

**UNIVERSIDADE TIRADENTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E AMBIENTE**

**DETERMINAÇÃO DE DESREGULADORES ENDÓCRINOS EM
ÁGUA DE CONSUMO NAS COMUNIDADES QUILOMBOLAS DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAPARATUBA**

THIGNA DE CARVALHO BATISTA

Aracaju
Fevereiro – 2022

**UNIVERSIDADE TIRADENTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E AMBIENTE**

**DETERMINAÇÃO DE DESREGULADORES ENDÓCRINOS EM
ÁGUA DE CONSUMO NAS COMUNIDADES QUILOMBOLAS DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAPARATUBA**

Dissertação de Mestrado submetido
à banca examinadora para a
obtenção do título de Mestre em
Saúde e Ambiente, na área de
concentração Saúde e Ambiente.

THIGNA DE CARVALHO BATISTA

**Orientadora
Prof. Dr^a. Maria Nogueira Marques**

Aracaju
Fevereiro – 2022

-
- B333d Batista, Thigna Carvalho
Determinação de desreguladores endócrinos em água de consumo nas comunidades quilombolas da bacia hidrográfica do rio Japaratuba / Thiga Carvalho Batista; orientação [de] Prof.^a Dr.^a Maria Nogueira Marques – Aracaju: UNIT, 2022.
- 105 f. il ; 30 cm
- Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente) - Universidade Tiradentes, 2022
Inclui bibliografia.
1. Quilombolas. 2. Águas de consumo. 3. Desreguladores endócrinos. 4. SPE 5. HPLC/Uv-Vis I. Batista, Thigna Carvalho. II. Marques, Maria Nogueira (orient.). III. Universidade Tiradentes. IV. Título.

CDU: 628.1:613

SIB- Sistema Integrado de Bibliotecas

**DETERMINAÇÃO DE DESREGULADORES ENDÓCRINOS EM
ÁGUA DE CONSUMO NAS COMUNIDADES QUILOMBOLAS DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAPARATUBA**

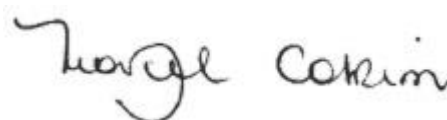
Thigna de Carvalho Batista

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDO À BANCA EXAMINADORA
PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM SAÚDE E AMBIENTE, NA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO SAÚDE E AMBIENTE.

Aprovada por.



Dra. Maria Nogueira Marques
Orientadora



Dra. Marycel Elena Barboza Cotrin
Examinadora Externa IPEN/SP



Dra. Verônica de Lourdes Sierpe Jeraldo
Universidade Tiradentes

Aracaju
Fevereiro – 2022

DEDICATÓRIA

Dedico a minha família pelo apoio e incentivo
em todos os momentos da minha vida, e em
especial meu Pai.

EPÍGRAFE

“A natureza é sábia e justa. O vento
sacode as árvores, move os galhos,
para que todas as folhas tenham o
seu momento de ver o sol.”

Humberto de Campos

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus a causa suprema de todas as coisas, pelo guiamento durante toda essa trajetória cheia de grandes desafios, percalços e força quando o pensamento era de desistir, e por só fortalecer minha fé.

Aos meus pais, Pedro (in memoriam) e Naciete, por sempre acreditar e apoiar nos estudos, por compartilhar bons momentos, e pela honra em ter nascido nessa vida com vocês como meus pais, educadores e valores ensinados. A minha irmã Janaina por todo amor incondicional, o meu espelho de perseverança, garra, parceria, confidências e apoio nos mais diversos momentos dessa trajetória da vida, por sempre acreditar que posso mais.

Seria um pouco estranho chegar aqui e agradecer a um cachorro, mas estranho mais ainda seria não externar o amor de um cão com o seu dono, sim agradeço a Tambor por sempre que cheguei cansado, exausto, ou após as aulas on line, sempre estar ali com o rabinho balançando e pedindo para passear, e assim tornando o cansaço mental mais brando.

A todos os meus amigos, e em especial aqueles que me abraçaram nessa trajetória que foi o mestrado. Alexandre por sempre ter a disponibilidade e paciência nos ensinamentos passado. Luana por me socorrer em vários momentos de confusão computacional e por sempre está disponível, bem como minha tia Nazaré, por todo apoio. Patrick, por acreditar mais em mim do que eu mesmo, desde 2013 que ele dizia que eu iria fazer mestrado e eu dizia que não. Christean pela parceria desde 2007 e troca de figurinhas sobre a operação do equipamento. A Lucas por abraçar minhas ideias loucas e tentar escrever/desenhar meus “projetos” além da amizade incondicional. A Gracielle por compartilhar vários momentos de alegrias, angústias e por ser diariamente presente na minha vida. A Ivanna (por ser exemplo de perseverança), Ruyanne (por tornar essa trajetória mais leve), Davis (por toda amizade, disponibilidade e por sempre arranjar um tempo para reunir os amigos), agradeço também a Sérgio, Raniel, Schnaider, Juliana, Bruno, Valéria, Fabrício, Michel que de alguma forma contribuíram para que essa trajetória tenha sido cumprida com sucesso.

A professora Maria Nogueira Marques por toda orientação, conhecimento passado e contribuição com a minha evolução profissional, e aos membros do laboratório por tornar esse período mais alegre, em especial Allef, Pamela e Isabella. A professora Edna Araújo e a professora Juliana Cordeiro, por todo apoio e incentivo. Aos colegas da turma Amanda, Simone e Karol por compartilharmos a nossas inseguranças e sempre apoiando o outro.

Por fim, agradeço também as instituições que me apoiaram, pela viabilidade dessa pesquisa, o Instituto Tecnológico de Pesquisa (ITP), a Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (Fapitec/SE), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida, ao Programa de Saúde para o SUS (PPSUS). E por último e não menos importante a Universidade Tiradentes.

SUMÁRIO

RESUMO.....	IX
ABSTRACT.....	X
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVOS.....	14
2. 1 Objetivo Geral.....	14
2. 2 Objetivo Específicos.....	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
3. 1 Água.....	14
3.1.1 Parâmetros de qualidade de água	16
3. 2 Desreguladores Endócrinos.....	18
3. 3 Bacia Hidrográfica do Rio Japaratuba.....	20
3. 4 Comunidades Quilombolas.....	22
3. 5 Descrição dos compostos estudados.....	25
3. 6 Extração em fase sólida – SPE.....	28
3. 7 Cromatografia Líquida de Alta Eficiência – HPLC.....	29
3.8 Validação de metodologia em análises cromatográficas.....	30
3. 8. 1 Linearidade.....	31
3. 8. 2 Sensibilidade.....	31
3. 8. 3 Exatidão e Precisão.....	31
3. 8. 4 Limite de Detecção (LD) e Limite de Quantificação (LQ).....	32
4. MATERIAL E MÉTODO.....	32
4. 1 Área de Estudo.....	32
4. 2 Amostragem.....	35
4. 3 Análises Físico-Químicas e microbiológicas da água.....	35
4. 4 Reagentes e padrões.....	36
4. 5 Pontos de Coletas.....	36
4. 6 Extração e pré-concentração das amostras.....	40
4. 7 Análise por Cromatografia Líquida acoplada ao UV-Vis/DAD.....	40

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	40
5. 1 Análises Físico-Químicas.....	40
5. 2 Análises Microbiológicas.....	57
5. 3 Análises em HPLC.....	63
5. 3. 1 Otimização das condições cromatográficas de análise.....	63
5. 3. 1. 1 Vazão da fase móvel.....	68
5. 3. 1. 2 Otimização do preparo de amostra utilizando a extração em fase sólida (SPE).....	69
5. 3. 1. 3 Seleção do adsorvente.....	70
5. 3. 2 Validação do método analítico.....	71
5. 3. 2. 1 Linearidade e Sensibilidade.....	71
5.3.2.2 Precisão e Exatidão.....	72
5.3.2.3 Limite de Detecção (LD) e Limite de Quantificação (LQ).....	73
5. 4 Aplicação do método em amostra real.....	73
 6. CONCLUSÃO.....	 84
 7. REFERÊNCIAS.....	 87
 9. APÊNDICE.....	 97

RESUMO

O presente trabalho avaliou a potabilidade e ocorrência de desreguladores endócrinos em água de consumo de comunidades quilombolas no estado de Sergipe. A pesquisa foi realizada em sete comunidades quilombolas localizada na bacia hidrográfica do rio Japaratuba: Patioba (Japaratuba), Pontal da Barra (Barra dos Coqueiros), Canta Galo, Pirangi, Terra Dura (Capela), Alagamar e Aningas (Pirambu). O estudo foi realizado entre 2019 e 2021, com um total de 124 amostras de água. Os parâmetros oxigênio dissolvido, pH, Condutividade, temperatura, salinidade e sólidos totais dissolvidos foram medidos in situ por uma sonda multiparâmetros. Os parâmetros cloro livre e total, nitrito, nitrato, sulfato, amônia, cor, turbidez e os microbiológicos (bactérias heterotróficas, coliformes totais e termotolerantes) foram analisados no laboratório seguindo os métodos do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Os compostos cafeína, bisfenol A, dibutilftalatos, dietilftalatos, etinilestradiol e nonilfenol foram avaliados por meio de extração em fase sólida (SPE) e cromatografia líquida de alta eficiência com detector espectrofotométrico na região do ultravioleta e visível com arranjo de diodos (HPLC UV-Vis/DAD). A validação da metodologia analítica apresentou resultados satisfatórios de recuperação em termos das figuras de mérito exatidão e precisão entre $67,07 \pm 10,6\%$ a $105,17 \pm 6,2\%$ realizado em triplicata respectivamente, curvas analíticas que apresentaram linearidade em termos do coeficiente linear R^2 variando entre 0,9924 a 0,9997 em faixas de concentração que variaram de 0,01 a 10 mg/L, e limites de detecção e quantificação nos intervalos 0,41 – 0,81 (mg/L) e 0,81 - 1,59 (mg/L), respectivamente. Portanto, o método demonstrou-se ser adequado para a determinação dos desreguladores endócrinos em amostras de água. Em relação aos parâmetros físico-químicos, obteve-se os valores de pH na faixa de 4,3 – 7,97 e na comunidade Alagamar em todas as amostras obteve-se valores menor que 6,00 que é o valor mínimo recomendado pela Portaria nº 888/2021; o baixo nível de cloro total foi verificado na maioria das amostras, porém a sua concentração variou entre 0,00 – 5,82 mg/L; a presença de nitrato nas amostras variou entre 0,0 – 27,6 mg/L, enquanto que os níveis de fluoreto nas águas estudadas foram de não detectado – 1,49 mg/L. Os resultados da determinação dos desreguladores endócrinos foram detectados em 92,5% das amostras analisadas, nas seguintes concentrações média: cafeína $0,64 \pm 1,13$ µg/L; bisfenol A $1,69 \pm 3,70$ µg/L; dietilftalato $1,23 \pm 0,95$ µg/L; etinilestradiol $2,19 \pm 2,57$ µg/L; dibutilftalato $44,33 \pm 34,94$ µg/L e nonilfenol $2,25 \pm 1,10$ µg/L. O dibutilftalato foi composto que se determinou as maiores concentrações. Os resultados obtidos tanto na avaliação físico-química e microbiológica como dos desreguladores endócrinos indicam que a água de consumo das comunidades estudadas está a quem da qualidade desejada. Portanto, se faz necessário o monitoramento regular desses parâmetros para garantir uma água de consumo com qualidade para a população quilombola.

Palavras Chaves: Quilombolas, água de consumo, desreguladores endócrinos, SPE, HPLC/Uv-Vis.

ABSTRACT

The present work evaluated the potability and occurrence of endocrine disruptors in drinking water of quilombola communities in the state of Sergipe. The research was carried out in seven quilombola communities located in the Japarutuba river basin: Patioba (Japarutuba), Pontal da Barra (Barra dos Coqueiros), Santa Galo, Pirangi, Terra Dura (Capela), Alagamar and Aningas (Pirambu). The study was carried out between 2019 and 2021, with a total of 124 water samples. The parameters dissolved oxygen, pH, Conductivity, temperature, salinity, and total dissolved solids were measured in situ by a multiparameter probe. Free and total chlorine, nitrite, nitrate, sulfate, ammonia, color, turbidity, and microbiological parameters (heterotrophic bacteria, total and thermotolerant coliforms) were analyzed in the laboratory following the methods of the Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. The compounds caffeine, bisphenol A, dibutyl phthalates, diethyl phthalates, ethinylestradiol and nonylphenol were evaluated by means of solid phase extraction (SPE) and high-performance liquid chromatography with a spectrophotometric detector in the ultraviolet and visible region with diode array (HPLC UV-Vis /DAD). The validation of the analytical methodology presented satisfactory results of recovery in terms of the figures of merit, accuracy and precision between $67.07 \pm 10.6\%$ to $105.17 \pm 6.2\%$ performed in triplicate, respectively, analytical curves that showed linearity in terms of the linear coefficient R^2 ranging from 0.9924 to 0.9997 in concentration ranges ranging from 0.01 to 10 mg/L, and detection and quantification limits in the ranges 0.41 – 0.81 (mg/L) and 0.81 - 1.59 (mg/L), respectively. Therefore, the method proved to be suitable for the determination of endocrine disruptors in water samples. Regarding the physical-chemical parameters, the pH values were in the range of 4.3 - 7.97 and in the Alagamar community in all samples, values lower than 6.00 were obtained, which is the minimum value recommended by the Ordinance No. 888/2021; the low level of total chlorine was verified in most of the samples, however its concentration varied between 0.00 – 5.82 mg/L; the presence of nitrate in the samples varied between 0.0 – 27.6 mg/L, while the levels of fluoride in the studied waters were undetected – 1.49 mg/L. The results of the determination of endocrine disruptors were detected in 92.5% of the analyzed samples, in the following average concentrations: caffeine $0.64 \pm 1.13 \mu\text{g/L}$; bisphenol A $1.69 \pm 3.70 \mu\text{g/L}$; diethylphthalate $1.23 \pm 0.95 \mu\text{g/L}$; ethinylestradiol $2.19 \pm 2.57 \mu\text{g/L}$; dibutylphthalate $44.33 \pm 34.94 \mu\text{g/L}$ and nonylphenol $2.25 \pm 1.10 \mu\text{g/L}$. The dibutylphthalate was the compound that determined the highest concentrations. The results obtained both in the physical-chemical and microbiological evaluation, as well as in the endocrine disruptors, indicate that the drinking water of the studied communities has the desired quality. Therefore, regular monitoring of these parameters is necessary to ensure quality drinking water for the quilombola population.

Keywords: Quilombolas, drinking water, endocrine disruptors, SPE, HPLC/Uv-Vis.

1. INTRODUÇÃO

A água, substância indispensável à sobrevivência humana, se faz importante para garantir a implementação de hábitos higiênicos que, conseqüentemente, possibilitam melhora na qualidade de vida geral, sendo necessário o gerenciamento de sua captação para garantir que atendam às diversas necessidades humanas, desde o uso doméstico pela população, até sua aplicação em inúmeras atividades econômicas tais como a irrigação, o uso industrial, a recreação e a geração de energia (MAYNARD, CRUZ, GOMES, 2017).

