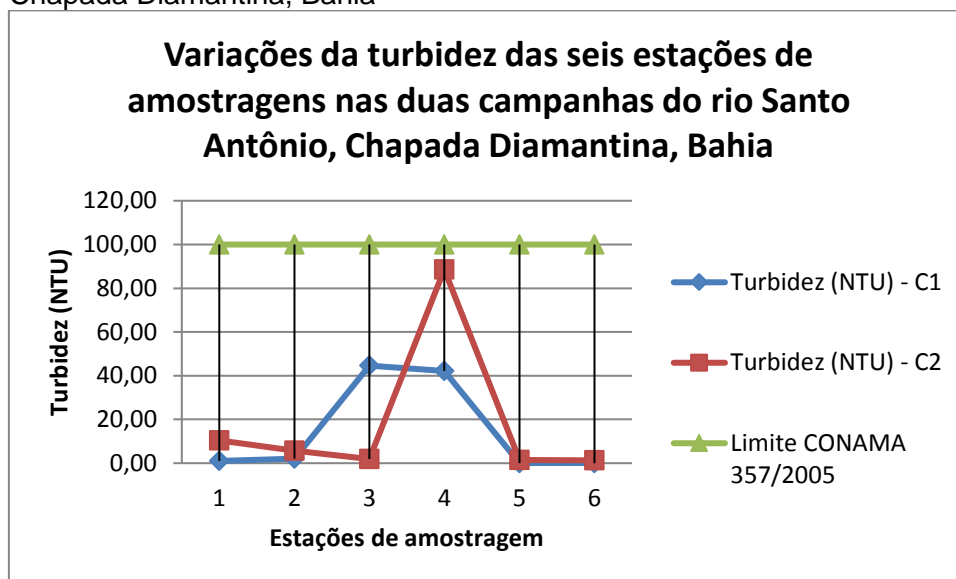


Fonte: A autora desta dissertação (2019).

#### 5.1.4 Turbidez (NTU)

A turbidez mede o grau de interferência à passagem de luz na água, que é alterada por conta da presença e quantidade de material em suspensão (SVS, 2006), quanto maior a quantidade de material em suspensão, maior a dificuldade da passagem de luz necessária para a realização da fotossíntese (CETESB, 2016). A CONAMA 357/2005 estabelece que não seja ultrapassado o limite de 100 NTU. Em ambas as campanhas de amostragem, todas as estações ficaram dentro do permitido pela legislação, porém a E4 é a que apresenta o maior valor de turbidez (Figura 12), quando em C1 apresentou 88,58 NTU, o que já era esperado por conta da estação encontrar-se visivelmente eutrofizada, apresentando a proliferação de macroalgas em toda a sua superfície. A turbidez também sugere a contaminação por microrganismos patogênicos, pois esses microrganismos têm a capacidade de se fixarem na superfície dos materiais em suspensão particulados ou serem ligados a grandes moléculas orgânicas que funcionam como sombreamento, por conta de impedir a passagem de luz, protegendo os microrganismos da irradiação ultravioleta incidente e tornando o ambiente em condições ideais de sobrevivência e proliferação, sendo assim, a turbidez é muito associada a doenças gastrointestinais adquiridas através do consumo de água (MUOIO et al., 2020; FARRELL et al, 2018).

Figura 12 - Variações de Turbidez das estações de amostragens do rio Santo Antônio, Chapada Diamantina, Bahia



Fonte: A autora desta dissertação (2019).

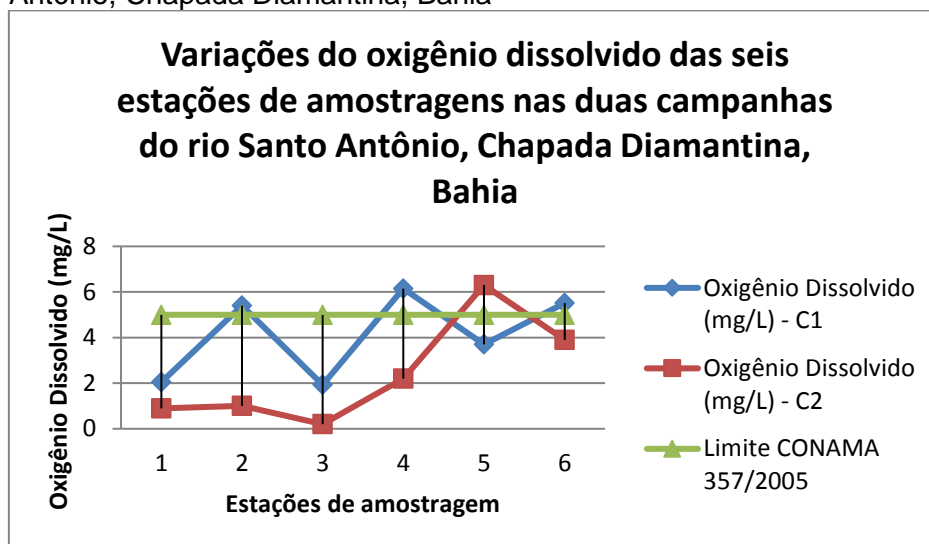
### 5.1.5 Oxigênio Dissolvido (mg/L)

O oxigênio dissolvido (OD) é um dos parâmetros mais significativos para expressar as condições e qualidade do ambiente aquático. É um parâmetro que sofre influências de processos físico, químicos e biológicos, assim como também pode variar de acordo com a alteração de outros parâmetros, como a temperatura (SVS, 2006). A quantidade de OD na água determina quais espécies podem estar presentes no meio, pois ele é um fator limitante para sobrevivência dos organismos aquáticos, visto que seria impossível os organismos aeróbicos sobreviverem sem a presença de OD. A Resolução CONAMA 357/2005 determina a quantidade de OD seja maior que 5,00 mg/L. Na C1, as estações de amostragem E1, E3 e E5 deram abaixo do permitido, tendo seus valores como 2,05 mg/L, 1,93 mg/L e 3,70 mg/L, respectivamente (Figura 13). Em C2, a única estação que esteve dentro do solicitado pela resolução foi a E5, todas as outras deram muito abaixo do limite mínimo. O que causa bastante preocupação tanto para o eixo ambiental, quando se trata de ambientes aquáticos onde a comunidade aquática está completamente comprometida por conta da falta de oxigênio necessário para manutenção da vida, quanto também para o âmbito social, quando se trata de uma localidade onde os moradores, em sua maioria, praticam a pesca de subsistência, e baixas concentrações de OD afeta



diretamente na quantidade de peixes e outros organismos aquáticos, alterando o equilíbrio ecológico, causando redução na pesca, proliferação de algas tóxicas e perda da diversidade biótica (BANERJEE et al, 2019).

Figura 13 - Variações de Oxigênio Dissolvido das estações de amostragens do rio Santo Antônio, Chapada Diamantina, Bahia

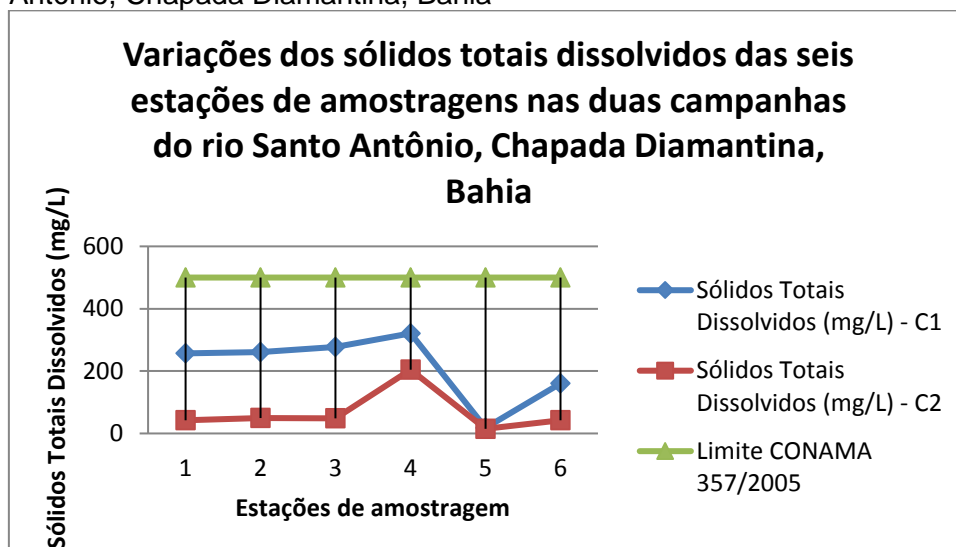


Fonte: A autora desta dissertação (2019).

### 5.1.6 Sólidos Totais Dissolvidos

Esse parâmetro está associado à turbidez, porém não são exatamente equivalentes. Os sólidos totais dissolvidos (STD) é a parcela dos sólidos presentes que são constituídos por partículas de diâmetro inferior a  $10^{-3}$   $\mu\text{m}$ . Os sólidos podem chegar aos corpos hídricos através de processos naturais como a erosão ou através de atividades antrópicas, porém os STD, por conta do tamanho de suas partículas, é um indicador de influência do lançamento de efluente e também podem interferir nas propriedades organolépticas da água, como cor, odor e sabor (FUNASA, 2014). Para os STD, a CONAMA 357/2005 estabelece valor máximo permitido de 500,00 mg/L. Em ambas as campanhas, todas as estações de amostragem encontraram-se dentro do limite permitido. Chamando atenção apenas para a E4, onde pode-se ser observado na Figura 14 que teve os valores mais elevados para este parâmetro, onde na C1 foi igual a 321,00 mg/L e na C2 204,40 mg/L, corroborando com o valor de turbidez da C2 que foi o mais elevado.

Figura 14 - Variações de Sólidos Totais Dissolvidos das estações de amostragens do rio Santo Antônio, Chapada Diamantina, Bahia



Fonte: A autora desta dissertação (2019).

## 5.2 ÍONS DISSOLVIDOS

Foram feitas análises laboratoriais dos seguintes íons dissolvidos: Sulfato, Fosfato, Brometo, Nitrato, Nitrito, Fluoreto, Cloreto, Sódio, Potássio, Cálcio e Magnésio.

Nas duas campanhas, em todas as estações de amostragens os íons brometo, sulfato, nitrato, nitrito, fluoreto, sódio e cloreto estiveram dentro dos limites permitidos pela CONAMA 357/2005, e pela Portaria de consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde.