A água pode ser uma condição de transmissão de doenças quando algum patógeno se interioriza no corpo humano através de alimentos, água ou solo contaminado com material fecal. As infecções intestinais causaram cerca de 420 mil de mortes a cada ano no mundo segundo a Organizações das Nações Unidas em 2020 (WHO, 2021), e essas doenças têm sido discutidas em relação ao acesso limitado a água potável, ao tratamento inadequado e práticas inadequadas quanto ao armazenamento da água antes do consumo. Grande parte das doenças é proveniente da água com qualidade insatisfatória (GOMES *et al.*, 2016).

Nesse sentido, uma das regiões mais prejudicadas nessa questão é o Nordeste brasileiro, que apresenta o segundo menor índice de abastecimento de água tratada do país, com cerca de 73,9% de índice de atendimento com rede, seguida apenas pela região Norte com 57,5%, que comparadas às regiões Centro-Oeste (89,7%), Sul (90,5%) e Sudeste (91,1%) apresentam valores mais baixos de acordo com dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, sendo as populações vulneráveis as mais afetadas (BRASIL, 2019). Dentre estas encontram-se as populações quilombolas, que estão majoritariamente localizadas em áreas rurais (BRASIL, 2009).

Comunidades quilombolas são grupos populacionais "remanescentes dos quilombos" que se encontram espalhadas por todo Brasil, sendo exemplos de grupos vulneráveis, são descendentes de escravos que foram ocupando territórios específicos, também chamados de "terra de preto" ou "território negro", compartilhando assim um espaço e uma identidade (SCHMITT, TURATTI e CARVALHO, 2002). A Coordenação Nacional de Articulação das Comunidades Negras Rurais Quilombolas (CONAQ) aponta para a existência de mais de 3 mil comunidades no país. Em Sergipe, 32 comunidades são certificadas como quilombolas pela Fundação Cultural Palmares (FUNDAÇÃO PALMARES, 2021). As famílias quilombolas cadastradas no Programa Social de Cadastro Único em 2013 aponta que apenas 46% possuem saneamento adequado, e 55,2% ainda não possui água canalizada. Dessa forma, principalmente,

devido aos indicadores socioambientais relacionados à pobreza e ao saneamento básico, estas populações vivem em situação de vulnerabilidade socioeconômica (BRASIL, 2013).

Em razão do panorama em que se encontram, por vezes, ocorre a ausência de oferta de água potável encanada ou o fornecimento em quantidade insuficiente. Desta forma, muitas vezes essas comunidades buscam fontes alternativas de água para consumo, como cisternas, cacimbas, riachos, poços, água da chuva, dentre outros (QUEIROZ, OLIVEIRA, 2018).

O Estado de Sergipe apresenta oito bacias hidrográficas ao todo, sendo essas a do São Francisco, Sergipe, Vaza Barris, Piauí, Real, Costeira 1 e Costeira 2 e Japarutuba (BARBOSA *et al.*, 2019). Sendo um dos corpos hídricos disponíveis para uso da população a bacia do rio Japarutuba, que é a menor do Estado (área de 1.840 km²) e abrange os municípios foco do estudo: Barra dos Coqueiros, Capela, Japarutuba e Pirambu (SEAGRI, 2021).

O aumento de práticas que impactam o meio ambiente é o resultado do crescimento populacional, falta de planejamento público, ineficiência da gestão administrativa e as atividades antropogênicas como (extrativismo do petróleo, gás, potássio, assim como por atividades agropecuárias), vêm promovendo a inserção de uma variedade de substâncias químicas com as mais diversas utilidades, tais como, medicamentos de várias classes, produtos de higiene pessoal, defensivos agrícolas, metais traços, entre outros (ALMEIDA, 2009). Esses vários compostos, quando utilizados de forma incorreta, têm muitas vezes como destino os corpos hídricos, o que pode levá-los a contaminação causando danos à qualidade de água que tratamentos convencionais não são capazes de eliminar (OTOMO, 2015).

Nesse cenário, os microcontaminantes são substâncias que mesmo em concentrações a nível traço (faixa de µg e ng), possuem potencial para causar danos à saúde humana e fauna aquática (SILVA, 2016). Dentro da classificação desses micropoluentes, podem-se destacar os desreguladores endócrinos que são considerados poluentes orgânicos persistentes (POPs) (BILA, 2007).

Os desreguladores endócrinos (DEs) são substâncias sintéticas ou naturais com a capacidade de causar danos ao sistema endócrino, sendo esse sistema responsável pelo controle do metabolismo, crescimento e reprodução humana através das glândulas, hormônios e células, ressaltando que uma das principais funções do sistema endócrino é o desenvolvimento do sistema nervoso e, qualquer mudança nos estímulos pode provocar uma desordem na quantidade produzida ou recebida de hormônios, podendo causar graves problemas ao indivíduo (REIS FILHO *et al.*, 2006).

Por conta disso, a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (do inglês *United States Environmental Protection Agency* – USEPA, 1998), define os DEs como “agentes exógenos que interferem na síntese, secreção, transporte, recepção, ação ou eliminação dos hormônios naturais no corpo, os quais são responsáveis pela manutenção da homeostase, reprodução, desenvolvimento e comportamento”. Portanto, alguns dos compostos que se encaixam nessa classificação são: dietilftalato (DEF) e dibutilftalato (DBP) (ftalatos), bisfenol A (BPA) (bisfenol), 17 α -etinilestradiol (hormônio sintético), nonilfenol (produto da degradação do nonilfenol etoxilado). Diversos estudos como o de OTOMO, 2015 demonstraram a alta taxa de presença desses em corpos hídricos, pois são comumente utilizados em produtos de consumo diário da população, como revestimento de embalagens alimentícias, brinquedos infantis com origem de plastificantes, hormônios e detergentes.

Assim, para realizar a determinação dessas substâncias em água de consumo ou em corpos d’água são necessários procedimentos específicos, sendo um deles a extração desses micropoluentes da matriz aquosa. Na literatura algumas das técnicas encontradas são: a extração líquido-líquido (LLE), extração com fluido supercrítico (SFE), extração em fase sólida (SPE) e a micro extração em fase sólida (SPME) (LANÇAS, 2004). Entre essas a mais comumente aplicada é a técnica de extração em fase sólida (SPE) que consiste na utilização da cromatografia líquida, usando uma pequena coluna aberta denominada cartucho de extração, que contém uma fase sólida, um adsorvente capaz de reter os analitos (ou interferentes da amostra) através de interações químicas. (BARRIONUEVO, LANÇAS, 2001; SALGUEIRO-GONZÁLEZ *et al.*, 2017; FONTANALS *et al.*, 2019).

Aliado ao SPE está a cromatografia líquida de alta eficiência - CLAE, do inglês *high performance liquid chromatography* (HPLC). Esta técnica analítica de separação pode ser associada a um sistema de detecção que emprega a absorção de luz nas regiões do ultravioleta visível com um arranjo de diodos (UV-Vis/DAD). Logo, tem a capacidade de realizar separação e análise quantitativa de uma variedade de compostos em diversos tipos de amostras líquidas, com alta resolução, eficiência e detectabilidade (COLLINS, BRAGA, BONATO, 2006; RATHORE, JOSHI, 2018).

Portanto, devido aos diversos efeitos associados aos compostos desreguladores endócrinos, faz-se necessária uma avaliação dos processos de desinfecção da água de consumo, assim como a qualidade e a legislação vigente, pois o tratamento utilizado nas estações não prevê a remoção desses microcontaminantes, e o monitoramento dessas substâncias não é realizado com frequência, sobretudo em comunidades quilombolas, pois se enquadra como grupo de situação de vulnerabilidade social.

2. OBJETIVOS

2. 1 Objetivo geral

Avaliar a qualidade da água de consumo das comunidades quilombolas da bacia hidrográfica do rio Japarutuba – Sergipe, quanto os parâmetros físico-químicos e microbiológicos, com ênfase na presença de compostos orgânicos classificados como interferentes a desreguladores endócrinos.

2. 2 Objetivos específicos

1. Determinar os parâmetros físico-químicos e microbiológico da água de consumo nas comunidades estudadas;
2. Avaliar a variação dos parâmetros físico-químicos na água de acordo com a sazonalidade;
3. Otimizar a metodologia de determinação dos desreguladores endócrinos estudados;
4. Validar metodologia de determinação de desreguladores endócrinos em água de consumo por HPLC;
5. Determinar e quantificar os desreguladores endócrinos na água de consumo.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3. 1 Água

A água é um bem de consumo importante para o sistema socioeconômico, sendo o gerenciamento de sua captação necessário para garantir que atenda às diversas necessidades humanas, levando a acessibilidade para todas as áreas, desde o abastecimento público até atividades econômicas como agricultura e indústria (FERREIRA *et al.*, 2014). Porém, frequentemente seu gerenciamento é realizado de maneira inadequada, o que pode levar a alterações em sua qualidade e em sua disponibilidade (LIMA *et al.*, 2017). Por conta disso, foi instituída no Brasil a Lei Federal nº 9.433/1997 que engloba a Política Nacional dos Recursos Hídricos (SOUZA *et al.*, 2014).

De acordo com o artigo 1º da referida Lei, é estabelecido que a água é um bem de domínio público, enfatizando que este é limitado e, objetivando assim, a garantia desses recursos para futuras gerações (BRASIL, 1997). Além disso, busca-se possibilitar e assegurar a qualidade da água fornecida para o consumo humano que,

como discutido por Ferreira *et al.* (2014), apresenta carência devido à deficiência de instalações suficientes de abastecimento de água, constituindo uma dívida social ainda persistente.

A qualidade da água de consumo é considerada um fator decisivo nas condições de saúde das populações, já que suas condições de disponibilidade e armazenamento são capazes de corroborar com a prevenção de doenças ou com a transmissão delas que tem como exemplos a diarreia, hepatite A, poliomielite, amebíase e giardíase; além disso o tipo de armazenamento pode ser um fator para a procriação de vetores de doenças como insetos e suas larvas causadores de dengue, febre amarela, chikungunya e zika vírus (BRASIL, 2006).

O grande debate sobre a forma de prevenir essas doenças de origem hídrica depende dos diversos fatores citados, sendo, porém, a qualidade no serviço de abastecimento de água considerada ainda um dos principais motivos para a veiculação destas (DUENAS-CELIS *et al.*, 2018).

Em Sergipe, um dos serviços de abastecimento, a DESO (Companhia de Saneamento de Sergipe), produz água potável a partir de tratamentos adequados à qualidade da água bruta do manancial em que é coletada e, para isso, passa por etapas de cloração, coagulação, floculação, desinfecção e fluoretação, sendo o tratamento um dos responsáveis pela redução de doenças de veiculação hídrica (DESO, 2022).

Segundo relatório do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) lançado em 2017, 97% da população brasileira tem acesso à água potável, porém, apenas 86% possuem serviços de saneamento básico. Ainda de acordo com o relatório, 91% da população urbana conta com saneamento básico, enquanto na zona rural este valor baixa para 58%. Isso também se observa em relação à água potável, com 99% da população urbana acessando esse serviço, contrapondo a 87% na zona rural.

Para solucionar essa situação é preciso lidar com a grande diversidade geográfica do país e com as consequências do intenso processo de urbanização ocorrido nas últimas décadas. Em áreas com maior dinamismo econômico e produtivo, como as regiões metropolitanas, o desafio do abastecimento está relacionado com a frequente utilização da mesma fonte hídrica para diferentes usos, o que resulta em conflitos ligados à quantidade e qualidade da água (ANA, 2021).

Além disso, o aproveitamento desses mananciais para o abastecimento dos grandes centros urbanos se dá, usualmente, por meio de sistemas que atendem várias cidades de forma simultânea e interligada. Consequentemente, o planejamento, a execução e a operação da infraestrutura hídrica nessas regiões são ações mais complexas e exigem maiores investimentos (ANA, 2010).

Vale ressaltar que no dia 15 de julho de 2020, foi publicado o novo Marco Legal do Saneamento Básico no Brasil (Lei 14.026/20), tendo como meta alcançar a universalização dos serviços de saneamento até 2033, dessa maneira, garantindo que 99% da população brasileira tenha acesso à água potável e 90% ao tratamento e à coleta de esgoto, reduzindo os despejos *in natura* em bacias e mares (Governo do Brasil, 2020).

É importante destacar, entretanto, que as leis que garantem a qualidade da água distribuída estabelecem requisitos específicos que precisam ser atendidos para que esta seja considerada segura para consumo, para assim são determinadas condições mínimas para atestar a sua qualidade, como os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. Portanto, concentrações máximas permitidas devem ser atendidas seguindo as leis específicas de cada país e, nesses casos, as metodologias e valores divergem de acordo com o especificado em lei (DUENAS-CELIS *et al.*, 2018).

No Brasil, a Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde (MS), dispõe referente às águas tratadas, e essas são normalizadas conforme os procedimentos de controle de vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade. No Art. 3º da Seção II desta portaria é descrito que toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água (BRASIL, 2021).

No Art. 5º da Portaria nº 888/2021 GM/MS, são adotadas as seguintes definições: água para consumo humano é água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido na portaria e que não ofereça riscos à saúde. Assim, compete à Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS/MS) promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água para consumo humano, em consonância com as Secretarias de Saúde dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, que estabeleceu ações para garantir a qualidade das águas através do Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIAGUA) (BRASIL/MS 2011).

3.1.1 Parâmetros de qualidade de água

Na Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021, os parâmetros de turbidez e cloro residual livre são considerados mínimos para certas análises de água, porém, existem diversos parâmetros que são fortes indicadores do nível de qualidade da fonte de água que se está sendo estudada (BRASIL, 2021).

Alguns parâmetros físicos estudados além de serem associados à qualidade da água também estão aliados à aparência esperada pelos consumidores. Um exemplo disso é a turbidez, que é definida como uma medida da interferência à passagem da luz através de um líquido que decorre da presença de partículas em suspensão que vêm a ser reduzidas a partir da sedimentação. Sendo presente em águas naturais, entre 3 e 500 unidades de turbidez, mas que para água potável se espera ser inferior a 1 unidade (BRASIL, 2014).

Outro parâmetro físico em que esse fato se reproduz é na cor, que é produzida pela reflexão da luz em partículas denominadas coloides, sendo de origem orgânica ou mineral, normalmente dispersas no meio. Além desse pode se citar o sabor/odor, que nesse caso está associado à presença de substâncias químicas ou gases dissolvidos, ou até mesmo à atuação de microrganismos (BRASIL, 2014).

No que concerne aos parâmetros químicos, primordialmente tem-se o potencial hidrogeniônico, que representa a atividade do íon hidrogênio, e tem importância na avaliação da qualidade da água pois pode afetar ecossistemas aquáticos tanto no âmbito de espécies de seres vivos, como na precipitação de elementos tóxicos e a solubilidade de nutrientes. Por conta desses fatores as faixas de pH ideais são estabelecidas pelo CONAMA de acordo com a classe do corpo hídrico, enquanto o Ministério da Saúde recomenda o pH na faixa de 6,0 a 9,5 no sistema de distribuição, além de ter influência no equilíbrio químico nos processos unitários do tratamento de água (PIVELI, KATO, 2005; BRASIL, 2017).

Outro parâmetro importante é o oxigênio dissolvido (OD) que está presente nas águas naturais devido à diferença de pressão parcial, ou também pela fotossíntese de algas, nesse caso, mais comum quando há fontes de poluição causando a eutrofização da fonte hídrica - quando ocorre decomposição de compostos orgânicos causando a liberação de sais minerais - por essa razão ele se torna um importante parâmetro indicador do grau de poluição de um corpo hídrico (PIVELI, KATO, 2005; FIORUCCI, FILHO, 2005).

Se tratando da desinfecção da água, o cloro e seus compostos se tornam parâmetros importantes a serem analisados, isso pois esse continua sendo método mais utilizado até os dias atuais, utilizado com o objetivo de inativação de microrganismos patogênicos, sendo assim, uma medida desejada pelas legislações, por exemplo, é o cloro residual livre que é a soma das concentrações de ácido hipocloroso e íon hipoclorito, responsáveis pela oxidação da matéria orgânica indesejada (SOARES *et al.*, 2016).

Relativo aos parâmetros microbiológicos, esses podem se dividir em três grupos principais: coliformes totais, coliformes termotolerantes e, bactérias heterotróficas. A

classe dos coliformes totais trata-se de um grupo que envolve bactérias gram-negativas, não formadoras de esporos, e são aeróbios ou anaeróbios facultativos, capazes de fermentar lactose produzindo gás a 35 C° em um período de 24 a 48 horas (BLACK, 2002).

As bactérias termotolerantes são bactérias gram-negativas que fermentam a lactose em temperaturas de 44° a 45°C, estando presentes em fezes humanas e de animais, além de estarem em solos, plantas etc. (BRASIL, 2005). A principal bactéria pertencente ao grupo é a *Escherichia Coli*, sendo algumas de suas cepas não patogênicas, entretanto, outras podem causar doenças gastrointestinais (MORAIS *et al.*, 2016; FRANCO, LANDGRAF, 2008).

A classe das bactérias heterotróficas, englobam as que utilizam nutrientes orgânicos para seu crescimento, dessa forma, se fazem presentes em água, alimentos, vegetação, solo e ar, além disso, essas auxiliam na avaliação da eficácia do processo de tratamento de água, determinando as condições de higiene na saída do tratamento e em sua distribuição, verificando o nível de deterioração de sua qualidade (GLOWACKI, CRIPPA, 2019; ALLEN, 2004, CEBALLOS, DINIZ, 2017).

Portanto, esses diversos parâmetros associados proporcionam uma análise aprofundada quanto ao nível de qualidade do corpo d'água que está sendo monitorado/verificado.

3. 2 Desreguladores endócrinos

Os poluentes ambientais, muitos dos quais são produtos químicos produzidos pelo homem, podem afetar os sistemas endócrinos (hormonais) (Bila e Dezotti, 2007). Alguns destes, os desreguladores endócrinos (EDCs), podem interferir nos processos normais de desenvolvimento em humanos e espécies selvagens. A Organização Mundial da Saúde (OMS) define EDCs como uma "substância exógena ou uma mistura que altera as funções do sistema endócrino e, conseqüentemente, causa efeitos adversos à saúde em um organismo intacto, sua progênie ou (sub) populações" (OMS, 2011; GORE *et al.*, 2014). A Declaração Científica da Sociedade Endócrina, do inglês *Endocrine Society*, postula que os EDCs têm efeitos na reprodução feminina e masculina, no metabolismo, na obesidade, na função neuronal, nos sistemas endócrino e cardiovascular e em vários tipos de câncer (GORE *et al.*, 2014; VARTICOVSKI *et al.*, 2021).

Outros efeitos adversos causados por EDCs são os sexuais induzidos durante o desenvolvimento fetal, o que pode ter consequências duradouras em humanos e outros organismos (PHILIPPAT *et al.*, 2017). Os efeitos lesivos da exposição pré-natal a EDCs podem não ser imediatamente manifestados e podem se revelar anos mais tarde na

vida do indivíduo, tornando difícil distinguir de outras causas, alguns EDCs levam a características prejudiciais que são transportadas para as gerações futuras (efeitos transgeracionais) (BREHM e FLAWS, 2019).

As implicações deste tipo de contaminação podem ser graves, devido à importância dos hormônios na regulação do crescimento humano. Como os distúrbios hormonais perturbam o crescimento celular e reprodutivo, este, provavelmente, pode acarretar numa ameaça de início da formação do câncer quando são expostos diariamente a estes compostos, através de várias rotas incluindo o contato com a pele, dieta e aerossóis durante a respiração (NORIMI, 2019).

A exposição a produtos químicos nocivos é maior entre minorias étnicas, descrita como "injustiça ambiental", um fator de risco que resulta em efeitos adversos à saúde (ATTINA *et al.*, 2019). Injustiça ambiental é definida como a exposição injusta de populações pobres, minoritárias e marginalizadas a EDCs, produtos químicos tóxicos, ar e água contaminados, locais de trabalho inseguros e outras formas de poluição que resultam em declínio desproporcional da saúde dessas populações (FISCELLA *et al.*, 2000).

Como um exemplo dessa exposição tem-se trabalhadores agrícolas hispânicos na Califórnia - EUA a substâncias organofosforados, como o paration, um disruptor ligado à disfunção de órgãos sexuais (VARTICOVSKI *et al.*, 2021). Outros estudos documentaram que essa mesma população tem maior contato a ftalatos, o que acarreta numa maior incidência de endometriose e outras condições conexas à disfunção ao sistema reprodutivo feminino (JAMES-TODD *et al.*, 2016). Uma exposição maior a EDCs diabetogênicos, como BPA e ftalatos, foi relatada em populações latinas e negras nos EUA (ATTINA *et al.*, 2019; RUIZ *et al.*, 2018).

No Brasil, um estudo buscou analisar a associação entre malformações congênitas e a utilização de agrotóxicos em monoculturas no Estado do Paraná entre os períodos de 2004 e 2014 e, observou-se que havia uma tendência crescente nas taxas de malformação nessa região, especialmente no município de Cascavel, sendo um risco para a população geral e sobretudo para os agricultores que estavam sendo diretamente expostos a esses produtos químicos (DUTRA, FERREIRA, 2017).

Em Sergipe, foi realizado um estudo para determinar os níveis plasmáticos de hormônios tireoidianos em citricultores no município de Boquim, onde participaram cerca de 208 trabalhadores rurais e notou-se que em 4,2% da amostra apresentaram o hipotireoidismo franco, em 4,7% foi encontrado o hipotireoidismo subclínico (SANTOS, FONSECA, 2018).

O amplo grupo dos desreguladores endócrinos pode ser exemplificado inicialmente por alguns agrotóxicos (inseticidas, herbicidas e fungicidas) e metais-traço

(cádmio, mercúrio, chumbo, cromo, entre outros), cujos valores-limite são contemplados na Resolução CONAMA nº 430/2011 (BRASIL, 2011a) e na Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021 (BRASIL, 2021).

Além desses, atualmente a Autoridade Europeia para a Segurança Alimentar (EFSA) – em inglês, *European Food Safety Authority* – determina valores de ingestão diária tolerável (TDI) para os compostos DBP e BPA que são de 50 e 4 µg/kg/peso corporal/dia, respectivamente. (EFSA_a, 2015; EFSA_b, 2019).

Observa-se que todos os compostos mencionados apresentam uso indiscriminado pela população, o que colabora com o aumento da probabilidade de seu despejo inadequado nos corpos hídricos, sendo encontrados em águas e sedimentos (LIMA *et al.*, 2017).

3. 3 Bacia Hidrográfica do Rio Japarutuba

A Bacia Hidrográfica do rio Japarutuba (BHRJ) está localizada na região do semiárido, atravessa o agreste, a Mata Atlântica e deságua no Oceano Atlântico, estando o seu curso inferior em ecossistemas associadas à Mata Atlântica, como as restingas, dunas, manguezais, apicuns e praias (SEMARH, 2015). Esta bacia está situada na região Nordeste do estado de Sergipe e possui uma área de 1.674,24 km², equivalente a 7,65% do território sergipano e compreende dezoito municípios, onde quatro estão totalmente inseridos na bacia, sendo eles: Capela, Carmópolis, Cumbe e General Maynard e parcialmente os municípios de Aquidabã, Barra dos Coqueiros, Divina Pastora, Feira Nova, Graccho Cardoso, Japarutuba, Maruim, Malhada dos Bois, Muribeca, Nossa Senhora das Dores, Pirambu, Rosário do Catete, Santo Amaro das Brotas e Siriri (SEMARH, 2015) .

A BHRJ é composta das sub-bacias dos rios Japarutuba (54% da área total), Siriri (23,37% da área total) e Japarutuba-Mirim (~20% da área total). O clima na bacia varia de sub-úmido úmido, na região da foz do rio Japarutuba, sub-úmido seco, na região do médio Japarutuba e semiárido na região do alto Japarutuba (Figura 1).



Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do rio Japarutuba, Sergipe, Brasil

O último levantamento do IBGE realizado em 2010, mostrou que a população inserida na Bacia é de 119.777 habitantes sendo a urbana com 78.549 habitantes e a rural com 41.228 habitantes, equivalente a 5,79% do total do estado. No levantamento foram encontradas comunidades remanescentes do quilombo e de pescadores. Nelas foram identificadas onze comunidades quilombolas situadas na BHRJ, entretanto apenas seis foram certificadas pela Fundação Palmares como remanescentes quilombolas (SEMARH, 2015).

A BHRJ tem uma grande importância para o Estado de Sergipe, pois ela detém a maior área de petróleo terrestre do país, o campo de Carmópolis, ocupando uma área de mais de 150 km² e aproximadamente 1.200 poços. O campo petrolífero despeja as águas residuais resultantes da exploração de petróleo na porção baixa do rio Japarutuba e leva a alterações expressivas na biota do rio. Essas modificações podem resultar na presença de metais e microcontaminantes na água e no sedimento (MAYNARD; CRUZ; GOMES, 2017).

Como descrito no trabalho de Feitosa, Lucas e Gomes (2021), que discute os conflitos socioambientais na perspectiva do comitê da bacia hidrográfica do rio Japarutuba, alguns dos problemas que vêm sendo observados atualmente na região da bacia são o desmatamento das margens dos rios, lançamento de vinhaça e esgoto sanitário no leito dos rios, a obstrução dos rios, a destinação incorreta do lixo e poluição dos corpos hídricos, o desabastecimento público, além dos desperdícios e perdas de água, a mortandade de peixes devido ao lançamento de efluentes, a falta de fiscalização

por parte dos órgãos públicos e o pastejo do gado nas Áreas de Preservação Permanente (APP). Sendo todas essas atividades que vêm impactando o ambiente.

3. 4 Comunidades Quilombolas

As comunidades quilombolas são “locais isolados, formados por escravos negros fugidos”. Esta talvez seja a primeira ideia que vem à mente quando se pensa em quilombo. Essa ideia remete a um passado da nossa história, porém, os quilombos não pertencem somente ao nosso passado escravocrata, assim como também não se configuram como comunidades isoladas, no tempo e no espaço, sem qualquer participação em nossa estrutura social. Dotada de um total de aproximadamente 4 mil comunidades quilombolas em todo território nacional, mantêm-se vivas as lutas pelo direito à propriedade de suas terras prevista pela Constituição Federal de 1988 (CPISP, 2021).

A Comissão Pró-Índio de São Paulo (CPISP, 2021) ainda menciona que quilombo é a denominação para comunidades constituídas por escravos negros que resistiram ao regime escravocrata que vigorou no Brasil por mais de 300 anos e somente em 1888 que foi abolido. Segundo a Comissão, os quilombos se constituíram a partir de uma grande diversidade de processos que incluíram as fugas de escravos para terras livres e geralmente isoladas, assim a formação dos quilombos representou o movimento de transição da condição de escravo para a de camponês livre. O que caracterizava o quilombo era a sua resistência e a conquista da autonomia (CPISP, 2021).

As comunidades remanescentes de quilombo ou os quilombos contemporâneos são grupos sociais cuja identidade étnica até hoje os distingue do restante da sociedade. A identidade étnica de um grupo é a base para sua forma de organização, de sua relação com os demais grupos e de sua ação política. A maneira pela qual os grupos sociais definem a própria identidade é resultado de uma confluência de fatores, escolhidos por eles mesmos: de uma ancestralidade comum, formas de organização política e social a elementos linguísticos e religiosos (CPISP, 2021).

O Decreto 4.887/2003 define que o INCRA é o órgão federal responsável pela titulação dos quilombos, com competência concorrente do Distrito Federal, estados e municípios. Para fins de regularização fundiária, o INCRA elabora Relatórios Técnicos de Identificação e Delimitação (RTID) que reúnem informações fundiárias e cadastrais das famílias, bem como a caracterização antropológica, histórica, econômica e ambiental da área quilombola (CAMPOS, 2016).

De todo modo, tem-se que comunidade remanescente de quilombo é um conceito político-jurídico que tenta dar conta de uma realidade extremamente complexa e

diversa, que implica na valorização de nossa memória e no reconhecimento da dívida histórica e presente que o Estado brasileiro tem com a população negra (PALMARES, 2021).

Em Sergipe existem 32 comunidades quilombolas certificadas pela Fundação Cultural Palmares. Entidade pública brasileira vinculada ao Ministério da Cultura, instituída pela Lei Federal nº 7.668, de 22 de agosto de 1988. As comunidades quilombolas enfrentam inúmeras dificuldades em razão das condições precárias de vida pela falta de políticas públicas de inclusão social e resgate de sua história, identidade e cultura. Dentre as necessidades dos quilombolas, busca-se a efetividade do exercício do direito à saúde (MENEZES, 2014).

O presente trabalho tem como foco o estudo de sete comunidades quilombolas, sendo essas: Pontal da Barra, Alagamar, Aningas, Canta Galo, Patioba, Terra Dura e Coqueiral e Pirangi; todas essas abrangidas pela bacia hidrográfica do rio Japaratuba.

A comunidade quilombola de Pontal da Barra, localizada no município de Barra dos Coqueiros, a 12,5 km de Aracaju, possui um clima tropical. Essa comunidade é composta por 143 famílias de pequenos pescadores, descendentes de indígenas e de negros escravizados que tinham na atividade pesqueira sua principal forma de sobrevivência. Os moradores da comunidade são profundamente ligados ao mar, aos mangues e ao rio Japaratuba, dos quais retiram seu sustento (INCRA, 2016).

A Comunidade Alagamar fica localizada no município de Pirambu, situa-se a 72,8 km de Aracaju, seu clima é tropical, a comunidade quilombola foi reconhecida através da portaria Nº 181, de 3 de novembro de 2011 junto a fundação Cultural Palmares a sua certificação e se autodefinirem como remanescente de quilombo (Diário Oficial da União, 2011). Sendo sua principal fonte de renda o artesanato em palha de aço.

A Comunidade Aningas fica localizada no município de Pirambu, situa-se a 43,8 km de Aracaju, seu clima é tropical, a comunidade quilombola foi reconhecida através da portaria Nº 122, de 9 de julho de 2012 junto a fundação Cultural Palmares a sua certificação e se autodefinirem como remanescente de quilombo (Diário Oficial da União, 2012).

A Comunidade Canta Galo fica localizada no município de Capela, situa-se a 76,4 km de Aracaju, seu clima é tropical, reconheceu a comunidade quilombola através da portaria Nº 181, de 3 de novembro de 2011 junto a fundação Cultural Palmares a sua certificação e se autodefinirem como remanescente de quilombo (Diário Oficial da União, 2011).