Para as concentrações dos íons dissolvidos em água: potássio, cálcio e magnésio, não existem limites máximos permitidos para esses parâmetros. No entanto, observa-se que as concentrações destes íons variaram de acordo com a sazonalidade. Na C1, período mais chuvoso, as concentrações destes íons foram inferiores aos da C2, no período mais seco. Esse fato pode ser justificado por conta das chuvas do período da C1 acarretarem na dispersão dos contaminantes presentes na água, e no período mais seco, esses contaminantes tendem a ficarem mais concentrados, como ocorreu no estudo de Daramola et al. (2019), onde as concentrações dos contaminantes presentes em água foram maiores no período seco do que no período chuvoso, pois a água da chuva dilui e dispersa esses compostos.

### 5.2.1 Fosfato

O fosfato apresentou comportamento diferente dos outros íons estudados neste trabalho. O CONAMA 357/2005, determina valor máximo permitido de fosfato de 0,025 mg/L, já o Limite Quantitativo do Equipamento (LQE) utilizado foi de 0,25 mg/L, dez vezes maior que o permitido pela legislação. Sendo assim, não é possível afirmar quais estações ficaram acima do padrão determinado pelo CONAMA.

O fosfato é um composto do fósforo que é um dos nutrientes responsáveis pelo processo de eutrofização (Fundação Nacional de Saúde, 2014). A eutrofização dos rios pelo recebimento de das altas cargas de nutrientes é um dos problemas mais graves de qualidade da água que afetam os ecossistemas (KUMARARAJA et al., 2019). O fosfato, através do chegar aos corpos hídricos através de escoamento através de fontes não pontuais como escoamento de fertilizantes de terras agrícolas (PAN et al., 2020), ou aquicultura (KUMARARAJA et al., 2019), ou ainda, terras urbanas por conta da urbanização sem planejamento que acarreta em falta de sistemas de saneamento e disposição inadequada de efluente doméstico (YAN et al., 2019), ou também através de fonte pontuais como estações de tratamento de efluente com tratamento ineficiente (doméstico e industrial) disposto no ambiente com altas concentrações deste nutriente (VNKITESHWARAN et al., 2018). Neste trabalho, o fosfato apresentou uma variação de acordo com a sazonalidade, porém a E4 foi a que apresentou os maiores valores nas duas campanhas de amostragem, com 2,57 mg/L em C1 e 1,93 mg/L em C2, como já era esperado por conta do visível processo de eutrofização dessa estação.

### 5.3 METAIS

Para este trabalho, os metais analisados em água, em sua fração total, foram: Ferro, Manganês, Níquel, Cromo, Cobre, Vanádio e Zinco.

Os metais magnésio, níquel, cromo, vanádio e zinco, nas duas campanhas de amostragem, em todas as estações encontraram-se dentro dos limites máximos permitidos pelo CONAMA 357/2005 e Portaria de Consolidação Nº 5.

Quanto ao cobre, não é possível verificar se as concentrações estão acima do limite máximo permitido pelo CONAMA, que é 0,009 mg/L, pois o limite de detecção

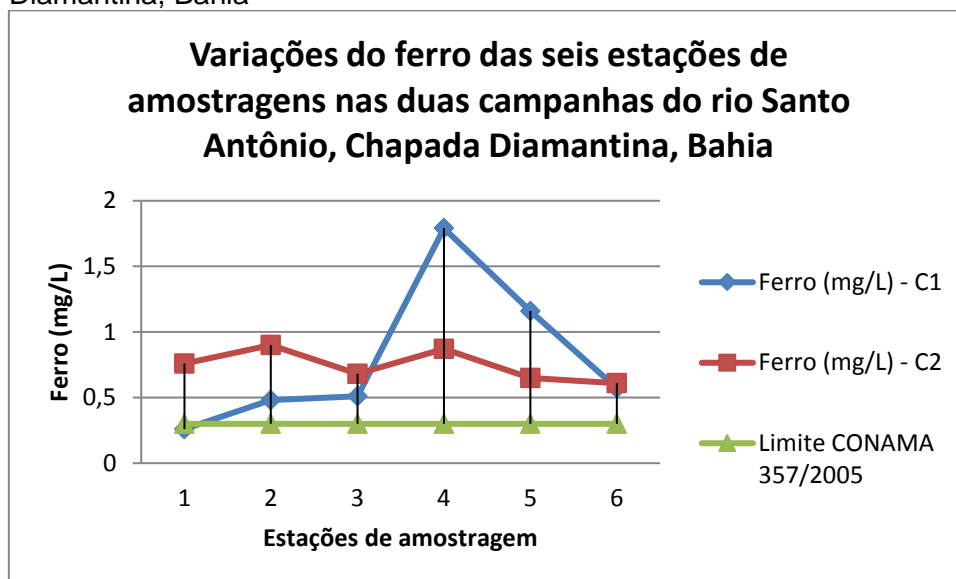
quantitativo do equipamento utilizado foi superior ao limite da legislação, com 0,01 mg/L.

Já para o ferro, este metal presente em água é um indicador de contaminação por efluente doméstico, pois é um portador de bactérias potencialmente prejudiciais à saúde humana e animal. Além disso, a ingestão de água contendo altas concentrações de ferro ocasiona a hemocromatose, que é uma doença que pode gerar danos ao fígado, ao coração e ao sistema pancreático, além de favorecer a diabetes. Além desta doença, a ingestão de água contendo ferro em elevadas concentrações gera sintomas como náuseas, vômitos e também problemas estomacais (DARAMOLA et al., 2019).

Nesse estudo, na C1, todas as estações de amostragens, exceto a E1, ficaram com valores de ferro acima do permitido pela Resolução CONAMA 357/2005, que determina o limite máximo de 0,30 mg/L, sendo que as estações que ficaram com concentrações mais elevadas foram as E4 e E5, com 1,79 mg/L e 1,16 mg/L, respectivamente. Na C2, todas as estações de amostragens ficaram acima do limite determinado pela mesma resolução, tendo os valores mais altos nas estações E2 (0,90 mg/L) e E4 (0,87 mg/L). Observa-se essas concentrações na Figura 15.

No caso da região da Chapada Diamantina, a presença de concentrações de ferro acima do limite permitido pela Resolução CONAMA 357/2005 gera preocupação com dois tipos distintos de pessoas, o primeiro são os moradores da comunidade Quilombola de Remanso e adjacentes que dependem da água para vários fins domésticos, e inclusive a utilizam para a ingestão de forma indiscriminada, e o segundo grupo são os turistas que buscam essa região por conta dos atrativos turísticos e que muitas vezes pela ilusão de acreditar que é um local intocado por fontes de contaminação, também ingerem essa água. Sendo assim, todas as estações de amostragens propiciam um potencial risco à saúde humana.

Figura 15 - Variações de Ferro das estações de amostragens do rio Santo Antônio, Chapada Diamantina, Bahia



Fonte: A autora desta dissertação (2019).

### 5.3 CLOROFILA A

A clorofila *a* é um parâmetro que indica a biomassa algal, pois se trata de um pigmento responsável pelo processo fotossintético de algas e plantas, também como é utilizada como indicador de potencial aumento da densidade de cianobactérias. Também é a principal variável no cálculo do IET, pois é como uma medida da resposta do corpo hídrico ao agente causador da eutrofização (CETEBS, 2016). O aumento da quantidade de clorofila *a* no corpo hídrico pode ser através de fontes pontuais e difusas, como o lançamento de efluentes domésticos, industriais ou agrícolas contendo concentrações de nitrogênio e fósforo, nutrientes essenciais para o crescimento e proliferação microalgal (SADEGHIAN et al., 2018).

Neste trabalho, nas duas campanhas de amostragem apenas a E4 encontrou-se com quantidade de clorofila acima do limite máximo permitido pela Resolução do CONAMA 357/2005, que estabelece o valor de clorofila até 30  $\mu\text{L}$ . Na E4, na C1 obteve o valor de 657,38  $\mu\text{L}$  e na C2 o valor de 1.326,18  $\mu\text{L}$ , valores muito acima do máximo permitido. Indicando que essa estação está recebendo altas cargas de nutrientes e favorecendo a proliferação de algas, que influencia na redução do oxigênio dissolvido e acarreta em comprometimento da vida aquática. Esse valor já era esperado pois nas duas campanhas de amostragem a estação 4 estava

visivelmente eutrofizada, tendo a superfície da água completamente coberta por algas e plantas aquáticas. Fator que impacta diretamente no âmbito ambiental, social e econômico, por conta das espécies aquáticas que não conseguem sobreviver sem incidência da luz solar e com baixas concentrações de oxigênio no meio, como foi visto pescadores nessa área, influencia na qualidade de vida dos moradores que não conseguem pescar por conta da redução de organismos aquáticos, e no eixo econômico, os turistas que podem começar a reduzir a visitação nessa área por conta de ser um local com odor desagradável e visivelmente comprometido, impedindo que seja um local para banho.

#### 5.4 RESULTADO DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO PARA A ESTAÇÃO DE AMOSTRAGEM 4 (E4)

Somente na E4 foi possível realizar o cálculo do Índice de Estado Trófico (IET), por conta de ser a única estação que teve os valores de fosfato e clorofila a registrados nas duas campanhas de amostragem.

Para a obtenção do valor fósforo total (PT) a partir do fosfato (PO<sub>4</sub>), utilizou-se a conversão estequiométrica, através da equação X, abaixo:

Equação X - Conversão de Fosfato para Fósforo total

$$PT = PO_4 \times 0,4366$$

Onde:

PT: Fósforo Total;

PO<sub>4</sub>: Fosfato.

Com isso, obteve-se na E4 os valores de Fósforo Total de 1,12 mg/L ou 1.120,00 µ/L na C1 e 0,84 mg/L ou 840 µ/L na C2.

Com o cálculo do IET, obteve-se os seguintes valores expressos na tabela 4.

Tabela 4 - Índice de Estado Trófico da Estação de amostragem 4 do Rio Santo Antônio, Chapada Diamantina - BA

Campanha de amostragem	IET (PT)	IET (CL)	IET	Ponderação	Categoria de Estado Trófico
<b>C1</b>	70,41	106,26	88,34	IET > 67	Hipereutrófico
<b>C2</b>	68,91	112,34	90,63	IET > 67	Hipereutrófico

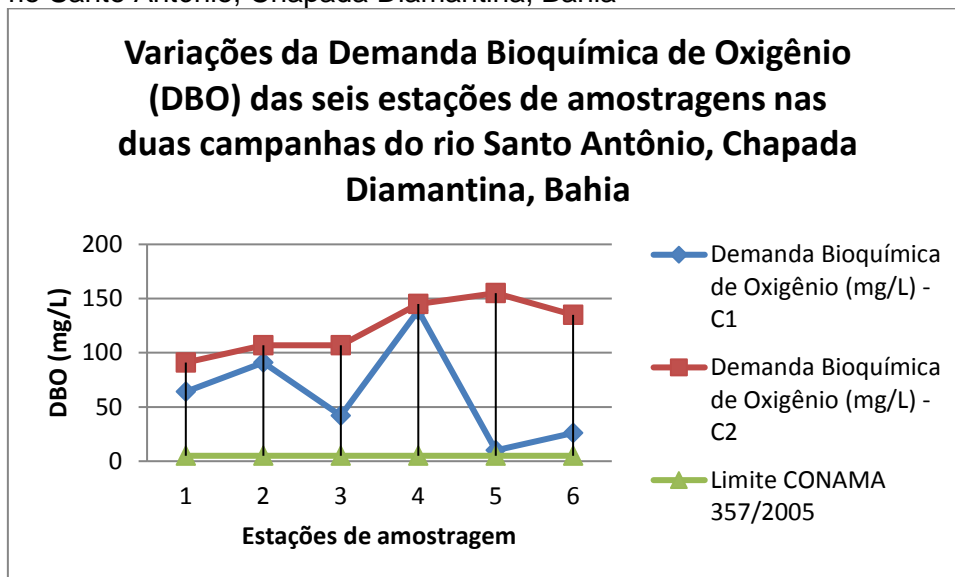
Fonte: A autora desta dissertação (2019).

Para ambas as campanhas de amostragem, a estação 4 se encontrou na categoria de hipereutrófico, que indica o mais alto grau de enriquecimento por nutrientes em um corpo hídrico, apresentando quantidade excessiva de algas e plantas aquáticas.

## 5.5 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é um parâmetro que indica a quantidade de matéria orgânica presente na água, ou ainda uma medida do potencial de depleção de OD de uma carga orgânica / inorgânica em águas naturais (MS, 2006). Logo, trata-se de uma variável inversamente proporcional ao oxigênio dissolvido, pois a medida que a DBO aumenta no meio aquático, simultaneamente ocorre a redução da quantidade de OD disponibilizado. As águas superficiais geralmente são ricas em materiais húmicos, e a sua biodisponibilização vai depender da fonte, da sazonalidade e de outras características do corpo hídrico (HUDSON et al., 2008). Nesse estudo, tanto na C1 quanto na C2, todas as estações de amostragem ficaram com valores superiores ao limite máximo estabelecido pelo CONAMA 357/2005, de até 5,00 mg/L O<sub>2</sub>, como mostrado na Figura 16. Enfatizando que na C2, todas as estações tiveram concentrações de DBO maior que na C1, isso porque variações de fatores meteorológicos geralmente desencadeiam flutuações nos parâmetros de qualidade da água como oxigênio dissolvido, afetando diretamente a DBO, pois no período onde a precipitação média é maior, ocorre uma dissolução dos contaminantes, e a DBO tende a ser menor que no período mais seco onde a matéria orgânica tende a ficar mais concentrada, aumentando a DBO (TADESSE; GREEN; PUHAKKA, 2004).

Figura 16 - Variações da Demanda Bioquímica de Oxigênio das estações de amostragens do rio Santo Antônio, Chapada Diamantina, Bahia



Fonte: A autora desta dissertação (2019).

## 5.6 COLIFORMES TOTAIS E *ESQUERICHIA COLI*

Os coliformes totais são um grupo de bactérias, gram-negativas, composto pelas espécies dos gêneros *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Hafnia*, *Klebsiella*, *Serratia* e *Yersinia*. São indicadoras de contaminação e sua avaliação permite verificar a qualidade sanitária de ambientes.

Os coliformes totais são um subgrupo dos coliformes totais que fermentam a lactose a  $44,5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  em 24 horas e tem como principal representante do grupo a *Escherichia coli*, que tem origem exclusivamente fecal. A *E. coli* é o melhor indicador do risco de doença diarreicas transmitidas pela água, sendo específica com relação a contaminação fecal recente e presença de microrganismos patogênicos (MARA; HORAN, 2003; MS, 2006).

Neste estudo, as análises de Coliformes Totais e *Escherichia coli* foram realizadas através do teste do número mais provável (NMP), também chamado de teste dos tubos múltiplos, que identifica qualitativamente (presença e ausência), coliforme através da cor amarelada e turva, e a *E. coli* através da fluorescência quando submetida a lâmpada azul. O teste também é quantitativo, visto que é dividido em 5 tubos e compara-se o valor da quantidade de tubos que tiveram presença com uma tabela determinada pelo método.



Como resultado, obteve-se que nas duas campanhas de amostragem, em todas as estações os valores de coliformes totais e *E. coli* foram >8 NMP/100mL de amostra, sendo que esse é o máximo pelo método utilizado, já que para esse valor, os 5 tubos devem ter dado positivo.

Pelo método, essas águas estão impróprias para consumo humano, pois a presença dessas bactérias no ambiente indica contaminação de origem direta (fezes humanas ou animais) e indireta (lançamento de efluente doméstico), podendo acarretar em diversas doenças que podem ser transmitidas pela água, como a febre tifoide, colite hemorrágica, cólera, gastroenterite, salmonelose, shigellosis, diarreia sanguínea, síndrome urêmica-hemolítica, doença renal, doenças no intestino delgado e várias outras doenças (MARA; HORAN, 2003; MS, 2006). Essa contaminação favorece a ocorrência de vetores de doenças infecto-parasitárias mais preocupantes no país, como exemplo da esquistossomose e a leptospirose, onde a proliferação dos hospedeiros intermediários é acarretada pela água contaminada.

Neste trabalho, todas as 06 estações de amostragens analisadas estavam contaminadas por microrganismos patogênicos, significando em risco a saúde humana, tanto para os moradores quanto para os frequentadores desses locais.

## 5.7 RESULTADO DO INDÍCE DE QUALIDADE DE ÁGUA (IQA)

Para a descrição dos resultados foi utilizado os códigos E1C1 para a estação 1 na campanha de amostragem 1, E2C1 para a estação 2 na campanha de amostragem 1, E3C1 para a estação 3 na campanha de amostragem 1, E4C1 para a estação 4 na campanha de amostragem 1, E5C1 para a estação 5 na campanha de amostragem 1, E6C1 para a estação 6 na campanha de amostragem 1, E1C2 para a estação 1 na campanha de amostragem 2, E2C2 para a estação 2 na campanha de amostragem 2, E3C2 para a estação 3 na campanha de amostragem 2, E4C2 para a estação 4 na campanha de amostragem 2, E5C2 para a estação 5 na campanha de amostragem 2 e E6C2 para a estação 6 na campanha de amostragem 2.

Para todas as estações, em ambas as campanhas de amostragem, foram possíveis realizar o cálculo do IQA. Sendo que para E1C1, E2C1, E3C1, E5C1, E6C1, E1C2, E2C2 e E3C2 foram utilizados os parâmetros oxigênio dissolvido (OD), temperatura (Temp), potencial hidrogeniônico (pH), Demanda Bioquímica de Oxigênio

(DBO), turbidez (Turb) e sólidos totais dissolvidos (STD), e o peso dos outros três parâmetros foram redistribuídos entre os seis parâmetros citados. Já para E4C1, E4C2, E5C2 e E6C2, foram utilizados os parâmetros citados, acrescentando o de fósforo total (PT), e os pesos dos outros dois parâmetros foram redistribuídos entre os sete parâmetros analisados.

Através do cálculo do IQA obtiveram-se os resultados explanados na tabela 5:

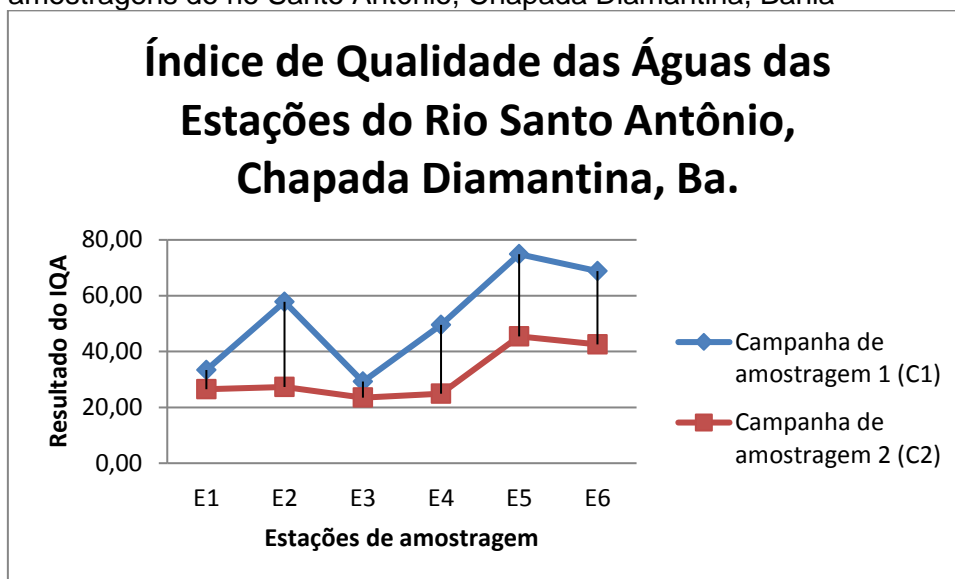
Tabela 5 - Índice de Qualidade da Água das 6 estações de amostragem, nas duas campanhas, localizadas no Rio Santo Antônio, Chapada Diamantina, Bahia

<b>Código da Estação/Campanha</b>	<b>Valor do IQA</b>	<b>Classificação</b>
<b>E1C1</b>	33,33	RUIM
<b>E2C1</b>	57,85	BOA
<b>E3C1</b>	29,20	RUIM
<b>E4C1</b>	49,53	REGULAR
<b>E5C1</b>	74,86	BOA
<b>E6C1</b>	68,83	BOA
<b>E1C2</b>	26,45	RUIM
<b>E2C2</b>	27,31	RUIM
<b>E3C2</b>	23,48	RUIM
<b>E4C2</b>	24,84	RUIM
<b>E5C2</b>	45,43	REGULAR
<b>E6C2</b>	42,58	REGULAR

Fonte: A autora desta dissertação (2019).