A Comunidade Quilombola Patioba fica localizada no município de Japaratuba às margens da BR 101 com 1.512,1016 hectares, fica situada a 56,8 km de Aracaju, localizada na Mesorregião Leste Sergipano, seu clima também é tropical. Essa

comunidade é composta por 188 famílias e possui manifestações culturais de samba de roda, confecção de bonecas, crochê, renda, ponto de cruz, doceiras, terreiros de Candomblé e o grupo cultural Quilombola denominado Guerreira Negras (INCRA, 2016).

Patioba era um refúgio de escravos onde existiam engenhos. Hoje em dia não tem mais nenhum indício de engenhos, o nome Patioba é de origem indígena que significa “serpente peçonhenta” (SANTANA, 2014). Em 12 de maio de 2006, a comunidade da Patioba foi reconhecida como remanescente de quilombo pela Fundação Cultural Palmares.

O Quilombo Terra Dura e Coqueiral está localizado no município de Capela, com sua área total de aproximadamente 734,6853 hectares. A existência do território do Quilombo Terra Dura e Coqueiral remonta ao século XIX, quando os ex-escravos que trabalhavam na fazenda Coqueiral, passaram a ocupar as terras que margeavam a fazenda. Dona Raimunda dos Santos, fundadora da Associação Comunitária dos Remanescentes de Quilombo Terra Dura e Coqueiral, com 108 pessoas auto reconhecidas como quilombolas, permaneceu na liderança como presidente da associação até 05 de janeiro de 2015. Atualmente, a associação conta com aproximadamente 210 famílias autodeclaradas (INCRA, 2020), sob a liderança de Patrícia dos Santos (SANTOS, 2020).

O Quilombo Pirangi está localizado no município de Capela, ao norte do estado de Sergipe. A comunidade quilombola é formada por mais de 40 famílias, seu meio de sobrevivência gira em torno do trabalho no campo. A área total do território de Pirangi é de aproximadamente 128 hectares, dos quais 71,37 foram titulados pelo Incra em 5 de dezembro de 2013. O município de Capela foi importante região açucareira no período colonial. A fazenda Pirangi, um dos engenhos históricos deste período, ficou abandonada por muitos anos, passou ao domínio público e, nesse contexto fundiário mais favorável à concessão de terras, os moradores puderam ver a sua reivindicação encaminhada. Ao invés de demandar lotes individuais nos moldes de uma reforma agrária tradicional, os quilombolas preferiram requerer a titulação coletiva como território quilombola, adequando o perímetro para garantir a sobrevivência das famílias (FRIZERO, 2016).

3. 5 Descrição dos compostos estudados

Esta dissertação foi focada em cinco compostos que são considerados desreguladores endócrinos, e um indicador biológico de contaminação, cujas características estão descritas no Quadro 1 (página 27).

O BPA é um composto industrializado, aplicado na fabricação de plástico policarbonato, polímeros e resinas epóxi para revestimentos em tubos e recipientes alimentícios, sendo comumente observado no meio ambiente e associado a doenças como câncer, infertilidade, obesidade, doenças cardiovasculares, diabetes, asma e doenças neurodegenerativas (ALAMMARI, KHAN, AQEL, 2020; CATENZA *et al.*, 2021; MOON *et al.*, 2020; LEE *et al.*, 2021; MENDY *et al.*, 2019; GUPTA *et al.*, 2020).

No grupo dos ftalatos, tem-se o dibutilftalato (DBP), que está presente em materiais como recipientes alimentícios, brinquedos, aparelhos médicos, cosméticos e outros produtos de higiene pessoal. É conhecido por causar problemas de fertilidade em homens e mulheres (DENG *et al.*, 2018; DOBARADARAN *et al.*, 2020; SALAZAR-BELTRÁN *et al.*, 2018). Apenas o *Canadian Council of Ministers of the Environment* em 2015 estabeleceu um limite máximo permissível para o DBP que foi de 19000 ng/L.

Já o dietilftalato (DEP) é encontrado em produtos de cuidados pessoais, medicamentos, certos suplementos dietéticos, adesivos e tintas de impressão. Esse foi associado a efeitos adversos no processo reprodutivo, tais como aborto espontâneo e nascimento prematuro (SAKHI *et al.*, 2014).

Em relação ao 17 α -etinilestradiol (EE2), esse pertence à classe dos estrogênios e é um derivado sintético do 17 β -estradiol (E2). O EE2 é utilizado em anticoncepcionais orais e medicamentos, e é conhecido por causar em peixes a diminuição da fertilidade, além de feminização e casos de intersexo (VOISIN, KÜLTZ, SILVESTRE, 2018; VIEIRA *et al.*, 2020).

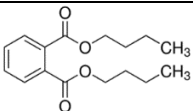
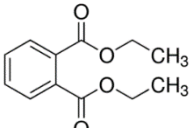
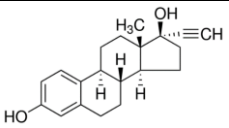
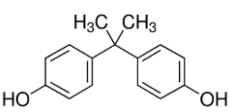
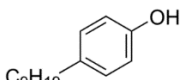
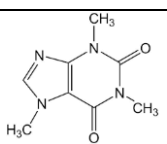
O nonilfenol (NP) é originado especialmente da degradação de etoxilatos de nonilfenol (NPEOs), sendo o NP utilizado em diversas áreas, tais como papel e celulose, metalurgia e produtos de limpeza e higiene pessoal. Como desregulador endócrino tem efeitos neurológicos, imunológicos, reprodutivos e estrogênicos, além de ser normalmente incorporado a matrizes aquáticas por meio de escoamento agrícola, efluentes de águas residuais entre outros (BHANDARI *et al.*, 2021). O valor máximo permissível do nonilfenol pela legislação canadense 1000 ng/L, pelo, e pela legislação europeia é de 2000 ng/L pela Diretiva 2008/105/EC em 2008.

A cafeína é um estimulante do sistema nervoso central utilizado como indicador de atividade antrópica (FONSECA, 2013). Seus índices geralmente são dados em $\mu\text{g/L}$. Apesar de ser um produto de amplo consumo e da PNEC - *predicted no effect*

concentration para animais aquáticos ser 0,087mg/L (ECHA, 2013), quando evidenciaram a bioacumulação desses compostos em peixes (WANG; GARDINALI 2012).

Uma revisão bibliográfica feita por Lima et al. 2017, pontua diversos estudos que evidenciam que a concentração dos compostos detectados na água tratada é da mesma ordem de grandeza que aquela observada nos afluentes das Estações de Tratamento de Água (ETA), indicando que os desreguladores endócrinos não são eficientemente removidos pelos processos clássicos de clarificação e desinfecção utilizados nas ETA. Isso também pode ser observado no trabalho de Raimundo 2011, que avaliou a qualidade dos mananciais e da água tratada de Campinas em relação a diversos compostos farmacêuticos e EDC.

Quadro 1. Micropoluentes alvo da pesquisa e seus respectivos, estrutura e fórmula molecular, massa molar, aplicação e forma de entrada no meio ambiente.

Classificação	Nome	Estrutura Molecular	Fórmula Molecular	Massa Molar (g/mol)	Aplicação	Forma encontrada no meio ambiente
Ftalato	Dibutilftalato		$C_{16}H_{22}O_4$	278.34	Medicamentos, cosméticos. O DBP tem uso em tintas e adesivos. O DEP pode ainda ser utilizado como álcool desnaturante.	Principalmente industrial, seja durante a manufatura ou decorrente de esgotos não tratados ou efluentes de ETES.
Ftalato	Dietilftalato		$C_{12}H_{14}O_4$	222.24		
Agentes Terapêuticos	17α-etinilestradiol		$C_{20}H_{24}O_2$	296.40	Hormônio sintético usado na confecção de contraceptivos	Efluente doméstico
Bisfenol	Bisfenol A		$C_{15}H_{14}O_2$	228.29	Revestimento de latas de alimentos, adesivos e selantes dentários, eletroeletrônicos, embalagens para alimentos.	Descarga de efluentes de indústrias fabricantes, ou difusas (indiretas), no caso do BPA e pela lixiviação de produtos.
Produto da degradação do nonilfenol Etoxilado	Nonilfenol		$C_{15}H_{24}O$	220.5	Resinas fenólicas, aditivos plásticos, detergentes, emulsificantes, dispersantes, agentes solubilizadores, formulações de pesticidas, óleos lubrificantes	Sua principal fonte no ambiente está relacionada à degradação de NPES (nonylphenol etoxilado) em ETES que utilizam o tratamento biológico convencional.
Estimulante	Cafeína		$C_8H_{10}N_4O_2$	194,19	Marcador químico de poluição de águas superficiais por esgoto doméstico.	Efluente doméstico

Fonte: Elaborado pelo autor (Sigma Aldrich, 2021; OTOMO, 2015).

3. 6 Extração em Fase Sólida - SPE

A extração em fase sólida, do inglês *solid phase extraction* (SPE), foi desenvolvida em meados da década de 1970 é uma técnica de separação líquido-sólido baseada nos mecanismos de separação da cromatografia líquida de baixa pressão, além disso é conhecida como cromatografia líquida clássica, usando uma pequena coluna aberta, o cartucho de extração, no qual contém uma fase sólida. É habitualmente aplicada com a finalidade de isolar um ou mais analitos presentes em uma matriz aquosa complexa para uma posterior análise instrumental (LANÇAS, 2006).

A Figura 2 esquematiza o processo de extração em fase sólida, em que, após condicionamento da coluna com um ou mais solventes para ativar a fase sólida contida no cartucho, a solução contendo o analito de interesse é colocada no topo do cartucho e aspirada com bomba a vácuo de modo que penetre no cartucho. Depois de drenada toda a fase líquida, o analito retido no cartucho é eluído com um pequeno volume de solvente apropriado de forma a coletá-lo em uma concentração apropriada para análise (LANÇAS 2009).

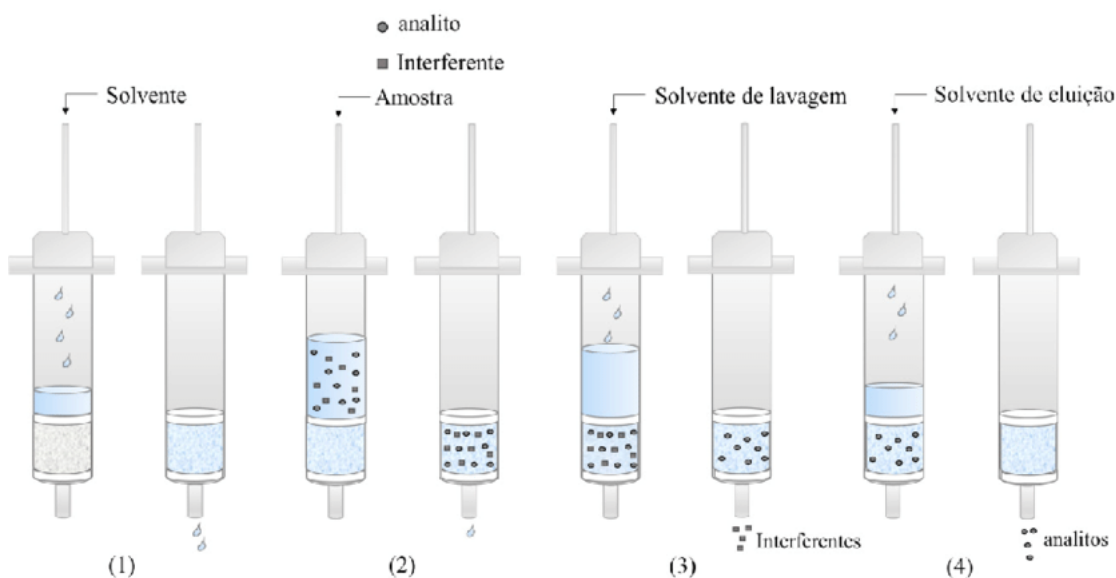


Figura 2. Principais etapas no SPE. Fonte: (Ronaldo Ferreira do Nascimento, 2018).

Cada etapa destacada na Figura 2 deve ser otimizada. A exemplo do tipo de adsorvente (fase sólida que faz a extração), o adsorvente necessita interagir com os analitos para que seja capaz de retê-los para depois ocorrer a eluição. Bem como, o solvente que será utilizado nas etapas de condicionamento do cartucho e eluição dos analitos.

A técnica de extração em fase sólida apresenta diferentes finalidades de acordo com a necessidade de trabalho, nas quais se destacam a concentração dos analitos, o isolamento dos analitos e o isolamento da matriz. A concentração dos analitos tem como objetivo principal passar no cartucho um grande volume de amostra de forma a aprisionar somente o analito, que se encontra extremamente diluído, deixando passar o solvente e os interferentes. No isolamento do analito, se baseia em isolar os analitos em estudo dos interferentes da matriz. Já o isolamento da matriz, se baseia em reter a fase sólida os interferentes da matriz e não os analitos de interesse (esses passam direto com o solvente da amostra) (LANÇAS, 2009).

3. 7 Cromatografia Líquida de Alta Eficiência - HPLC

A cromatografia líquida de alta eficiência, ou do inglês *high performance liquid chromatography* (HPLC), é uma técnica que se baseia na separação de misturas das quais pode conter muitos compostos similares e que são não voláteis e termicamente instáveis se tornando uma importante técnica de análise para matrizes complexas, e apresenta um método ideal para as análises dos desreguladores endócrinos (COLLINS, 2006).

No HPLC alguns parâmetros devem ser otimizados para que possa possibilitar a separação ideal dos analitos de interesse no estudo, são estes: fase estacionária, fase móvel, vazão, modo de eluição e detector. A coluna é um dos principais componentes do sistema HPLC, pois é nela que ocorre a separação dos analitos, a escolha da coluna é relevante, porque depende das estruturas químicas da fase estacionária e dos analitos de interesse, fator determinante na seletividade na análise (LANÇAS, 2009).

A fase móvel também compreende um dos principais componentes no processo de separação, pois ela é quem arrasta os componentes da amostra para a separação dos analitos, uma boa fase móvel deve solubilizar inteiramente os componentes da amostra, ter baixa reatividade, pouca viscosidade e ser de alto grau de pureza. As fases móveis mais usadas comumente são água, metanol e acetonitrila. É muito utilizado o uso das fases móveis em misturas binárias ou terciária dos solventes, a fim de se obter características intermediárias, das quais norteiam a separação dos analitos que possuem ampla faixa no fator de retenção (SANTOS, 2015).

Para que possam ser identificados e quantificados os componentes da amostra eluído na coluna precisa ser detectado. Os detectores mais atuais são capazes de operar numa faixa ampla de concentração, e de preferência deve ser resistente à mudança de temperatura e de vazão, além de ser combinada com a eluição do gradiente. A classe de detectores mais usada em HPLC é a óptica que engloba a

absorbância, índice de refração, fluorescência e espalhamento da luz (ZANELLA *et al.*, 2011).

Detectores com absorção de luz na região do ultravioleta e do visível com arranjo de diodos (UV-Vis/DAD) proporcionam uma vasta aplicação em HPLC, permitindo uma detecção de uma vasta quantidade de substâncias, que é baseada na intensidade do feixe de luz que incide na amostra, este feixe é sensível a concentração do analito e seletivo para moléculas com grupos cromóforos, os quais absorvem a um comprimento de onda específico. Esse detector se torna um dos mais adequados para detecção de desreguladores endócrinos pois permite obter um espectro de absorção a cada segundo, podendo assim indicar a presença dos compostos em um determinado tempo, o que permite conferir a identidade do composto e a pureza do pico (CALDAS *et al.*, 2011).