Observado os valores encontrados e as suas classificações, é possível perceber a variação da sazonalidade na qualidade das águas, pois enquanto na campanha de amostragem 1 algumas estações (E2, E5 e E6) tiveram suas águas classificadas como BOA, nessas mesmas estações a qualidade da água decaiu na campanha de amostragem 2 para RUIM (E2) e REGULAR (E5 e E6). Indicando que em C1 (período mais chuvoso) os contaminantes e nutrientes tendem a se dispersar enquanto que em C2 (período mais seco) tendem a ficarem mais concentrados, interferindo significativamente na qualidade das águas dos corpos hídricos. Quando comparado os valores do IQA de todas as estações de amostragem foi possível observar que estas ou mantiveram sua classificação ou decaíram de qualidade da C1 para C2, como representa a figura 17.

Figura 17 - Índice de Qualidade das Águas das duas campanhas das estações de amostragens do rio Santo Antônio, Chapada Diamantina, Bahia



Fonte: A autora desta dissertação (2019).

Os resultados gerais do IQA demonstram as condições atuais da qualidade das águas superficiais do rio Santo Antônio, nas seis estações de amostragem estudadas, e traz resultados da degradação ambiental que este corpo hídrico está sujeito, alertando para a falta e deficiências nos sistemas de esgotamento e os riscos à saúde pública que este rio está representando diante da má qualidade das águas.

Tabela 6 - Descrição dos parâmetros analisados na campanha de amostragem 1, das 6 estações de amostragens localizadas no Rio Santo Antônio, Chapada Diamantina, Bahia

PARÂMETROS	Unidade	VALORES MÉDIOS							
CAMPANHA 1	-	ESTAÇÃO 1	ESTAÇÃO 2	ESTAÇÃO 3	ESTAÇÃO 4	ESTAÇÃO 5	ESTAÇÃO 6	LQE / LQM	LEGISLAÇÕES
Clorofila <i>a</i>	µ/L	< 0,1	< 0,1	10,66	657,38	10,66	9,69	0,10	30,00 <sup>a</sup>
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L O <sub>2</sub>	64,00	91,00	42,00	139,00	10,00	26,00	0 - 2000	5,00 <sup>a</sup>
<b>Parâmetros não-conservativos</b>									
Temperatura	(C°)	26,57	27,14	28,64	29,15	29,35	28,71	N/D	-
pH	-	7,19	7,73	7,10	7,30	5,38	5,99	N/D	6,00 a 9,00 <sup>a</sup>
Condutividade Elétrica	µS	22,00	5,00	26,00	110,00	16,00	80,00	N/D	-
Turbidez	NTU	1,00	2,00	44,60	42,20	0,00	0,00	N/D	100,00 <sup>a</sup>
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	2,05	5,40	1,93	6,15	3,70	5,51	N/D	> 5,00 <sup>a</sup>
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	257,00	261,00	277,00	321,00	18,00	160,00	N/D	500,00 <sup>a</sup>
Salinidade	%	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	1,00	N/D	< 0,5% <sup>a</sup>
<b>Metais</b>									
Ferro	mg/L	0,26	0,48	0,51	1,79	1,16	0,57	0,10	0,30 <sup>a</sup>
Manganês	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,04	< 0,01	< 0,01	0,01	0,10 <sup>a</sup>
Níquel	mg/L	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,020	0,025 <sup>b</sup>
Cromo	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	0,05 <sup>a</sup>
Cobre	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	0,009 <sup>a</sup>
Vanádio	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,10	0,10 <sup>a</sup>
Zinco	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,01	< 0,01	0,01	0,18 <sup>a</sup>
<b>Íons Dissolvidos</b>									
Sulfato	mg/L	4,33	4,53	4,60	7,27	0,70	2,57	0,25	250,00 <sup>a</sup>
Fosfato	mg/L	<LQ	<LQ	<LQ	2,57	<LQ	<LQ	0,25	0,025 <sup>a</sup>
Brometo	mg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,25	6,00 <sup>b</sup>
Nitrato	mg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,25	10,00 <sup>a</sup>
Nitrito	mg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,25	1,00 <sup>a</sup>
Fluoreto	mg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,25	1,40 <sup>a</sup>
Cloreto	mg/L	26,67	27,50	35,37	46,93	17,10	4,03	0,25	250,00 <sup>a</sup>
Sódio	mg/L	10,47	11,10	16,53	47,10	7,60	3,53	0,25	200,00 <sup>b</sup>
Potássio	mg/L	2,70	2,73	3,77	6,87	1,47	0,50	0,25	-
Cálcio	mg/L	14,73	15,07	15,13	14,57	10,40	1,57	0,25	-
Magnésio	mg/L	12,83	12,13	12,47	3,37	6,97	0,67	0,25	-
<b>Microbiológicos</b>									
Coliformes Totais	NMP/100mL	>8	>8	>8	>8	>8	>8	N/D	-
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	>8	>8	>8	>8	>8	>8	N/D	-

Fonte: A autora desta dissertação (2019).

Nota: <sup>a</sup> Resolução do CONAMA 357/2005; <sup>b</sup> Portaria de Consolidação Nº 5 do Ministério de Saúde, 2017.

Tabela 7 - Descrição dos parâmetros analisados na campanha de amostragem 2, das 6 estações de amostragens localizadas no Rio Santo Antônio, Chapada Diamantina, Bahia 76

PARÂMETROS	Unidade	VALORES MÉDIOS						LQE / LQM	LEGISLAÇÕES
		ESTAÇÃO 1	ESTAÇÃO 2	ESTAÇÃO 3	ESTAÇÃO 4	ESTAÇÃO 5	ESTAÇÃO 6		
<b>CAMPANHA 2</b>	-								
Clorofila <i>a</i>	µ/L	5,17	4,71	7,90	1326,18	4,30	6,66	0,10	30,00 <sup>a</sup>
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L O2	91,00	107,00	107,00	145,00	155,00	135,00	0 - 2000	5,00 <sup>a</sup>
<b>Parâmetros não-conservativos</b>									
Temperatura	(C°)	23,10	23,30	23,50	26,00	24,50	24,90	N/D	-
pH	-	6,31	6,36	6,37	6,80	3,83	6,11	N/D	6,00 a 9,00 <sup>a</sup>
Condutividade Elétrica	µS	85,50	88,30	15,80	26,60	450,00	77,20	N/D	-
Turbidez	NTU	10,47	5,72	1,88	88,58	1,49	1,30	N/D	100,00 <sup>a</sup>
Oxigênio Dissolvido	mg/L O2	0,90	1,00	0,20	2,20	6,30	3,90	N/D	> 5,00 <sup>a</sup>
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	42,59	49,47	48,13	204,40	14,88	42,65	N/D	500,00 <sup>a</sup>
Salinidade	%	4,00	4,00	4,00	2,00	1,00	2,00	N/D	< 0,5% <sup>a</sup>
<b>Metais</b>									
Ferro	mg/L	0,76	0,90	0,68	0,87	0,65	0,61	0,10	0,30 <sup>a</sup>
Manganês	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	0,10 <sup>a</sup>
Níquel	mg/L	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,020	0,025 <sup>b</sup>
Cromo	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	0,05 <sup>a</sup>
Cobre	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,009 <sup>a</sup>
Vanádio	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,10	0,10 <sup>a</sup>
Zinco	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,06	< 0,01	0,09	0,01	0,18 <sup>a</sup>
<b>Íons Dissolvidos</b>									
Sulfato	mg/L	0,90	0,93	0,97	7,13	0,50	1,00	0,25	250,00 <sup>a</sup>
Fosfato	mg/L	<LQ	<LQ	<LQ	1,93	0,37	0,30	0,25	0,025 <sup>a</sup>
Brometo	mg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,25	6,00 <sup>b</sup>
Nitrato	mg/L	0,47	0,50	0,47	0,40	0,40	2,67	0,25	10,00 <sup>a</sup>
Nitrito	mg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,25	1,00 <sup>a</sup>
Fluoreto	mg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,25	1,40 <sup>a</sup>
Cloreto	mg/L	5,03	4,90	4,97	35,30	1,30	4,60	0,25	250,00 <sup>a</sup>
Sódio	mg/L	3,50	3,30	3,27	35,43	1,53	3,10	0,25	200,00 <sup>b</sup>
Potássio	mg/L	0,97	0,97	0,93	3,80	0,48	0,90	0,25	-
Cálcio	mg/L	9,70	10,10	10,07	18,97	0,80	7,57	0,25	-
Magnésio	mg/L	3,60	3,83	3,60	2,40	0,37	3,00	0,25	-
<b>Microbiológicos</b>									
Coliformes Totais	NMP/100mL	>8	>8	>8	>8	>8	>8	N/D	-
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	>8	>8	>8	>8	>8	>8	N/D	-

Fonte: A autora desta dissertação (2019).

Nota: <sup>a</sup> Resolução do CONAMA 357/2005; <sup>b</sup> Portaria de Consolidação Nº 5 do Ministério de Saúde, 2017.

## 5.8 ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS

Visando compreender as correlações entre as variáveis estudadas, a análise dos componentes principais (PCA) proporciona um entendimento maior entre as próprias variáveis e identifica as de menor e maior influência no estudo.

Para melhor visualização dos gráficos as estações/campanhas de amostragem foram codificadas como descritos no item 5.7: E1C1, E2C1, E3C1, E4C1, E5C1, E6C1, E1C2, E2C2, E3C2, E4C2, E5C2 e E6C2. Quanto aos parâmetros foram utilizadas as abreviações: oxigênio dissolvido (OD), temperatura (Temp), potencial hidrogeniônico (pH), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), turbidez (Turb), sólidos totais dissolvidos (STD), Salinidade (Sal), Clorofila *a* (Cla), Condutividade Elétrica (CE), Ferro (Fe), Sulfato (SO<sub>4</sub>), Fosfato (PO<sub>4</sub>), Nitrato (NO<sub>3</sub>), Cloro (Cl), Sódio (Na), Potássio (K), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg). As variáveis que não tiveram variabilidade significativa foram excluídas.

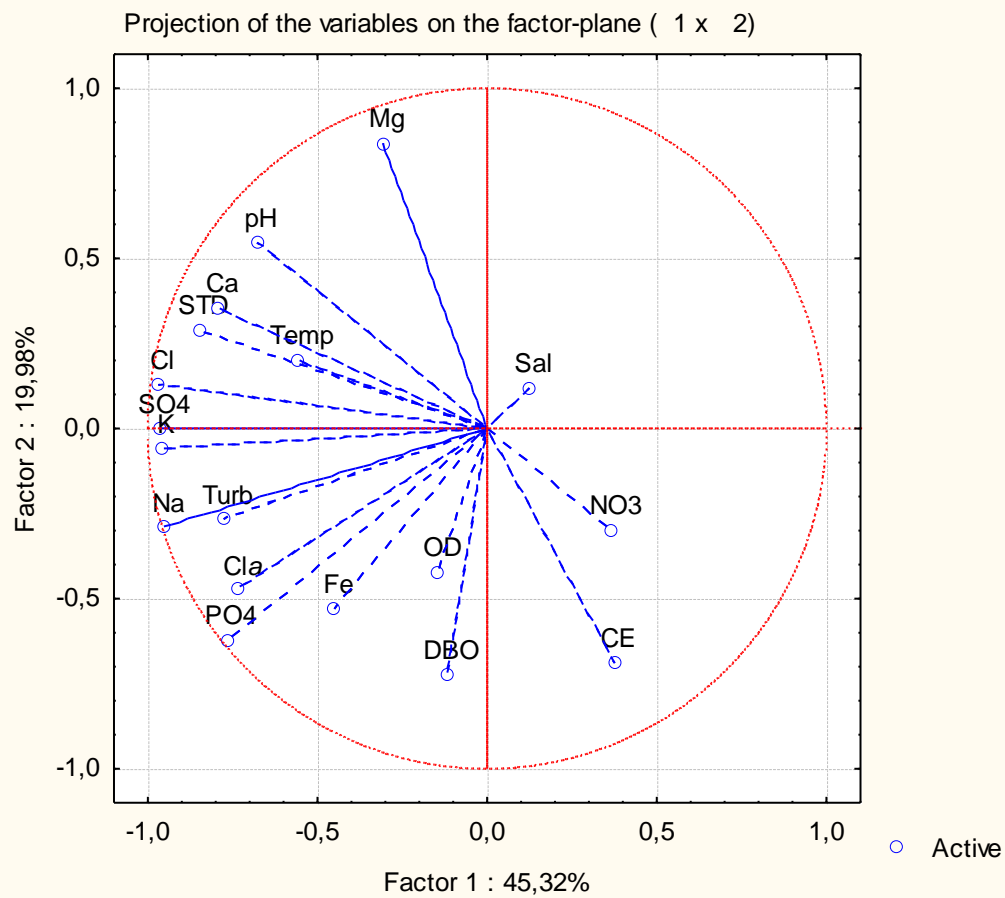
O tratamento de dados pela PCA referente às 6 estações e duas campanhas de amostragem obteve-se um total de 65,30%, sendo o Fator 01 com explicação de 45,32% e o Fator 2 de 19,98%.

Na figura 18 é possível observar que as variáveis que tiveram menor influência no estudo foram Sal, NO<sub>3</sub> e OD, pois as suas variabilidades relativas foram inferiores aos demais parâmetros, ainda assim, todas as variáveis foram relevantes para a PCA, de acordo com a tabela 8. Assim como também é possível identificar as variáveis que foram diretamente proporcionais em suas correlações, tais como pH, Ca, Temp, STD, Cl, SO<sub>4</sub>, K e como Na, Turb, Cla, PO<sub>4</sub>, Fe.

Na figura 19, corroborando com os resultados explanados da E4 em C1 e em C2 como Cla e PO<sub>4</sub>, como responsáveis diretos pela eutrofização, e muito mais expressivos na E4, assim como também os parâmetros de Turb, OD, DBO e Fe como mais representativamente significativos nesta mesma estação de amostragem.

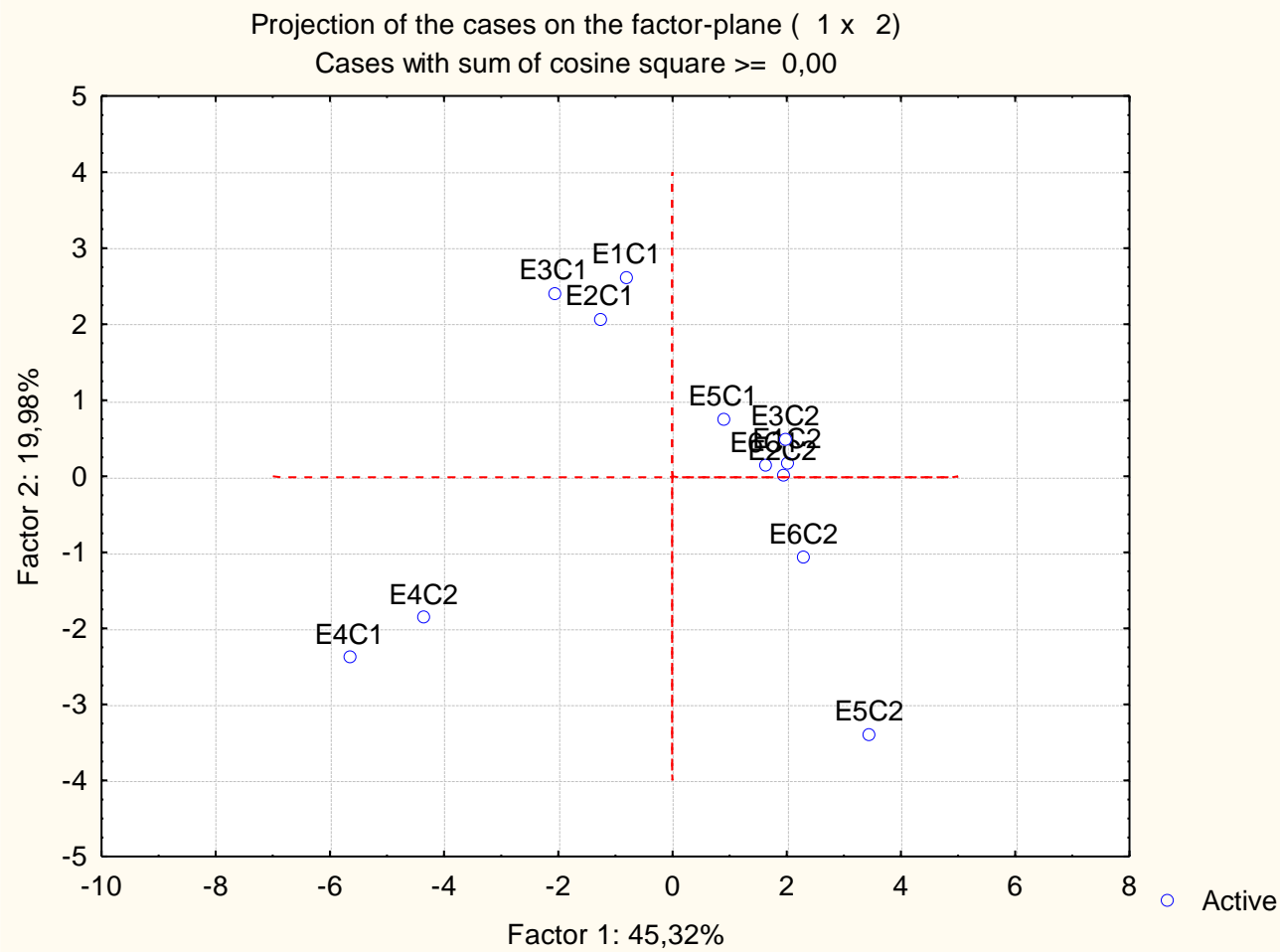
Os parâmetros Mg, Temp, pH, Ca e STD foram mais influentes em E3C1, E1C1 e C2C1, enquanto que a Sal foi a variável mais significativa pra E5C1, E3C2, E1C2, E6C1 e E2C2. Já as estações E6C2 e E5C2 sofreram maior influência dos parâmetros CE e NO<sub>3</sub>.

Figura 18 - Projeção da Análise dos componentes principais (PCA) referente aos parâmetros analisados nas campanhas de amostragem 1 e 2, das 6 estações de amostragens localizadas no Rio Santo Antônio, Chapada Diamantina, Bahia



Fonte: A autora desta dissertação (2019).

Figura 19 - Projeção da Análise dos componentes principais (PCA) referente às 6 estações de amostragens, nas campanhas 1 e 2, localizadas no Rio Santo Antônio, Chapada Diamantina, Bahia



Fonte: A autora desta dissertação (2019).



Tabela 8 - Matriz de correlação de Pearson dos parâmetros analisados nas campanhas de amostragem 1 e 2, das 6 estações de amostragens localizadas no Rio

Variaáveis	Cla	DBO	Temp	pH	CE	Turb	OD	STD	Sal	Fe	SO4	PO4	NO3	Cl	Na	K	Ca	Mg
<b>Cla</b>	1,000000																	
<b>DBO</b>	0,453082	1,000000																
<b>Temp</b>	0,151072	-0,534852	1,000000															
<b>pH</b>	0,248586	-0,108142	0,252970	1,000000														
<b>CE</b>	-0,107363	0,475732	-0,260440	-0,771456	1,000000													
<b>Turb</b>	0,895673	0,308064	0,209972	0,342857	-0,169527	1,000000												
<b>OD</b>	0,046497	0,116490	0,531785	-0,235527	0,477624	-0,102581	1,000000											
<b>STD</b>	0,378072	-0,070184	0,599772	0,766550	-0,353131	0,490890	0,233263	1,000000										
<b>Sal</b>	-0,059631	0,332283	-0,744025	0,330002	-0,207623	0,003733	-0,709395	-0,130730	1,000000									
<b>Fe</b>	0,449832	0,229532	0,284097	0,005517	0,054251	0,325781	0,257856	0,073051	-0,072576	1,000000								
<b>SO4</b>	0,728972	0,160124	0,517365	0,679150	-0,308808	0,760437	0,205885	0,908044	-0,135327	0,270172	1,000000							
<b>PO4</b>	0,860594	0,553547	0,263475	0,221279	0,079366	0,732629	0,318650	0,452807	-0,101534	0,719276	0,729133	1,000000						
<b>NO3</b>	-0,082563	0,433775	-0,441501	-0,186560	0,078949	-0,146438	-0,068488	-0,442413	0,159653	-0,128489	-0,357468	-0,055187	1,000000					
<b>Cl</b>	0,588071	0,017322	0,623324	0,665850	-0,361735	0,685311	0,160306	0,870621	-0,205100	0,373124	0,919781	0,649034	-0,409714	1,000000				
<b>Na</b>	0,818449	0,303046	0,470731	0,489490	-0,177614	0,799165	0,225775	0,705625	-0,121473	0,641394	0,897333	0,921863	-0,269263	0,883381	1,000000			
<b>K</b>	0,604923	0,180524	0,539309	0,620771	-0,244021	0,667984	0,209982	0,827057	-0,095031	0,547335	0,894641	0,777146	-0,330620	0,956655	0,942984	1,000000		
<b>Ca</b>	0,539887	0,045537	0,207802	0,792110	-0,648464	0,637578	-0,350652	0,629671	0,197668	0,154451	0,720341	0,403252	-0,226068	0,806913	0,650517	0,713450	1,000000	
<b>Mg</b>	-0,263644	-0,457924	0,342163	0,598206	-0,508626	-0,046263	-0,184530	0,537308	-0,059713	-0,374805	0,291107	-0,315862	-0,328039	0,489054	0,034183	0,305332	0,588468	1,000000

Fonte: A autora desta dissertação (2019).