3. 8 Validação de metodologia em análises cromatográficas

É de fundamental importância que seja feita uma avaliação com diferentes parâmetros de qualidade analítica, que possa assegurar que nas condições em que será aplicado a análise, ela forneça informações que expressem resultados confiáveis (ARAGÃO *et al.*, 2009).

Diferentes parâmetros podem ser aplicados durante o processo de controle de qualidade, os quais visam diminuir ou controlar fatores que levam à imprecisão de um dado gerado. As principais figuras de mérito a serem estudadas durante o processo analítico de controle de qualidade são: exatidão, precisão, linearidade, limite de detecção e quantificação, especificidade, robustez entre outros (LANÇAS, 2009).

As normativas institucionais, normalmente são desenvolvidas por agências de controle governamentais que visam agrupar e padronizar os diferentes parâmetros inerentes ao processo de controle de qualidade; a exemplo da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) na esfera nacional (RIBANI *et al.*, 2005), e Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (US-EPA - *United States Environmental Protection Agency*), Agência de Administração de Drogas e Alimentos dos Estados Unidos (US-FDA - *United States Food and Drug Administration*) (WHO, 2016).

Os parâmetros contemplados neste trabalho para o controle de qualidade do método analítico a ser analisado para a determinação dos desreguladores endócrinos foram: linearidade, sensibilidade, exatidão, precisão, limite de detecção e quantificação.

3. 8. 1 Linearidade

A linearidade é a capacidade do método em fornecer resultados diretamente proporcionais à concentração do composto estudado dentro de uma determinada faixa de concentração (RIBANI *et al.*, 2005). Pode ser determinada a partir da equação de reta, $y = ax + b$, denominada curva analítica, com a qual é possível calcular o coeficiente de correlação (R) ou o coeficiente de determinação (R^2), que são parâmetros que permitem uma estimativa da qualidade da curva. A ANVISA recomenda um coeficiente de correlação igual a 0,99, enquanto o INMETRO aceita valores acima de 0,90 (ANVISA, 2017; INMETRO, 2018).

3. 8. 2 Sensibilidade

Através do coeficiente de linearidade é possível também determinar o grau de sensibilidade analítica a partir dos parâmetros da equação da reta. Sensibilidade é caracterizada pela capacidade de mudança de resposta sob variações significativamente pequenas de concentração do analito, isto é, o coeficiente angular da equação da reta, previsto na inclinação da curva de calibração (KRUVE *et al.*, 2015). Para o caso de uma reta com o coeficiente de determinação aceitável, tem-se que quanto maior for o ângulo de inclinação, mais sensível será o método analítico (LEITE, 2002).

3. 8. 3 Exatidão e Precisão

Estudos de *exatidão* são conduzidos para expressar a concordância entre o valor médio medido experimentalmente e o valor aceito como verdadeiro ou como referência, ao passo que a *precisão* é a expressão da concordância entre vários resultados obtidos para uma mesma amostra sob condições específicas (LEITE, 2002).

A avaliação de exatidão de um método pode ser feita a partir dos estudos de recuperação analítica com a finalidade de quantificar perdas do analitos durante o procedimento de preparo de amostra. Para tanto, faz-se uso de padrões analíticos, onde concentrações conhecidas são adicionadas à amostra antes do seu procedimento de preparo (extração, *clean-up*, concentração, diluição etc.). Após o seu preparo e análise instrumental, a resposta do analito obtida é comparada com aquela dada pela análise da solução do padrão de referência (preparado em solvente puro ou em extrato controle) (LANÇAS, 2004).

A precisão é marcada por erros aleatórios decorrentes de análises em replicatas, a partir de dados estatísticos de desvio padrão relativo (RSD – *Relative Standard Deviation*); tendo como critério de aceitabilidade valores inferiores a 20% (KRUVE *et al.*, 2015).

3. 8. 4 Limite de Detecção e Quantificação

Limite de detecção (LD) e limite de quantificação (LQ) são parâmetros que estão relacionados à capacidade do método proposto em identificar os analitos em pequenas concentrações e correspondem respectivamente à menor quantidade que um analito pode ser detectado, mas não necessariamente quantificado como um valor exato; e à menor concentração pode ser quantificada com um nível aceitável de exatidão e precisão (EVARD, KRUIVE, LEITO, 2016).

Diferentes procedimentos podem ser aplicados para a determinação de LD e LQ: método visual, método da relação sinal-ruído, método baseado na curva analítica; a escolha entre um deles deve levar em consideração a técnica analítica utilizada e o grau de confiabilidade estatística. A determinação dos limites de detecção e quantificação a partir da curva analítica de calibração é estatisticamente mais confiável em métodos que a sua determinação é feita por técnicas cromatográficas (RIBANI *et al.*, 2004).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4. 1 Área de Estudo

A pesquisa foi realizada em sete comunidades quilombolas do estado de Sergipe, região Nordeste do Brasil, que tem como limites o oceano Atlântico a leste, fazendo divisa com o estado da Bahia a oeste e a sul, e Alagoas ao norte, essas comunidades foram escolhidas por apresentar vulnerabilidade em saúde e ambiente a partir de outros estudos (TORALES *et al.*, 2013; PASSOS *et al.*, 2017).

Na Figura 3 está apresentada a localização dos municípios onde as comunidades quilombolas do estudo estão presentes. Nas Figuras 4, 5, 6 e 7 estão representadas imagens das comunidades quilombolas divididas por seus respectivos municípios.

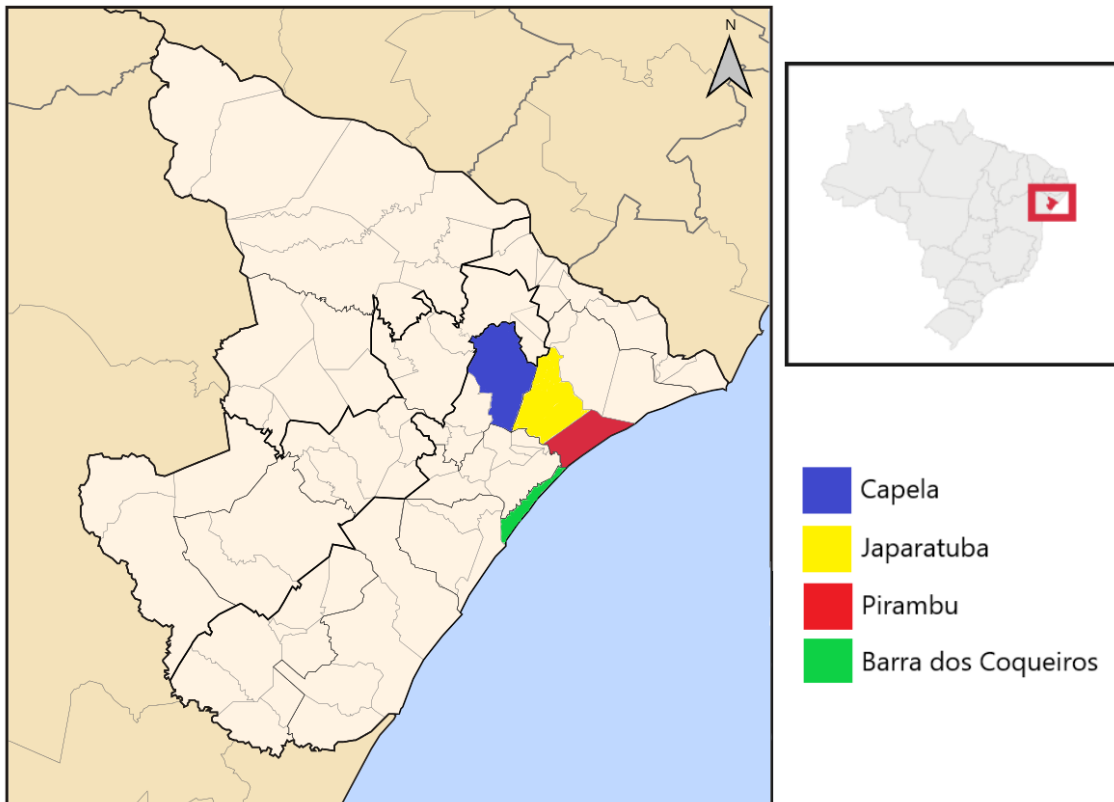


Figura 3. Municípios do estado de Sergipe onde estão localizadas as comunidades quilombolas Pirambu: Alagamar, Aningas. Capela: Terra Dura, Canta Galo, Pirangi. Barra dos Coqueiros: Pontal da Barra. Japarutuba: Patioba.



Figura 4. Comunidades quilombolas localizadas no município de Capela - SE



Figura 5. Comunidades quilombolas localizadas no município de Pirambu - SE



Figura 6. Comunidade quilombola localizada no município de Japaratuba - SE



Figura 7. Comunidade quilombola localizadas no município de Barra dos Coqueiros -SE

No Quadro 2 estão descritos os nomes das comunidades que serão estudadas e, seus respectivos municípios, e localização da sua bacia hidrográfica. Com exceção da comunidade Pontal da Barra, que fica localizada na região metropolitana, todas as demais comunidades ficam localizadas no território Leste Sergipano.

Quadro 2. Comunidades quilombolas selecionadas para o estudo.

Município	Denominação da Comunidade	Localização por Bacia Hidrográfica
Barra dos Coqueiros	Pontal da Barra	Rio Sergipe/Japaratuba
Capela	Canta Galo	Rio Japaratuba/Rio São Francisco
Capela	Pirangi	Rio Japaratuba/Rio São Francisco
Capela	Terra Dura e Coqueiral	Rio Japaratuba/Rio São Francisco
Japaratuba	Patioba	Rio Japaratuba/Rio São Francisco
Pirambu	Alagamar	Rio Japaratuba/ Rio São Francisco
Pirambu	Aningas	Rio Costeiro do Sapucaia/ Rio São Francisco

4. 2 Amostragem

As coletas das amostras de água foram realizadas em março e setembro de 2019 e maio e outubro de 2021. As amostras de água de consumo foram coletadas utilizando-se garrafas de vidro âmbar de 1L, estas foram previamente limpas com água deionizada e metanol, para as análises físico-químicas e dos desreguladores endócrinos. As amostras para as análises microbiológicas foram coletas em frasco de vidro, previamente limpo e autoclavado, conforme norma da *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (SMEWW).

Todas as amostras após coleta foram armazenadas em caixa térmica devidamente refrigeradas (4° C) até ao laboratório onde foram armazenadas em refrigeradores, preservando ao máximo suas condições até a fase de análise.

4. 3 Análises físico-químicas e microbiológicas da água

As análises físico-químicas foram realizadas em campo com o auxílio de uma sonda multiparâmetros HANNA HI 9828 que possui a capacidade de medir oxigênio dissolvido (OD) em mg/L, pH, Condutividade (CE), temperatura em °C, salinidade em PSU (Faixa Alargada de Salinidade Prática) sólidos totais dissolvidos (STD) em mg/L e a pressão atmosférica em atm.

Os parâmetros químicos foram analisados utilizando o fotômetro multiparâmetro Micro 20 da Akso, onde foram medidos: cloro livre (mg/L), cloro total (mg/L), nitrito (mg/L), nitrato (mg/L), sulfato (mg/L) e amônia (mg/L). Os parâmetros turbidez e cor foram obtidos com o uso dos equipamentos HANNA HI 93414 Turbidity and Chlorine e Hach DR 5000, respectivamente.

Para realização das análises microbiológicas foram utilizadas as metodologias adotadas a partir dos Métodos Padrão Para o Exame de Água e Esgoto, do inglês *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (SMEWW) para cada ensaio microbiológico, assim como suas respectivas unidades, contidas no Quadro 3.

Quadro 3. Metodologia adotada para as análises microbiológicas de qualidade de água.

Ensaio	Método	Unidade
Coliformes totais	SMEWW 9221 A	NMP/100 mL
Coliformes termotolerantes	SMEWW 9221 B	NMP/100 mL
Bactérias heterotróficas	SMEWW 9215 B	UFC/100 mL

4. 4 Reagentes e padrões

Foram utilizados padrões certificados como Dietilftalato (sigma-aldrich, pureza 99,7%), dibutilftalato (sigma-aldrich, pureza 99,5%), 17 α -etinilestradiol (sigma-aldrich, pureza 99,3%), bisfenol A (sigma-aldrich, pureza 99,0%), Nonilfenol (sigma-aldrich, pureza 99,7%) e cafeína (sigma-aldrich, pureza 99,3%). Os solventes metanol - grau LC/MS foram adquiridos da Merck, Ácido Clorídrico P.A. (Hexis Científica S.A, SP, Brasil), Cartucho SPE Strata C18-E (55 μ m, 70 Å) e a água ultrapura do sistema Millipore.

4. 5 Pontos de Coleta

Após o reconhecimento de área, foram definidos os pontos para a realização da coleta de água para os testes físico-químicos, microbiológicos e as análises de desreguladores endócrinos. As descrições dos pontos de coleta são apresentadas no Quadro 4 (página 38).

A coleta foi realizada na casa de moradores, a torneira foi previamente limpa com álcool 70%, depois de aberta desprezou-se a água que saiu dos primeiros 5 minutos, depois disso coletou-se a amostra. Na residência em que o armazenamento era feito em bombona de plástico coletou-se a água por imersão de frasco. Em 2019 as comunidades Canta Galo, Pontal da Barra e Pirangi tinham o seu abastecimento por carro pipa, e a comunidade armazenava sua água em bombonas plásticas ou caixas d'água. Em 2021 apenas a comunidade Canta Galo permaneceu com este tipo de consumo de água, por carro pipa, as demais já se fazia o consumo de água por distribuição.

A análise dos parâmetros físico-químicos foi realizada *in situ* e, posteriormente, para a realização das análises microbiológicas, as amostras foram acondicionadas em recipientes de vidro e preservadas a partir dos métodos de amostragem do SMEWW 1060 e do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da Agência Nacional de Águas (ANA). Foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas nas amostras coletadas.

Quadro 4. Identificação e localização dos pontos nas comunidades.

Comunidade	Ponto	Descrição	Classificação	Coordenadas UTM
Pontal da Barra	PB1	Distribuição	Tratada	X = 0733787 Y = 8811120
	PB2	Poço	Água subterrânea	X = 0733827 Y = 8811152
	PB3	Distribuição	Tratada	X = 0733827 Y = 8811041
	PB4	Distribuição	Tratada	X = 0733684 Y = 8811052
	PB5	Distribuição	Tratada	X = 0733743 Y = 8811048
	PB6	Poço	Água subterrânea	X = 0733870 Y = 8810995
Canta Galo	CG1	Carro pipa ¹	Tratada	X = 0717462 Y = 8835128
	CG2	Carro pipa ¹	Tratada	X = 0717441 Y = 8835022
	CG3	Carro pipa ¹	Tratada	X = 0717250 Y = 8835112
	CG4	Carro pipa ¹	Tratada	X = 0717404 Y = 8835130
	CG5	Carro pipa ¹	Tratada	X = 0717469 Y = 8835093
	CG6	Carro pipa ¹	Tratada	X = 0717456 Y = 8835027
Patioba	PT1	Distribuição	Tratada	X = 0720112 Y = 8826019
	PT2	Distribuição	Tratada	X = 0719712 Y = 8826073
	PT3	Distribuição	Tratada	X = 0719828 Y = 8826082
	PT4	Distribuição	Tratada	X = 0719845 Y = 8826047
	PT5	Distribuição	Tratada	X = 0720022 Y = 8826060
	PT6	Distribuição	Tratada	X = 0720040 Y = 8826023
Aningas	AN1	Distribuição	Tratada	X = 0742191 Y = 8819933
	AN2	Poço	Água subterrânea	X = 0742321 Y = 8819780
	AN3	Distribuição	Tratada	X = 0742366 Y = 8819893
	AN4	Poço	Água subterrânea	X = 0742200 Y = 8819907
	AN5	Distribuição	Tratada	X = 0742321 Y = 8819780
	AN6	Poço	Água subterrânea	X = 0742466 Y = 8820132

Quadro 4. Identificação e localização dos pontos nas comunidades (continuação).

Comunidade	Ponto	Descrição	Classificação	Coordenadas UTM
Alagamar	AL1	Distribuição	Tratada	X = 0745933 Y = 8827374
	AL2	Poço	Água subterrânea	X = 0745866 Y = 8826868
	AL3	Distribuição	Tratada	X = 0746005 Y = 8826922
	AL4	Poço	Água subterrânea	X = 0745760 Y = 8827121
	AL5	Distribuição	Tratada	X = 0745819 Y = 8827241
	AL6	Poço	Água subterrânea	X = 0745915 Y = 8827342
Terra Dura	TD1	Distribuição	Tratada	X = 0719234 Y = 8828931
	TD2	Poço	Água subterrânea	X = 0719141 Y = 8829291
	TD3	Distribuição	Tratada	X = 0719178 Y = 8829283
	TD4	Poço	Água subterrânea	X = 0719187 Y = 8828990
	TD5	Distribuição	Tratada	X = 0719265 Y = 8828942
	TD6	Distribuição	Tratada	X = 0719216 Y = 8829574
	TD7	Distribuição	Tratada	X = 0719275 Y = 8829627
Pirangi	PG1	Distribuição	Tratada	X = 0714771 Y = 8839962
	PG2	Poço	Água subterrânea	X = 0715185 Y = 8839660
	PG3	Distribuição	Tratada	X = 0714797 Y = 8840008
	PG4	Distribuição	Tratada	X = 0714785 Y = 8840151
	PG5	Distribuição	Tratada	X = 0714730 Y = 8840021

NOTA: ¹ Coleta realizada em bombona de armazenamento de água distribuída por carro pipa.

4. 5 Extração e pré-concentração das amostras

As amostras de água foram previamente filtradas a vácuo com membrana de 0,22 µm, em seguida foram acidificadas com ácido clorídrico 50% até pH 3,0.

Os compostos alvo foram extraídos da matriz aquosa por meio de cartuchos de extração C18 (3 mL) com 500 mg de sorvente (SUPELCO, Bellefonte, PA, EUA) e sistema Visiprep SPE Vacuum Manifold (SUPELCO, Bellefonte, PA, EUA) e bomba a vácuo, com um fluxo de aproximadamente 6 mL/min. Os cartuchos foram previamente condicionados com a adição de 3 mL de uma mistura de água:metanol (1:1; v/v) e 3 mL de água ultrapura.

Utilizou-se alíquotas de 500 mL de amostra para passar através do cartucho e depois lavado com 3 mL de água ultrapura. Posteriormente, os cartuchos foram secos sob vácuo ainda no Manifold por 5 minutos. Os micropoluentes alvo foram eluídos com 6 mL de metanol, o extrato foi filtrado em membrana de 0,22 µm e analisado por HPLC-UV/DAD. (OTOMO, 2007; ROCHA *et. al*, 2015).

4. 6 Análise por Cromatografia Líquida acoplada ao UV-Vis/DAD

Para a detecção e quantificação dos micropoluentes utilizou-se cromatográfico líquido de alta eficiência 1260 Infinity II da Agilent Technologies, equipado com: amostrador automático (modelo Vialsampler DEAGQ00317) com um Loop de injeção de 100 µL, um desgaseificador (modelo 1260 MCT), bomba quaternária (modelo G7104C 1260 Flexible Pump), detector espectrofotométrico com arranjo de diodos (modelo G7117C 1260 DAD HS).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análises físico-químicas

Os resultados das análises físico-químicas das amostras de água das comunidades quilombolas estudadas estão apresentadas nas Tabelas 1 - 7. Onde se ver NR nas tabelas, leia-se Não Realizado.

Tabela 1: Estatística descritiva referente aos parâmetros físico-químicos faixa de concentração (mg/L) da comunidade quilombola Alagamar

1ª Coleta												
	pH	Cloro total	Cloreto	Fluoreto	Nitrato	Sulfato	Turbidez	Cor	Temperatura Água	OD	CDT	STD
Média	4,40	0,08	NR	NR	1,38	15,33	0,49	3,00	32,04	5,54	106,00	53,00
Mediana	4,37	0,07	NR	NR	0,21	9,00	0,54	2,00	33,04	5,95	65,00	32,00
Desvio padrão	0,12	0,05	NR	NR	2,21	12,74	0,23	3,61	2,77	2,54	71,88	36,37
Mínimo	4,30	0,04	NR	NR	0,00	7,00	0,24	0,00	28,91	2,82	64,00	32,00
Máximo	4,53	0,13	NR	NR	3,93	30,00	0,70	7,00	34,16	7,86	189,00	95,00
2ª Coleta												
	pH	Cloro total	Cloreto	Fluoreto	Nitrato	Sulfato	Turbidez	Cor	Temperatura Água	OD	CDT	STD
Média	5,14	0,51	NR	NR	3,24	8,67	NR	NR	28,94	2,68	190,33	95,00
Mediana	5,27	0,70	NR	NR	0,43	5,00	NR	NR	28,74	3,38	233,00	116,00
Desvio padrão	0,33	0,39	NR	NR	5,25	10,97	NR	NR	0,62	1,97	102,87	50,86
Mínimo	4,76	0,06	NR	NR	0,00	0,00	NR	NR	28,44	0,46	73,00	37,00
Máximo	5,38	0,78	NR	NR	9,30	21,00	NR	NR	29,64	4,20	265,00	132,00
3ª Coleta												
	pH	Cloro total	Cloreto	Fluoreto	Nitrato	Sulfato	Turbidez	Cor	Temperatura Água	OD	CDT	STD
Média	4,86	0,78	64,83	0,11	3,28	6,97	>5	28,33	27,63	4,26	119,67	58,33
Mediana	4,72	0,67	59,50	0,12	2,70	7,18	ND	1,50	27,82	4,24	90,00	45,50
Desvio padrão	0,30	0,52	21,58	0,06	3,68	0,64	ND	65,51	0,70	1,05	68,22	32,81
Mínimo	4,64	0,24	40,00	0,00	0,00	5,54	ND	0,00	26,23	2,77	66,00	33,00
Máximo	5,44	1,48	98,00	0,18	7,90	7,40	ND	162,00	28,11	5,98	238,00	119,00
4ª Coleta												
	pH	Cloro total	Cloreto	Fluoreto	Nitrato	Sulfato	Turbidez	Cor	Temperatura Água	OD	CDT	STD
Média	4,85	0,42	89,17	0,03	10,05	28,99	5,47	11,00	24,23	229,00	114,83	0,11
Mediana	4,78	0,42	60,50	0,03	5,90	29,24	0,61	3,00	24,22	199,50	100,50	0,10
Desvio padrão	0,32	0,21	52,09	0,04	11,96	1,17	12,16	19,61	20,88	143,41	71,51	0,07
Mínimo	4,45	0,19	57,00	0,00	0,80	26,85	0,26	2,00	23,32	86,00	43,00	0,04
Máximo	5,35	0,65	185,00	0,07	27,60	30,03	30,30	51,00	25,76	436,00	218,00	0,21

Legenda: NR: Não realizado; OD: Oxigênio Dissolvido; CDT: Condutividade; STD: Sólidos Totais Dissolvidos

Verificou-se que os valores de pH obtidos em todas as amostras da comunidade de Alagamar foram menores que o valor mínimo permitido pela Portaria de potabilidade nº 888/2021, que estabelece o pH na faixa de 6,0 e 9,5, resultando numa média de 4,81 $\pm$ 0,32.

Para as análises de cloro total na terceira coleta, todas as amostras se encontravam em acordo com a portaria que estabelece um valor entre 0,2 – 2,0 mg/L. Porém na quarta coleta foi encontrado um valor abaixo do recomendado, onde a média geral foi de 0,42 $\pm$ 0,21 mg/L, com um valor mínimo de 0,19 mg/L.

Na terceira coleta observou-se que o fluoreto da comunidade em análise estava dentro do estabelecido pela portaria, contudo na quarta coleta todos apresentaram valores abaixo do mínimo recomendado, com uma média de 0,03 $\pm$ 0,04 mg/L. Para os valores de nitrato na terceira coleta todos os valores estiveram dentro do limite estabelecido, assim como as amostras analisadas durante 2019, porém na quarta coleta os valores de três amostras deram acima do permitido (média geral de 10,05 $\pm$ 11,96 mg/L e máximo de 27,60 mg/L), sendo importante destacar que as três amostras em questão são provenientes de água de poço.

A turbidez e cor apresentaram valores dentro dos parâmetros de potabilidade, estando apenas uma fora dos padrões estabelecidos, sendo essa uma amostra de água de poço (para turbidez obteve-se o máximo de 30,30 NTU e para cor 51,00 unitsPtCo).

As análises de oxigênio dissolvido, sólidos totais dissolvidos e salinidade apresentaram valores dentro do estabelecido pela portaria. Para a condutividade apenas uma amostra apresentou valores dentro do padrão recomendado durante as coletas de 2021 (média de 119,67 $\pm$ 68,22 μ S/cm na terceira coleta e 229,00 $\pm$ 143,41 μ S/cm na quarta coleta). Comparando-se aos resultados obtidos em 2019, cerca de três amostras estiveram dentro do recomendado, enquanto as outras três amostras ultrapassaram esse valor, tendo-se um mínimo de 64,00 e 73,00 μ S/cm e máximo de 189,00 e 265,00 μ S/cm na primeira e segunda coletas, respectivamente.

Tabela 2: Estatística descritiva referente aos parâmetros físico-químicos faixa de concentração (mg/L) da comunidade quilombola Aningas

1ª Coleta												
	pH	Cloro total	Cloreto	Fluoreto	Nitrato	Sulfato	Turbidez	Cor	Temperatura Água	OD	CDT	STD
Média	5,79	0,05	NR	NR	3,14	13,00	1,10	4,00	28,09	7,23	189,67	94,67
Mediana	6,14	0,05	NR	NR	3,42	14,00	0,53	3,00	28,20	6,59	191,00	95,00
Desvio padrão	0,77	0,01	NR	NR	3,01	4,58	1,19	1,73	3,57	2,65	30,02	15,50
Mínimo	4,90	0,04	NR	NR	0,00	8,00	0,31	3,00	24,47	4,96	159,00	79,00
Máximo	6,32	0,05	NR	NR	6,00	17,00	2,47	6,00	31,60	10,14	219,00	110,0
2ª Coleta												
	pH	Cloro total	Cloreto	Fluoreto	Nitrato	Sulfato	Turbidez	Cor	Temperatura Água	OD	CDT	STD
Média	6,23	0,13	NR	NR	4,60	25,00	NR	NR	27,76	3,01	248,00	124,33
Mediana	6,54	0,06	NR	NR	3,71	18,00	NR	NR	27,39	2,38	225,00	113,00
Desvio padrão	0,82	0,14	NR	NR	5,11	15,72	NR	NR	0,84	1,17	82,93	41,19
Mínimo	5,30	0,03	NR	NR	0,00	14,00	NR	NR	27,16	2,28	179,00	90,00
Máximo	6,85	0,29	NR	NR	10,10	43,00	NR	NR	28,72	4,36	340,00	170,00
3ª Coleta												
	pH	Cloro total	Cloreto	Fluoreto	Nitrato	Sulfato	Turbidez	Cor	Temperatura Água	OD	CDT	STD
Média	5,50	0,30	72,50	0,08	1,50	6,97	>5	7,50	29,31	2,32	134,33	67,33
Mediana	5,43	0,25	71,50	0,11	2,00	7,18	ND	5,00	29,35	2,71	128,00	64,00
Desvio padrão	0,77	0,12	19,85	0,07	1,18	0,64	ND	10,23	0,45	1,38	27,14	13,40
Mínimo	4,54	0,22	51,00	0,00	0,00	5,54	ND	0,00	28,54	0,56	107,00	54,00
Máximo	6,73	0,54	95,00	0,16	2,50	7,40	ND	27,00	29,87	3,87	169,00	85,00
4ª Coleta												
	pH	Cloro total	Cloreto	Fluoreto	Nitrato	Sulfato	Turbidez	Cor	Temperatura Água	OD	CDT	STD
Média	6,15	1,70	81,67	0,15	3,52	30,36	1,36	6,67	20,11	239,67	119,67	0,11
Mediana	6,20	0,92	79,00	0,18	2,20	30,07	1,20	5,00	20,11	234,00	117,00	0,11
Desvio padrão	1,44	2,18	20,33	0,09	3,43	0,73	0,66	5,32	0,03	56,82	28,39	0,03
Mínimo	4,60	0,19	54,00	0,00	0,00	29,58	0,83	3,00	20,08	174,00	87,00	0,08
Máximo	7,71	5,82	114,00	0,22	9,50	31,46	2,61	17,00	20,14	306,00	153,00	0,14

Legenda: NR: Não realizado; OD: Oxigênio Dissolvido; CDT: Condutividade; STD: Sólidos Totais Dissolvidos

Os resultados obtidos nas análises das amostras do quilombo de Aningas são apresentados na Tabela 2. Para o potencial hidrogeniônico (pH) foi observado que em apenas um ponto da terceira coleta houve valor dentro do estabelecido (média de $5,50 \pm 0,77$), já na quarta coleta três pontos estiveram conforme o valor recomendado pelo Ministério da Saúde (média de $6,15 \pm 1,44$). Para as análises de cloro total na terceira coleta, todas as amostras se encontravam em acordo com o estabelecido pela portaria, ou seja, entre 0,2 – 2,0 mg/L. Porém na quarta coleta foi encontrado um valor abaixo do recomendado, está oriunda de água de poço (média de $1,70 \pm 2,18$ mg/L com mínimo de 0,19 mg/L).

Na análise de fluoreto da comunidade, observou-se que na terceira coleta dois valores estavam abaixo do estabelecido pela portaria (média de $0,08 \pm 0,07$ mg/L), contudo em relação à quarta coleta apenas um ponto encontrava-se dentro do estabelecido, enquanto quatro estavam acima do recomendado e um abaixo (média de $0,15 \pm 0,09$ mg/L). Em relação aos valores de nitrato, na segunda coleta um ponto esteve acima do estabelecido (máximo de 10,10 mg/L) enquanto nas primeira, terceira e quarta coletas, todos os valores estavam dentro do limite estabelecido. A turbidez e cor apresentaram valores dentro dos parâmetros de potabilidade. Nas análises de oxigênio dissolvido observou-se uma média de $2,32 \pm 1,38$ ppm na terceira coleta e $0,11 \pm 0,03$ ppm na quarta coleta, com apenas uma amostra mostrando-se fora do recomendado, sendo esta água oriunda de água de poço. Os sólidos totais dissolvidos e salinidade apresentaram valores dentro do estabelecido pela portaria. Na condutividade todas as amostras deram valores acima do recomendado pela portaria (média de $189,67 \pm 30,02$ $\mu\text{S/cm}$ na primeira coleta, $248,00 \pm 82,93$ $\mu\text{S/cm}$ na segunda, $134,33 \pm 27,14$ $\mu\text{S/cm}$ na terceira e $239,67 \pm 56,82$ $\mu\text{S/cm}$ na quarta coleta).