## 6 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi possível observar que os principais aspectos da saúde ambiental comprometidos por conta da qualidade da água estão intrinsecamente relacionados ao insuficiente e ineficiente atendimento de serviços de saneamento básico, principalmente o de esgotamento sanitário dos municípios pelos quais o rio Santo Antônio perpassa e também da falta desse serviço na Comunidade Quilombola de Remanso. A falta ou deficiência no esgotamento sanitário ocasiona o lançamento de efluente bruto nos corpos hídricos, favorecendo a proliferação de microrganismos patogênicos e tornando a água um veículo de transmissão de doenças. Além do risco a saúde dos seres humanos, a contaminação do rio por nutrientes e outras variáveis afeta significativamente a vida dos organismos aquáticos, trazendo danos ambientais e alteração dos ecossistemas.

A área de proteção ambiental Marimbus/Iraquara é um dos pontos turísticos da região da Chapada Diamantina, bastante procurada por turistas nacionais e estrangeiros, tem como alguns dos seus atrativos naturais o pantanal Marimbus e a Comunidade Quilombola de Remanso. A APA Marimbus/Iraquara, como unidade de conservação, abriga uma diversidade de fauna e flora, além dos rios que constituem o pantanal Marimbus (dentre eles, o rio Santo Antônio), além de incluir formação montanhosa e formação geológica importante (como a calcária). Quanto ao município de Andaraí, ao sul da APA, comporta muitos atrativos de ecoturismo, como cachoeiras e grutas, e por conta sua localização de fácil acesso, Andaraí recebe muitos turistas durante o ano. Além disso, Andaraí foi fundada através da exploração de pedras preciosas e ouro, e por conta da instalação de pessoas de diversas classes sociais nessa época, a cidade é um centro turístico importante da região, atraindo turistas que buscam observar a arquitetura de suas capelas, igrejas e outras construções da época.

O turismo, no entanto, é uma atividade de serviços e comércio que movimenta a economia tanto da APA Marimbus/Iraquara, quanto do município de Andaraí, e por conta da sua inter-relação com os ambientes naturais, como o pantanal Marimbus e as cachoeiras de Andaraí, torna-se um setor da economia vulnerável por conta das deficiências dos serviços de saneamento que comprometem a qualidade da água desses ambientes e geram o risco de serem

interditados, afetando a renda direta e indiretamente da população que depende do turismo de forma integral ou parcial.

As seis estações de amostragem estudadas tinham características de utilização da água para atividade doméstica ou fins turísticos. A estação 1, sendo o principal ponto de embarque do pantanal Marimbus, onde a população da comunidade trabalha como barqueiros e remadores, atravessando em seus barcos a remo os turistas até a comunidade Quilombola de Remanso ou até as cachoeiras do Roncador, ou outros locais. A estação 2 e 3 foram as que causaram bastante curiosidade pois são pontos de embarque e desembarque de turistas ao mesmo tempo em que as águas são intensamente utilizadas pela comunidade para atividades domésticas, principalmente lavagem de roupas e pratos, então se trata de um mesmo cenário para duas atividades distintas. A estação 4 e 5, ambas no centro de Andaraí, ambas visivelmente recebendo efluente doméstico bruto e ambas compondo o cenário de um município que recebe turistas em busca de observar as belezas históricas e naturais. A estação 6 é a saída de Andaraí, compõe uma paisagem que todos que passam pela estrada podem observar, sejam moradores, comerciantes ou turistas, como uma primeira impressão que se tem da cidade.

Quanto à avaliação da qualidade das águas superficiais, foi possível observar que todas as estações de amostragens estão contaminadas, pois os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas dessas águas apresentam um comprometimento da qualidade ambiental devido às altas concentrações de contaminantes, provenientes de matéria orgânica, o que indica uma poluição da água por efluente doméstico e outras atividades antrópicas.

Através dos dados de ferro, fosfato, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, turbidez, coliformes totais e *Escherichia coli* fazem uma associação da falta de sistemas de saneamento básico, principalmente no que tange o abastecimento de água potável e o esgotamento sanitário, fazendo com que o rio Santo Antônio receba grande quantidade de nutrientes como nitrogênio e fosforo e de massa microbiana patogênica, comprometendo a qualidade da água e gerando risco a saúde humana. Pois os corpos hídricos que recebem nutrientes em excesso tendem a favorecer o fenômeno chamado de eutrofização, que reduz a presença de oxigênio dissolvido aumentando a demanda bioquímica de oxigênio e reduzindo a variedade e quantidade de

organismos aquáticos, ao mesmo tempo em que esses ambientes proliferam bactérias e outros microrganismos patogênicos que podem acarretar em doenças de veiculação hídrica tanto para moradores da comunidade Quilombola de Remanso e dos municípios adjacentes, quanto também para os turistas que visitam esses locais com finalidade de banho.

Através da avaliação da qualidade das águas levando em consideração a sazonalidade, foi possível observar que alguns parâmetros apresentaram uma variação sazonal evidente, demonstrando que no período chuvoso (C1) os nutrientes e contaminantes tendem a se dispersar, enquanto no período mais seco (C2), esses contaminantes apresentam características mais concentradas. Isso pôde ser observado nos seguintes parâmetros: sódio, potássio, turbidez, oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio.

Quanto ao fosfato, parâmetro associado também a contaminação por efluente doméstico, a estação de amostragem de maior preocupação deve ser a E4, pois apresentou valores muito acima do limite máximo permitido pela CONAMA 357/2005 que estabelece 0,025mg/L, e nessa estação em C1 obteve 2,57 mg/L e em C2 1,93 mg/L. Somente nessa estação foi possível realizar cálculo do IET, pois só ela apresentou concentrações de fosfato e clorofila em ambas as campanhas de amostragem. Dessa forma, o valor obtido do IET para a E4, foi de 70,41 e 68,91, o que categorizou essa estação como ambiente hipereutrófico, o que já era esperado pela visível degradação e pela superfície da água está completamente coberta por plantas e algas aquáticas. Tornando essa estação comprometida quanto à saúde ambiental.

Através do IQA foi possível verificar que todas as seis estações de amostragem reduzem a qualidade das suas águas e rebaixam de classificação no período mais seco (C2) quando comparado ao período mais chuvoso (C1), corroborando com a literatura que os contaminantes tendem a se dispersar com o aumento do índice pluviométrico. Sendo que na C2 todas as estações tiveram suas classificações como regular ou ruim, indicando que o corpo hídrico precisa de uma intervenção urgente para que a água possa ser utilizada de forma a não ser um risco a saúde humana.

Quanto à análise dos componentes principais, a PCA, demonstrou as que as variáveis OD, Temp, pH, DBO, Turb, STD, Sal, Cla, CE, Fe, SO<sub>4</sub>, PO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, Cl, Na, K, Ca e Mg tiveram variabilidade significativa e com isso, maior influência

neste estudo estatisticamente. No entanto, corrobora com o IET, pois a E4, tanto na C1 quanto na C2 é a estação que possui maior correlação positiva com os parâmetros Cl<sub>a</sub> e PO<sub>4</sub>.

O ferro, que também é um parâmetro indicador de contaminação por efluente doméstico, apresentou altas concentrações em ambas as campanhas de amostragem, ficando abaixo do limite do CONAMA (0,30 mg/L) apenas da E1 da C1. Em todas as outras esteve acima do permitido, chegando a atingir valores de 1,79 mg/L (em E4 da C1), e deve ser gerada uma atenção pois ingestão de ferro em altas concentrações pode acarretar em uma série de doenças, além de que o ferro é um portador de bactérias patogênicas, que favorece a proliferação desses microrganismos e também acarreta em doenças de veiculação hídrica.

Apesar de a DBO ter sido reduzida no período mais chuvoso, em ambas as campanhas estiveram muito acima do permitido pela legislação em todas as estações de amostragem, corroborando com os dados de oxigênio dissolvido, que é inversamente proporcional a DBO. Indicando que a vida aquática se encontra comprometida.

O que causa maior preocupação são os valores de coliformes totais e *E. coli* que são indicadoras de contaminação de origem fecal (humana e animal) e também propicia a ocorrência de várias doenças de veiculação hídrica, a exemplo da esquistossomose, que é uma doença endêmica da região da Chapada Diamantina, Bahia, e afeta diferentes frequentadores desses locais.

Com os dados obtidos é possível afirmar que todas as estações analisadas, em ambas as campanhas de amostragem, encontram-se impróprias para consumo e banho, estão sugeridas a eutrofização, e representam um risco a saúde pública por conta das doenças que podem ocasionar.

Dessa forma, tanto os moradores, quanto visitantes e turistas colocam em risco a sua saúde quando tomam banho ou ingerem águas dessas estações, pois o contato com os contaminantes presentes nessas águas pode acarretar em diversas doenças.

A área de estudo desse trabalho encontra-se em uma região turística, procurada prioritariamente pelos atrativos turísticos naturais, tem sua economia bastante voltada para o ecoturismo, está sujeita tornar os pontos turísticos que tem água como interesse principal, como o exemplo do pantanal Marimbus, um local de veiculação de doenças, podendo comprometer a economia local e

regional. Sendo necessária uma intervenção para garantir a qualidade dessas águas para uso futuro, e favorecer uma melhoria da vida dos ecossistemas aquáticos, e impedir que a água continue sendo veículo de transmissão de doenças, e assim garanta a saúde ambiental.

## REFERÊNCIAS

ADENIJI, O.; SIBANDA, T.; OKOHAB, A. Recreational water quality status of the Kidd's Beach as determined by its physicochemical and bacteriological quality parameters. **Heliyon**, v. 5, n. 6, 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Água – ANA. **Gestão da Água. Política Nacional de Recursos Hídricos**. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/gestao-da-agua/sistema-de-gerenciamiento-de-recursos-hidricos> Acesso em: 20 dez. 2019.

ALMEIDA, A. G.; DE CARVALHO, L. R.; ALVES, F. Q.; ADRY, A. P.; SANTINI, A. C.; ALELUIA, M. M. Análise microbiológica e físico-química da água de bebedouros em unidades de ensino no município de Ilhéus-BA. **Revista de Saúde e Biologia**, v. 12, n.2, p. 20-26, 2018.

AMORIM, E.; ANDRADE, C.; UMBELINO, J. O planejamento turístico nas cidades de pequeno e médio porte do estado da Bahia-Brasil. **Turismo y Desarrollo Local**, v 2, n. 6, 2009.

BAHIA. Secretaria de Saúde do Estado da Bahia. **Boletim epidemiológico da esquistossomose – Bahia, 2017**. Disponível em: <http://www.saude.ba.gov.br/wp-content/uploads/2017/11/2017-Boletim-epidemiol%C3%B3gico-esquistossomose-n.-01.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2019.

BANERJEE, A.; CHAKRABARTY, M.; RAKSHIT, N.; BHOWMICK, A.; RAY, S. Environmental factors as indicators of dissolved oxygen concentration and zooplankton abundance: deep learning versus traditional regression approach. **Ecological Indicators**, v. 100, p 99-117, 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 306 de 5 de julho de 2002**. Brasília, 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Brasília, 2005.

BRASIL. 2019. Ministério da Saúde. Instituto Nacional do Câncer – INCA. **[Portal]**. 2019. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/alimentacao/agrotoxicos> Acesso em: 10 dez. 2019.

BRASIL. **Decreto nº 2216 de 14 de junho de 1993**. Cria a Área de Proteção Ambiental Marimbus/Iraquara, nos Municípios de Lençóis, Iraquara, Palmeiras e Seabra, e dá outras providências. Governo do Estado da Bahia, 1993.

BRASIL. **Decreto nº 4.887, de 20 de novembro de 2003**. Regulamenta o procedimento para identificação, reconhecimento, delimitação, demarcação e titulação das terras ocupadas por remanescentes das comunidades dos quilombos de que trata o art. 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias. Brasília, 20 de novembro de 2003; 182º da Independência e 115º da República.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Vigilância ambiental em saúde**. Brasília: FUNASA, 2002. 42 p.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Diretrizes para uma Política Nacional de Ecoturismo**. Brasília, 1994.

BRASIL. **Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS /** Brasília, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Portaria nº 586, de 14 de julho de 2014**. Dispõe sobre as diretrizes para atuação em Educação em Saúde Ambiental na FUNASA. 2014. Brasília, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Doenças infecciosas e parasitárias: guia de bolso** 8. ed. rev. Brasília, 2010. 444 p. (Série B. Textos Básicos de Saúde).

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília, 2006. 212 p. (Série B. Textos Básicos de Saúde).

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília, 2006. 212 p. (Série B. Textos Básicos de Saúde).

BRASIL. Ministério das Cidades. **Plano de saneamento básico participativo: elabore o plano de saneamento de sua cidade e contribua para melhorar a saúde e o meio ambiente do local onde você vive**. Brasília: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, [2009]. 35 p. Disponível em: [https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/3587/1/Cartilha\\_Plano\\_de\\_Saneamento\\_Basico\\_Participativo.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/3587/1/Cartilha_Plano_de_Saneamento_Basico_Participativo.pdf). Acesso em: 8 jan. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21> Acesso em: 8 jan. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina**. Brasília, 2005. 411 p. (Série Biodiversidade 13).

BRASIL. Ministério do Turismo. **Ecoturismo: orientações básicas**. Brasília, 2008.

BRASIL. **Resolução 357 do CONAMA** – Conselho Nacional de Meio Ambiente - 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. 2005. Brasília, 2005.

**BRASIL. Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000, que dispõe sobre parâmetros de classificação das águas doces, salobras e salinas essencial à defesa dos níveis de qualidade, avaliados por parâmetros e indicadores específicos, de modo a assegurar as condições de balneabilidade.** Brasília, 2000.

**BRASIL. Resolução Nº 1.440 de 20 de junho de 1997.** Plano de Manejo e o Zoneamento da Área de Proteção Ambiental de Marimbus-Iraquara. Brasília: Conselho Estadual de Meio Ambiente – CEPRAM. 1997.

BRILHANTE, O. M. ; CALDAS, L.Q.A. (Coord.) **Gestão e avaliação de risco em saúde ambiental.** Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1999. 155 p.

IBGE. **Censo Demográfico de 2010.** Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas\\_da\\_populacao/resultados\\_do\\_universo.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_da_populacao/resultados_do_universo.pdf) Acesso em: 06 dez. 2019.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo, Apêndice E, Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem.** São Paulo, 2016.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo. Apêndice D - Índices de Qualidade das Águas.** São Paulo, 2017.

COPASA MG - COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS. **Água não tratada é porta aberta para várias doenças.** 2004. Disponível em: [http://www.copasa.com.br/media2/PesquisaEscolar/COPASA\\_Doenc%C3%A7as.pdf](http://www.copasa.com.br/media2/PesquisaEscolar/COPASA_Doenc%C3%A7as.pdf) Acesso em: 09 dez.2019.

DARAMOLAA, J.; EKHWAN, T.; ADEPEHIN, E.; MOKHTARA, J.; ER, A. C. Seasonal quality variation and environmental risks associated with the consumption of surface water: implication from the Landzun Stream, Bida Nigeria. **Heliyon**, v. 5, n.7, 2019.

DINIZ, E. M. Os resultados da Rio+ 10. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 15, p. 31-35, 2002.

DOIS novos pontos de banho são fechados na BA após 32 turistas serem infectados por doença de caramujo. **PORTAL G1**, 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/bahia/noticia/dois-novos-pontos-de-banho-sao-fechados-na-ba-apos-32-turistas-serem-infectados-por-doenca-de-caramujo.ghtml>. Acesso em: 16 nov. 2019.

ESPÍNDOLA, M. M.; DE SOUZA, C. D. Trabalhador rural: o agrotóxico e sua influência na saúde humana. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 15, n. 2, p. 871-880, 2018.

FAN, F. M.; MESQUITA, M. O.; SANTOS, V. C. F. D.; LUCAS, E. O.; ZANELLA, R.; PRESTES, O. D.; BANDEIRA, N. M. G. Resíduos de agrotóxicos em água e solo de município em região produtora de fumo no Rio Grande do Sul. **Saúde coletiva, desenvolvimento e (in) sustentabilidades no rural**, p. 89-108, 2018.

FARRELL, C.; HASSARD F.; JEFFERSON, B.; LEZIART, T.; NOCKER, A.; JARVIS, P. Turbidity composition and the relationship with microbial attachment and UV inactivation efficacy. **Science of The Total Environment**, v. 624, p. 638-647, 2018.

FRANÇA, E.; LANSKY, S.; REGO M.; MALTA, D.; FRANÇA, J.; TEIXEIRA, R.; PORTO, D.; ALMEIDA, M.; SOUZA, M.; SZWARCOWALD, C.; NAGHAVI, M.; VASCONCELOS, A. Principais causas da mortalidade na infância no Brasil, em 1990 e 2015: estimativas do estudo de Carga Global de Doença. **Revista Brasileira de epidemiologia**, v. 20, p. 46-60, 2017.

BRASIL. FUNDAÇÃO CULTURAL PALMARES. MINISTÉRIO DA CIDADANIA. Secretaria Especial da Cultura. 2019.

FIOCRUZ - Fundação Oswaldo Cruz. **Mapa de Conflitos Envolvendo Injustiça Ambiental e Saúde no Brasil**. 2019. Disponível em: <http://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/?conflito=ba-conflitos-no-campo-e-chacina-levam-inseguranca-e-medo-a-comunidade-quilombola-de-iuna> Acesso em: 6 dez. 2019.

GANEM, R. S.; VIANA, M. B. **História ambiental do Parque Nacional da Chapada Diamantina/Ba**. Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados. Brasília, 2006.

GIL, Antonio Carlos. **Estudo de caso**. São Paulo: Atlas, 2009.

GONDIM, L. B.; DE OLIVEIRA, C. D. Ecoturismo como valor patrimonial de resignificação do lugar: a experiência na chapada Diamantina-BA. **Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas**, n. 8, p. 81-96, 2017.

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

GUEDES, A.; TAVARES, L.; MARQUES, M.; MOURA, S.; SOUSA, M. Tratamento da água na prevenção de doenças de veiculação hídrica. **Journal of Medicine and Health Promotion**, v. 2, n. 1, p. 452-461, 2017.

GUPTA, N.; PANDEY, P.; HUSSAIN, J. Effect of physicochemical and biological parameters on the quality of river water of Narmada, Madhya Pradesh, India. **Water Science**, v. 31, p. 11 – 23, 2017.

HUDSON, N.; BAKER, A.; WARD, D.; REYNOLDS, Darren M.; BRUNSDON, C.; CARLIELL-MARQUET, C.; BROWNING, S. Can fluorescence spectrometry be used as a surrogate for the Biochemical Oxygen Demand (BOD) test in water quality assessment? an example from South West England. **Science of The Total Environment**, v. 391, p. 149-15825, 2008.

HUTCHINS, M. G.; HITT, O. Sensitivity of river eutrophication to multiple stressors illustrated using graphical summaries of physics-based river water quality model simulations. **Journal of Hydrology**, v. 577, p. 123917, 2019.

ICMBIO - INSTITUTO CHICO MENDES. DIRETORIA DE UNIDADES DE PROTEÇÃO INTEGRAL. **Plano de manejo para o Parque Nacional da Chapada Diamantina**. Brasília, 2007.

BRASIL. INEMA - INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **Qualidade dos Rios**. 2019. Disponível em: <http://www.inema.ba.gov.br/servicos/monitoramento/qualidade-dos-rios/> Acesso em: 22 dez. 2019.

BRASIL. INEMA - INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. Governo do Estado. **Comitê da Bacia Hidrográfica do Paraguaçu**. 2019. Disponível em: <http://www.inema.ba.gov.br/gestao-2/comites-de-bacias/comites/cbh-paraguacu/> Acesso em: 2 jan. 2020.

BRASIL. IPHAN - INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. **Patrimônio Material – BA**. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/ba/pagina/detalhes/480>. Acesso em: 16 nove. 2019.

BRASIL. INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Estações E Dados**. Dados Meteorológicos. Estações Automáticas. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>. Acesso em: 16 nov. 2019.

JULIANO, E. F.; MALHEIROS, T. F.; MARQUES, R. C. Lideranças comunitárias e o cuidado com a saúde, o meio ambiente e o saneamento nas áreas de vulnerabilidade social. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, p. 789-796, 2016.

KEARNEY, A. Green tourism development in Scotland. **Annals of Tourism Research**, v. 21, n. 1, p. 153-155, 1994.