Tabela 3: Estatística descritiva referente aos parâmetros físico-químicos faixa de concentração (mg/L) da comunidade quilombola Pirangi

1ª Coleta												
	pH	Cloro total	Cloreto	Fluoreto	Nitrato	Sulfato	Turbidez	Cor	Temperatura Água	OD	CDT	STD
Média	5,38	0,04	NR	NR	9,50	24,67	5,73	3,67	27,87	6,35	187,00	93,33
Mediana	5,42	0,03	NR	NR	8,80	24,00	1,20	3,00	28,86	4,52	200,00	100,00
Desvio padrão	0,28	0,02	NR	NR	3,31	5,03	8,47	4,04	4,20	3,19	43,00	20,82
Mínimo	5,09	0,03	NR	NR	6,60	20,00	0,49	0,00	23,26	4,50	139,00	70,00
Máximo	5,64	0,06	NR	NR	13,10	30,00	15,50	8,00	31,49	10,03	222,00	110,00
2ª Coleta												
	pH	Cloro total	Cloreto	Fluoreto	Nitrato	Sulfato	Turbidez	Cor	Temperatura Água	OD	CDT	STD
Média	5,18	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	27,29	3,51	218,00	109,00
Mediana	4,86	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	27,28	3,62	211,00	105,00
Desvio padrão	0,58	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,59	0,65	20,42	10,58
Mínimo	4,82	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	26,71	2,82	202,00	101,00
Máximo	5,85	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	27,89	4,10	241,00	121,00
3ª Coleta												
	pH	Cloro total	Cloreto	Fluoreto	Nitrato	Sulfato	Turbidez	Cor	Temperatura Água	OD	CDT	STD
Média	7,13	0,58	38,60	0,05	4,52	ND	>5	ND	28,50	5,85	97,80	48,60
Mediana	7,13	0,60	37,00	0,05	4,59	ND	ND	ND	28,43	5,70	89,00	44,00
Desvio padrão	0,11	0,31	4,51	0,05	0,34	ND	ND	ND	0,19	0,38	24,43	12,12
Mínimo	6,95	0,26	34,00	0,00	3,98	ND	ND	ND	28,34	5,47	83,00	41,00
Máximo	7,22	0,96	46,00	0,10	4,82	ND	ND	ND	28,81	6,34	141,00	70,00
4ª Coleta												
	pH	Cloro total	Cloreto	Fluoreto	Nitrato	Sulfato	Turbidez	Cor	Temperatura Água	OD	CDT	STD
Média	7,13	0,46	41,60	0,13	11,96	0,47	1,62	0,80	27,43	5,40	144,20	75,00
Mediana	7,18	0,47	44,00	0,17	10,70	0,46	1,49	0,00	27,54	5,37	155,00	77,00
Desvio padrão	0,09	0,05	7,57	0,06	2,23	0,08	0,40	1,30	1,09	0,34	45,81	25,62
Mínimo	6,98	0,40	30,00	0,05	9,70	0,38	1,26	0,00	26,24	5,10	96,00	48,00
Máximo	7,20	0,54	50,00	0,18	14,70	0,59	2,21	3,00	29,07	5,96	205,00	103,00

Legenda: NR: Não realizado; OD: Oxigênio Dissolvido; CDT: Condutividade; STD: Sólidos Totais Dissolvidos

Durante a primeira e segunda coletas realizadas em 2019, notou-se que os valores para pH estiveram abaixo do estabelecido em todas as amostras (média de $5,38 \pm 0,28$ na primeira coleta e $5,18 \pm 0,58$ na segunda). Esse fato não se repetiu durante as análises realizadas em 2021, onde todos as amostras estavam dentro do estabelecido pela portaria.

Na terceira e quarta coleta (Tabela 3), os parâmetros de fluoreto apresentaram valores divergente do recomendado pela portaria, resultando numa média de $0,05 \pm 0,05$ mg/L; $0,13 \pm 0,06$ mg/L respectivamente, sendo assim também não recomendada pela portaria. Nas análises de nitrato da quarta coleta, apenas uma amostra apresentou valor dentro do estabelecido, sendo as demais acima do recomendado, com média de $11,96 \pm 2,23$ mg/L e o máximo de 14,70 mg/L, isso também foi observado na primeira coleta de 2019, onde um observou-se um máximo de 13,10 mg/L.

Na condutividade, durante a primeira coleta observou-se que todos os pontos estiveram acima do recomendado (média de $187,00 \pm 43,00$ $\mu\text{S/cm}$), assim como na segunda coleta (média de $218,00 \pm 20,42$ $\mu\text{S/cm}$), na terceira coleta apenas uma amostra apresentou resultado fora do recomendado (média de $97,80 \pm 24,43$ $\mu\text{S/cm}$), enquanto na quarta apenas uma obteve valor dentro do estipulado (média de $144,20 \pm 45,81$ $\mu\text{S/cm}$).

Tabela 4: Estatística descritiva referente aos parâmetros físico-químicos faixa de concentração (mg/L) da comunidade quilombola Terra Dura

1ª Coleta												
	pH	Cloro total	Cloreto	Fluoreto	Nitrato	Sulfato	Turbidez	Cor	Temperatura Água	OD	CDT	STD
Média	6,03	0,05	NR	NR	1,63	27,33	2,20	4,67	29,00	4,62	94,33	46,67
Mediana	6,34	0,05	NR	NR	0,00	25,00	1,13	7,00	29,09	4,45	76,00	38,00
Desvio padrão	0,69	0,01	NR	NR	2,82	16,62	2,02	4,04	0,92	0,80	31,75	15,89
Mínimo	5,24	0,05	NR	NR	0,00	12,00	0,94	0,00	28,04	3,91	76,00	37,00
Máximo	6,50	0,06	NR	NR	4,88	45,00	4,53	7,00	29,87	5,49	131,00	65,00
2ª Coleta												
	pH	Cloro total	Cloreto	Fluoreto	Nitrato	Sulfato	Turbidez	Cor	Temperatura Água	OD	CDT	STD
Média	5,87	0,14	NR	NR	0,25	25,67	NR	NR	25,94	3,79	94,33	143,67
Mediana	5,95	0,09	NR	NR	0,00	29,00	NR	NR	26,24	3,82	76,00	179,00
Desvio padrão	0,22	0,13	NR	NR	0,44	15,28	NR	NR	2,84	0,45	31,75	62,94
Mínimo	5,62	0,05	NR	NR	0,00	9,00	NR	NR	22,96	3,33	76,00	71,00
Máximo	6,04	0,29	NR	NR	0,76	39,00	NR	NR	28,62	4,23	131,00	181,00
3ª Coleta												
	pH	Cloro total	Cloreto	Fluoreto	Nitrato	Sulfato	Turbidez	Cor	Temperatura Água	OD	CDT	STD
Média	6,97	0,31	22,86	0,06	0,71	6,97	>5	0,57	28,92	4,29	90,43	45,29
Mediana	7,18	0,31	20,00	0,07	0,00	7,18	ND	0,00	28,91	4,23	90,00	45,00
Desvio padrão	0,64	0,07	9,92	0,04	1,80	0,64	ND	0,98	0,36	0,39	3,10	1,80
Mínimo	5,54	0,23	16,00	0,00	0,00	5,54	ND	0,00	28,39	3,77	88,00	44,00
Máximo	7,40	0,42	45,00	0,11	4,79	7,40	ND	2,00	29,57	4,95	97,00	49,00
4ª Coleta												
	pH	Cloro total	Cloreto	Fluoreto	Nitrato	Sulfato	Turbidez	Cor	Temperatura Água	OD	CDT	STD
Média	6,94	0,32	22,86	0,07	3,37	0,16	0,81	2,00	28,30	3,98	79,29	40,43
Mediana	7,17	0,27	18,00	0,06	2,10	0,13	0,67	2,00	27,91	3,88	68,00	35,00
Desvio padrão	0,64	0,11	13,64	0,07	3,14	0,13	0,45	2,08	1,04	0,41	20,90	9,98
Mínimo	5,50	0,25	14,00	0,00	1,50	0,06	0,21	0,00	27,43	3,44	60,00	32,00
Máximo	7,30	0,48	53,00	0,20	10,30	0,43	1,44	6,00	30,17	4,66	115,00	58,00

Legenda: NR: Não realizado; OD: Oxigênio Dissolvido; CDT: Condutividade; STD: Sólidos Totais Dissolvidos

Analisando a água da comunidade Terra Dura (Tabela 4), percebeu-se que em relação ao pH durante a primeira coleta um ponto não atendeu ao mínimo estabelecido pela portaria, (média de $6,03 \pm 0,69$ com mínimo de 5,24), já durante a segunda coleta dois pontos apresentaram valores fora da faixa recomendada pela resolução (média de $5,87 \pm 0,22$ com mínimo de 5,62). Durante as coletas de 2021, notou-se que uma amostra apresentou valor abaixo do recomendado (mínimo de 5,54 na terceira coleta e 5,50 na quarta), amostra essa que foi oriunda do chafariz da comunidade, a qual a população faz uso para consumo do seu dia a dia.

Além disso, foi observado que o parâmetro de fluoreto nessa comunidade esteve fora dos padrões estabelecidos pela portaria em ambas as terceira e quarta coletas, sendo a terceira coleta com média de $0,06 \pm 0,04$ mg/L e a quarta com $0,07 \pm 0,07$ mg/L.

Tabela 5: Estatística descritiva referente aos parâmetros físico-químicos faixa de concentração (mg/L) da comunidade quilombola Canta Galo

1ª Coleta												
	pH	Cloro total	Cloreto	Fluoreto	Nitrato	Sulfato	Turbidez	Cor	Temperatura Água	OD	CDT	STD
Média	6,19	0,04	NR	NR	6,87	7,33	1,27	5,00	27,83	5,53	173,67	88,33
Mediana	6,16	0,04	NR	NR	6,60	4,00	0,96	5,00	29,89	5,72	178,00	89,00
Desvio padrão	0,30	0,01	NR	NR	0,55	9,45	0,97	3,00	3,87	0,73	14,98	5,03
Mínimo	5,90	0,04	NR	NR	6,50	0,00	0,49	2,00	23,37	4,72	157,00	83,00
Máximo	6,50	0,05	NR	NR	7,50	18,00	2,36	8,00	30,23	6,14	186,00	93,00
2ª Coleta												
	pH	Cloro total	Cloreto	Fluoreto	Nitrato	Sulfato	Turbidez	Cor	Temperatura Água	OD	CDT	STD
Média	6,80	0,04	NR	NR	1,33	12,67	NR	NR	25,42	6,63	337,33	77,00
Mediana	7,03	0,04	NR	NR	1,50	12,00	NR	NR	24,95	6,64	255,00	59,00
Desvio padrão	0,89	0,01	NR	NR	0,29	1,15	NR	NR	1,02	1,13	300,09	44,80
Mínimo	5,82	0,04	NR	NR	1,00	12,00	NR	NR	24,72	5,49	87,00	44,00
Máximo	7,55	0,05	NR	NR	1,50	14,00	NR	NR	26,59	7,75	670,00	128,00
3ª Coleta												
	pH	Cloro total	Cloreto	Fluoreto	Nitrato	Sulfato	Turbidez	Cor	Temperatura Água	OD	CDT	STD
Média	6,09	0,19	99,67	ND	0,0	0,0	>5	15,17	28,23	6,41	151,17	75,33
Mediana	5,82	0,19	83,00	ND	0,0	0,0	ND	8,50	27,52	6,25	147,50	73,50
Desvio padrão	0,70	0,04	42,12	ND	0,0	0,0	ND	21,85	2,31	0,45	35,62	17,61
Mínimo	5,45	0,13	54,00	ND	0,0	0,0	ND	0,00	26,35	5,96	104,00	52,00
Máximo	7,19	0,24	171,00	ND	0,0	0,0	ND	59,00	32,38	7,12	213,00	106,00
4ª Coleta												
	pH	Cloro total	Cloreto	Fluoreto	Nitrato	Sulfato	Turbidez	Cor	Temperatura Água	OD	CDT	STD
Média	6,68	1,00	91,50	0,13	14,22	0,32	2,41	4,33	26,64	6,36	163,33	81,67
Mediana	6,60	0,83	91,00	0,12	15,45	0,34	1,89	4,50	26,41	6,35	141,00	70,50
Desvio padrão	0,28	0,69	10,95	0,03	5,00	0,06	1,39	3,93	0,62	0,87	65,31	32,65
Mínimo	6,40	0,35	77,00	0,10	4,80	0,21	0,87	0,00	26,01	5,13	112,00	56,00
Máximo	7,16	2,27	108,00	0,17	19,10	0,39	4,81	9,00	27,79	7,69	286,00	143,00

Legenda: NR: Não realizado; OD: Oxigênio Dissolvido; CDT: Condutividade; STD: Sólidos Totais Dissolvidos

Para as análises da comunidade do Canta Galo, apresentados na Tabela 5, os valores de pH para a terceira coleta, apesar da média da comunidade estar dentro dos padrões, quatro amostras não atenderam ao determinado pela portaria, mesmo com o valor de pH próximo de 6,0 (mínimo de 5,45 na terceira coleta). Na quarta coleta os valores de pH das amostras analisadas deram dentro da faixa estabelecida pela portaria. Em comparação com as primeiras duas coletas realizadas, observou-se que as médias de pH das coletas de 2019 também estavam dentro do esperado, porém, com dois pontos não atenderam ao esperado (mínimo de 5,90 na primeira coleta e 5,82 na segunda).

Para a análise de cloro total apenas duas amostras estavam dentro do padrão estabelecido pela portaria na terceira coleta (média de $0,19 \pm 0,04$ mg/L na terceira coleta), enquanto na quarta coleta apenas uma amostra apresentou valor divergente ao recomendado (média de $1,00 \pm 0,69$ mg/L e máximo de 2,27 mg/L).

Não foi identificado fluoreto em nenhuma amostra da terceira coleta, já na quarta análise, todas as amostras apresentaram valores divergentes ao recomendado, sendo uma abaixo do preconizado, e as demais acima, não atendendo ao recomenda a portaria (mínimo de 0,10 mg/L e máximo de 0,17 mg/L). Para o nitrato, todas as amostras na terceira coleta estavam acima do limite de quantificação do equipamento, enquanto na quarta coleta foram observados valores acima do recomendado, ainda acima do limite de quantificação do equipamento; nas análises de 2019 todos os valores estavam dentro do permitido.

Duas amostras de oxigênio dissolvido deram com valores não recomendado pela portaria na terceira e quarta coleta. A condutividade da água apresentada em todas as amostras analisadas acima do valor recomendado pela portaria (média de $151,17 \pm 35,62$ μ S/cm na terceira coleta), assim como na quarta (média de $163,33 \pm 65,31$ μ S/cm na quarta coleta); nas primeiras duas coletas de 2019 observou-se que um ponto esteve abaixo do valor de 100 μ S/cm, com 87,00 μ S/cm, enquanto os demais ultrapassaram esse valor.