KOTTER, T.; FRIESECKE, F. **Developing urban indicators for managing mega cities**. Bonn: University of Bonn, Department of Urban Planning and Real Estate Management, Institute of Geodesy and Geoinformation, 2011.

KUMARARAJA, P.; SUVANA, S.; SARASWATHY, R.; LALITHA N.; MURALIDHAR, M. Mitigation of eutrophication through phosphate removal by aluminium pillared bentonite from aquaculture discharge water. **Ocean & Coastal Management**, v. 182, p. 104951, 2019.

LAMPARELLI, M.C. **Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento**. 238 f. 2004. Tese (Doutorado

em ciências de ecossistemas)– Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, 2004.

MACHADO, P. B. **Situação sanitária de rios urbanos**: estudo de caso para o rio Camarajipe, Salvador-Ba. Salvador: [s.n.], 2016.

MAIA, A. A.; CARVALHO, S. L.; CARVALHO, F. T. Comparação de dois índices de determinação do grau de trofia nas águas do Baixo Rio São José dos Dourados, São Paulo, Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 20, n. 4, p. 613-622, 2015.

MARA, D.; HORAN, N. **The Handbook of Water and Wastewater Microbiology**. 1. ed. Reino Unido: Academic Press, 2003.

MARQUES, C. B.; SANTOS, C. H. Política pública e a economia do turismo local. **Informe GEPEC**, v. 18, n. 1, p. 88-100, 2014.

MONIZ, M.; CARMO, C.; HACON, S. Percepção da qualidade ambiental de localidades próximas ao Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, p. 1871-1878, 2016.

MORIM, Júlia. **Povos e Comunidades Tradicionais**. Disponível em: <http://basilio.fundaj.gov.br/pesquisaescolar/>. Acesso em: 6 dez. 2019.

MOVIMENTO REGIONAL POR LA TIERRA. **A Retomada da Sabedoria Popular na Comunidade Quilombola de Remanso**. 2019. Disponível em: <https://porlatierra.org/casos/182/actores>. Acesso em: 6 dez. 2019.

MUOIO, R.; CARETTIA, C.; ROSSIB, L.; SANTIANNI, D.; LUBELLO, C. Water safety plans and risk assessment: a novel procedure applied to treated water turbidity and gastrointestinal diseases. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, v. 223, p. 282 – 288, 2020.

MURARO, C. Falta de acesso a saneamento básico resulta em baixa renda e gasto com internações, diz estudo. **PORTAL G1**, 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2019/04/23/falta-de-acesso-a-saneamento-basico-resulta-em-baixa-renda-e-gasto-com-internacoes-diz-estudo.ghtml>. Acesso em: 16 out. 2019.

NASCIMENTO, V. S. F. **Doenças de veiculação hídrica em trechos da Bacia do Rio Piranhas-Assu**: ocorrência de bactérias oportunistas, caracterização epidemiológica e concepções de professores e agentes de saúde. 2011. 101f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente)– Universidade Federal do Rio Grande do Norte – PRODEMA/UFRN, Rio Grande do Norte, 2011.

ONU. **Objetivos Globais Para o Desenvolvimento Sustentável até 2030**. Brasília, 2015.

OPAS/OMS. ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE / ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Doenças respiratórias crônicas**. 2019. Disponível em:

[https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=581:doencas-respiratorias-cronicas&Itemid=463](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=581:doencas-respiratorias-cronicas&Itemid=463) Acesso em: 10 nov. 2019.

OPAS/OMS. ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE / ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **OPAS/OMS destaca importância da atuação conjunta dos setores da saúde, agricultura e meio ambiente na regulamentação de agrotóxicos.** 2019. Disponível em: [https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5756:opas-oms-destaca-importancia-da-atuacao-conjunta-dos-setores-da-saude-agricultura-e-meio-ambiente-na-regulamentacao-de-agrotoxicos&Itemid=839](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5756:opas-oms-destaca-importancia-da-atuacao-conjunta-dos-setores-da-saude-agricultura-e-meio-ambiente-na-regulamentacao-de-agrotoxicos&Itemid=839) Acesso em: 10 nov. 2019.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. NAÇÕES UNIDAS BRASIL. 2019. **A ONU e o meio ambiente.** Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/> Acesso em: 20 nov. 2019.

OPAS - ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Enfoques ecossistêmicos em saúde – perspectivas para sua adoção no Brasil e países da América Latina.** Brasília, 2009. 44 p.

OPAS - ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Rede Interagencial de Informação para a Saúde. Indicadores básicos para a saúde no Brasil: conceitos e aplicações / Rede Interagencial de Informação para a Saúde - Ripsa.** 2. ed. Brasília, 2008. 349p.

OUREIRO, F. T. **Uso do patrimônio espeleológico na APA Marimbus - Iraquara:** Chapada Diamantina - BA. 2017. 58 f. Monografia (Graduação em Engenharia Geológica)- Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

PAN, J.; GAO, B.; SONG, W.; XU, X.; YUE, Q. Modified biogas residues as an eco-friendly and easily-recoverable biosorbent for nitrate and phosphate removals from surface water. **Journal of Hazardous Materials**, v. 382, p. 121073, 2020.

PEREIRA, L. A. **Nas trilhas de uma comunidade Quilombola: tradição, oralidade, memória coletiva e identidade.** 2014, 117 f. Dissertação (Mestrado em Estudos Linguísticos)– Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana–BA, 2014.

PEREIRA, R. G. F. D. A. **Geoconservação e desenvolvimento sustentável na Chapada Diamantina (Bahia-Brasil),** Portugal, 2010.

PEREIRA, R.G. **Geoconservação e desenvolvimento sustentável na Chapada Diamantina (Bahia - Brasil).** 2010, 318 f. Tese (Doutorado em ciências) – Universidade do Minho, Portugal, 2010.

RIBEIRO, H. Saúde Pública e meio ambiente: evolução do conhecimento e da prática, alguns aspectos éticos. **Saúde e Sociedade**, v. 13, p. 70-80, 2004.

ROSEN, G. **A history of public health.** New York: MD Publications, 1958. 551p.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. 1. ed. Brasil: Garamond, 2000.

SADEGHIAN, A.; CHAPRA, S.; HUDSON, J.; WHEATER, H.; LINDENSCHMIDTA, K. Improving in-lake water quality modeling using variable chlorophyll a/algal biomass ratios. **Environmental Modelling & Software**, v. 101, p. 73-85, 2018.

SAMPAIO, Moises de Oliveira. **O coronel negro: coronelismo e poder no norte da chapada diamantina (1864 – 1919)**. 2009. Dissertação (Mestrado)- Universidade do Estado da Bahia – UNEB, Salvador, 2009.

SANTOS, J. P. D. **Para além da beleza dos montes: análise dialética da percepção social acerca do parque nacional da Chapada Diamantina**. [S.l.]: [s.n.], 2018.

SAUCHA, C. V.; SILVA, J. A.; AMORIM, L. B. Condições de saneamento básico em áreas hiperendêmicas para esquistossomose no estado de Pernambuco em 2012. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 24, p. 497-506, 2015.

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. Série Histórica. **Informações e indicadores desagregados**. 2017. Disponível em: <http://app4.cidades.gov.br/serieHistorica/#> Acesso em: 5 jan. 2020.

SPINOLA, C. A. **Ecoturismo em espaços naturais de proteção integral no Brasil: o caso do parque nacional da Chapada Diamantina, Bahia**. 2005. Tese (Doutorado em Geografia)- Universitat de Barcelona, Espanha, 2005.

SPINOLA, C. Parques nacionais, conservação da natureza e inserção social: uma realidade possível em quatro exemplos de cogestão. **Turismo, Visão e Ação**, v. 15, n. 1, p. 71-83, 2013.

SEI - SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. **Indicadores Territoriais. Território de Identidade da Chapada Diamantina**. 2010. Estado da Bahia. Disponível em: [https://www.sei.ba.gov.br/images/informacoes\\_por/territorio/indicadores/pdf/cha padadiamantina.pdf](https://www.sei.ba.gov.br/images/informacoes_por/territorio/indicadores/pdf/cha padadiamantina.pdf) Acesso em: 2 jan. 2020.

TADESSE, I.; GREEN, F.B.; PUHAKKA, J.A. Seasonal and diurnal variations of temperature, pH and dissolved oxygen in advanced integrated wastewater pond system® treating tannery effluente. **Water Research**, v. 38, p. 645 - 654, 2004.

TRAN, N. H.; GIN, K.; NGO, H. H. Fecal pollution source tracking toolbox for identification, evaluation and characterization of fecal contamination in receiving urban surface waters and groundwater. **J.Scitotenv**, v. 538 p. 38 – 57, 2015.

TRUU, J.; TRUU, M.; ESPENBERG, M.; NÖLVAK, H.; JUHANSON, J. Phytoremediation and plant-assisted bioremediation in soil and treatment wetlands: a review. **The Open Biotechnology Journal**, v. 9, n. 1, 2015.

TUFIK, S.; PIRES, G. N.; KIM, L. J.; TEMPAKU, P.; ALBUQUERQUE, R.; ANDERSEN, M. L. Revisão sistemática sobre a epidemiologia das doenças cardiovasculares e respiratórias e suas associações com a poluição do ar em Vitória/ES. **Clinical & Biomedical Research**, v.37, n.2, 2017.

UHR, J. G.; SCHMECHEL, M.; UHR, D. Relação entre saneamento básico no Brasil e saúde da população sob a ótica das internações hospitalares por doenças de veiculação hídrica. **Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace**, v. 7, n. 2, p. 01-16, 2016.

VARGAS, R.; ARRUDA, R.; LEMOS, J.; SAAD, A.; OLIVEIRA, A. The influence of land use and occupation on the water quality in urban watersheds. **Section Geo-Sciences**, v. 41, ed. 61, 2019.

VASCONCELOS C.; ANDRADE R.; BONFIM C.; RESENDE R.; QUEIROZ F.; DANIEL M.; GRIGOLETTO, J.; CABRAL, A.; REDIVO, A.; LACERDA, J.; ROHLFS, D. Surveillance of the drinking water quality in the Legal Amazon: analysis of vulnerable areas. **Caderno de Saúde Coletiva**, v.24, n.1, p. 14-20, 2016.

YAN, K.; YUAN, Z.; GOLDBERG, S.; GAO, W.; OSTERMANN, A.; XU, J.; ZHANG, F.; ELSER, J. Phosphorus mitigation remains critical in water protection: a review and meta-analysis from one of China's most eutrophicated lakes. **Science of The Total Environment**, v. 689, p. 1336-1347, 2019.