Vale lembrar que a comunidade Canta Galo, tem seu abastecimento de água realizado por meio de carro pipa e, os moradores acondicionam a água para consumo em caixas d'água de plástico sob o chão, exposta ao sol, e muitas vezes sem a proteção adequada contra vetores.

Comunidade Quilombola Pontal da Barra – Barra dos Coqueiros/Sergipe

Tabela 6: Estatística descritiva referente aos parâmetros físico-químicos faixa de concentração (mg/L) da comunidade quilombola Pontal da Barra

1ª Coleta												
	pH	Cloro total	Cloreto	Fluoreto	Nitrato	Sulfato	Turbidez	Cor	Temperatura Água	OD	CDT	STD
Média	6,85	0,12	NR	NR	0,12	33,00	1,46	15,33	30,77	6,69	434,67	219,67
Mediana	0,19	0,04	NR	NR	0,00	16,50	0,63	5,84	0,34	2,41	96,19	45,70
Desvio padrão	6,70	0,09	NR	NR	0,12	17,00	0,99	10,00	30,55	8,18	342,00	177,00
Mínimo	0,32	0,07	NR	NR	0,00	28,58	1,09	10,12	0,59	4,17	166,60	79,15
Máximo	6,63	0,07	NR	NR	0,12	16,00	0,69	9,00	30,33	1,98	335,00	171,00
2ª Coleta												
	pH	Cloro total	Cloreto	Fluoreto	Nitrato	Sulfato	Turbidez	Cor	Temperatura Água	OD	CDT	STD
Média	6,79	1,33	NR	NR	NR	9,67	NR	NR	25,84	3,69	504,00	252,33
Mediana	6,74	0,13	NR	NR	NR	7,00	NR	NR	25,64	5,39	371,00	186,00
Desvio padrão	0,32	2,14	NR	NR	NR	5,51	NR	NR	2,32	3,20	248,77	124,54
Mínimo	6,50	0,06	NR	NR	NR	6,00	NR	NR	23,62	0,00	350,00	175,00
Máximo	7,13	3,80	NR	NR	NR	16,00	NR	NR	28,25	5,67	791,00	396,00
3ª Coleta												
	pH	Cloro total	Cloreto	Fluoreto	Nitrato	Sulfato	Turbidez	Cor	Temperatura Água	OD	CDT	STD
Média	7,17	3,10	206,83	1,28	2,97	32,33	1,04	15,17	28,04	5,40	357,33	178,83
Mediana	7,40	3,10	221,50	1,50	2,95	23,50	1,06	8,50	28,08	5,77	341,00	170,50
Desvio padrão	0,51	1,74	45,12	0,50	1,14	28,00	0,25	21,85	0,84	0,96	42,50	21,27
Mínimo	6,15	0,17	132,00	0,26	1,70	14,00	0,72	0,00	26,99	3,46	318,00	159,00
Máximo	7,45	5,22	254,00	1,50	5,00	88,00	1,35	59,00	29,12	5,98	420,00	210,00
4ª Coleta												
	pH	Cloro total	Cloreto	Fluoreto	Nitrato	Sulfato	Turbidez	Cor	Temperatura Água	OD	CDT	STD
Média	7,28	1,22	174,50	0,88	0,92	6,83	1,04	8,17	29,94	5,92	331,50	166,00
Mediana	7,37	1,13	173,50	0,95	1,10	7,00	1,06	9,00	29,87	5,75	331,00	166,00
Desvio padrão	0,28	0,46	8,12	0,33	0,76	1,60	0,25	2,71	0,68	0,54	23,89	11,83
Mínimo	6,90	0,71	162,00	0,43	0,00	5,00	0,72	4,00	28,97	5,38	305,00	153,00
Máximo	7,59	1,85	187,00	1,19	1,80	9,00	1,35	11,00	30,95	6,95	358,00	179,00

Legenda: NR: Não realizado; OD: Oxigênio Dissolvido; CDT: Condutividade; STD: Sólidos Totais Dissolvidos

Na comunidade Pontal da Barra (Tabela 6), os valores de pH se apresentaram dentro do estabelecido pela portaria, enquanto os valores de cloro total nas amostras analisadas, uma amostra apresentou resultado abaixo do recomendado (mínimo de 0,17 mg/L na terceira coleta e 0,71 na quarta), sendo esta água de poço, no entanto, as demais apresentaram valores muito acima do recomendado pela portaria (máximo de 5,22 mg/L na terceira coleta e 1,85 mg/L na quarta). Nas análises de cloreto, fluoreto e condutividade não atenderam o que recomenda a portaria apresentada na terceira e quarta coleta.

Tabela 7: Estatística descritiva referente aos parâmetros físico-químicos faixa de concentração (mg/L) da comunidade quilombola Patioba

1ª Coleta												
	pH	Cloro total	Cloreto	Fluoreto	Nitrato	Sulfato	Turbidez	Cor	Temperatura Água	OD	CDT	STD
Média	5,72	0,05	NR	NR	3,12	73,33	1,10	4,00	32,29	6,08	294,33	147,33
Mediana	5,77	0,05	NR	NR	1,95	83,00	0,53	3,00	32,19	6,53	205,00	103,00
Desvio padrão	0,98	0,02	NR	NR	2,42	18,50	1,19	1,73	0,26	1,43	243,61	121,71
Mínimo	4,72	0,03	NR	NR	1,51	52,00	0,31	3,00	32,09	4,48	108,00	54,00
Máximo	6,68	0,06	NR	NR	5,90	85,00	2,47	6,00	32,58	7,22	570,00	285,00
3ª Coleta												
	pH	Cloro total	Cloreto	Fluoreto	Nitrato	Sulfato	Turbidez	Cor	Temp. Água	OD	CDT	STD
Média	7,25	0,18	260,50	0,08	10,88	44,67	44,67	1,17	28,40	5,38	503,17	251,67
Mediana	7,23	0,17	276,50	0,07	11,90	48,00	48,00	1,00	28,42	5,10	501,00	250,50
Desvio padrão	0,06	0,05	48,05	0,04	2,05	18,30	18,30	1,33	0,53	1,13	24,17	11,99
Mínimo	7,18	0,14	187,00	0,04	8,00	10,00	10,00	0,00	27,62	4,38	480,00	240,00
Máximo	7,33	0,27	300,00	0,16	12,90	60,00	60,00	3,00	29,11	7,61	546,00	273,00
4ª Coleta												
	pH	Cloro total	Cloreto	Fluoreto	Nitrato	Sulfato	Turbidez	Cor	Temp. Água	OD	CDT	STD
Média	7,09	0,74	197,64	0,47	6,44	16,27	0,72	4,64	29,59	5,79	438,27	219,55
Mediana	7,34	0,32	178,00	0,15	8,60	7,00	0,72	4,00	29,32	5,75	465,00	232,00
Desvio padrão	0,66	0,62	38,83	0,50	5,54	17,35	0,35	3,35	1,00	1,56	103,55	52,05
Mínimo	5,86	0,20	162,00	0,00	0,00	5,00	0,34	1,00	28,20	3,25	305,00	153,00
Máximo	7,97	1,85	268,00	1,19	14,20	51,00	1,35	10,0	31,00	8,81	556,00	283,00

Legenda: NR: Não realizado; OD: Oxigênio Dissolvido; CDT: Condutividade; STD: Sólidos Totais Dissolvidos

Nas análises da comunidade Patioba apresentadas na Tabela 7, observou-se que para o pH apenas uma amostra das duas coletas de 2021 apresentou valor fora da faixa recomendada (mínimo de 5,86 na quarta coleta), já na primeira coleta de 2019 dois pontos apresentaram valores abaixo do estabelecido (média de $5,72 \pm 0,98$ com mínimo de 4,72). Na análise de cloro total para a comunidade quatro amostras apresentaram valores abaixo do recomendado pela portaria na 3ª coleta (mínimo de 0,14 mg/L), já na 4ª todas as amostras estavam dentro do estabelecido. Nas análises de cloreto todas as amostras estavam acima do recomendado em ambas as terceira e quarta coletas (média de $260,50 \pm 48,05$ mgCl⁻/L na terceira coleta e $197,64 \pm 38,83$ mgCl⁻/L na quarta). Para a análise de nitrato, quatro amostras das duas coletas de 2021 estavam acima do recomendado (máximo de 12,90 mg/L na terceira coleta e 14,20 mg/L na quarta coleta), em 2019 somente a segunda coleta apresentou um valor acima (máximo de 15,6 mg/L). A condutividade em todas as coletas apresentou valores acima do recomendado pela portaria (média de $503,17 \pm 24,17$ µS/cm na terceira coleta e $438,27 \pm 103,55$ µS/cm na quarta coleta), em comparação com as coletas de 2019, todos os pontos das primeira e segunda coleta também estiveram acima do recomendado.

5.1.1 Discussão

A Constituição Federal de 1988, em seu inciso 196, mostra que a saúde é um “direito de todos e dever do Estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos, assim como o acesso universal igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação” (BRASIL, 1988). Por isso se faz necessário também ter uma atenção especial a essas comunidades, diante da vulnerabilidade social que alguns quilombos se encontram.

A temperatura está entre os principais parâmetros físico-químicos na avaliação da qualidade da água potável para uso doméstico, pois esta afeta as propriedades biológicas da água e influencia o desempenho de coagulantes e produtos com ação desinfetante. A exemplo disso, tem-se que o aumento da temperatura beneficia a solubilidade de diversas substâncias químicas, podendo favorecer o crescimento de bactérias, como as cianobactérias, que crescem em temperaturas entre 15 e 30 °C (ONDIEKI *et al.*, 2021; BRASIL, 2014). A portaria de potabilidade (Portaria nº 888/2021) leva em consideração a temperatura média mensal para a desinfecção da água por meio da cloração, cloraminação ou aplicação de dióxido de cloro, com o objetivo de garantir a sua efetividade no tratamento (BRASIL, 2021).

Em relação ao pH, uma pesquisa realizada no estado de Sergipe para avaliar a qualidade da água da Bacia Costeira do Sapucaia (SANTOS *et al.*, 2018) obteve-se valores de pH variando entre 4,6 e 7,6, com média de $5,9 \pm 0,7$, demonstrando que as águas dos rios da região sergipana apresentam essa característica ácida.

A concentração para o oxigênio dissolvido não é estabelecida pela Portaria nº 888/2021, no entanto, esse é um importante parâmetro para a determinação do grau de poluição de um determinado corpo hídrico, com isso se torna um dos indicadores universais ao levar em conta que sua concentração pode afetar o ecossistema aquático já que esse contribui para a degradação da matéria orgânica (FIORUCCI, FILHO, 2005).

Um estudo feito por Queiroz e Oliveira (2018) em comunidades quilombolas do Vão Grande, município de Barra do Bugres no Mato Grosso, os autores analisaram diferentes fontes de abastecimento, entre elas minas e córregos, a pesquisa eventualmente também apontou valores elevados referentes à condutividade elétrica, que atingiu um máximo de $142,30 \mu\text{S}/\text{cm}$ no início do período chuvoso, o resultado foi associado como consequência da chuva que pode ter causado dissolução de rochas carregando íons para os mananciais, essa foi a conclusão dos autores visto que o ambiente estudado não apresentava indicativos de poluição.

Em relação à turbidez, esse padrão de análise se refere a presença de materiais sólidos em suspensão que reduzem a transparência da água, prejudicando o processo de desinfecção da mesma por servir como proteção a microrganismos impedindo o contato direto com os desinfetantes, sendo assim, um indicador sanitário (BRASIL, 2004).

De acordo com relatórios anuais fornecidos pela DESO no ano de 2020, os valores mais discrepantes em relação à turbidez neste ano no município de Barra dos Coqueiros foram no mês de abril, onde 24 amostras de um total de 46 estiveram fora do padrão, entretanto, em todos os meses pelo duas amostras estiveram em desacordo com o estabelecido. Em Japarutuba abril também foi o mês com mais amostras fora do estabelecido, com duas amostras de um total de 17 (DESO_{a,b,c}, 2020). Já em Pirambu a maior discrepância foi observada em maio, com quatro amostras de um total de 12.

Os sólidos totais dissolvidos (STD) não estão estipulados na portaria de potabilidade, porém o CONAMA nº 396/2008 para o enquadramento de águas subterrâneas, determina o valor máximo permitido de $1.000 \text{ mg}/\text{L}$ para águas com uso predominante para o consumo humano. Esse parâmetro está associado à cor de uma amostra de água, pois esses sólidos que se encontram dissolvidos no meio (seja formados por matéria orgânica ou inorgânica) são a causa da redução de incidência da luz. Os coloides orgânicos podem ser ácidos húmicos e fúlvicos, que são naturais, ou

até mesmo provenientes do despejo de efluentes, enquanto os inorgânicos podem ser citados óxidos de ferro e manganês (PIVELI, KATO, 2005).

A salinidade é um dos parâmetros sem padrão estabelecido, é uma variável responsável por definir a água como doce, salina e salobra, portanto, são verificadas as baixas concentrações de sais nas análises em decorrência das amostras serem de água doce. Além disso, a salinidade é associada ao teor de sais dissolvidos como cloretos de Na, Mg e Ca, sulfatos de Mg, K e Ca e carbonatos de Ca e Mg, desta forma, esse parâmetro é relacionado aos sólidos totais dissolvidos e à condutividade na água (OLIVEIRA, CAMPOS, MEDEIROS, 2010; PIRATOBA, 2017).

Já para os parâmetros químicos tem-se o cloro total, que é formado pelo ácido hipocloroso e o íon hipoclorito, ele está disponível para oxidar micro-organismos e se ligar a radicais nitrogenados, sejam esses orgânicos ou inorgânicos, após realizar essa ligação ao radical o cloro tem seu poder desinfetante reduzido e passa a ser o chamado cloro combinado que apresenta forte odor, por sua vez, a combinação entre o cloro livre e o combinado é o cloro total (SANTOS, 2019).

A presença de cloro na água de consumo de maneira geral está atrelada a questões de desinfecção, pois, apesar de a utilização de cloro ou seus derivados não ser obrigatória, a água distribuída deve apresentar uma concentração mínima de cloro residual para eliminação de possíveis patógenos que possam surgir nas tubulações, como estabelecido pela Ministério da Saúde (COSTA, SILVAS, CASTRO, 2015).

O excesso de cloreto em água quando associado ao cátion do sódio, pode afetar o sabor deixando-a salgada, além disso, nas tubulações pode ocasionar sua corrosão. Outro fator desse parâmetro que necessita atenção é que o cloro excedente em água pode ocasionar diversas alergias na pele e nos olhos, e problemas como asma e rinite, principalmente ocasionados pelo banho já que o vapor mantém essas partículas suspensas tendo maior contato (ALMEIDA, SOUZA, 2019; PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA, 2008).

A adição de fluoreto em água distribuída é utilizada como forma de prevenção a cárie dentária, contudo, é pertinente observar que a ingestão diária de água com fluoreto a concentrações maiores que 1,5 mg/L representa risco à dentição em menores de oito anos de idade, podendo causar a chamada fluorose dentária que é definida por falhas na pigmentação dos dentes, manchas brancas e hipomineralização superficial, tornando o esmalte poroso (FRAZÃO, PERES, CURY, 2011; AGOSTINI, 2011).

De acordo com a Portaria nº 888/2021 e a resolução do CONAMA nº 396/2008, para o nitrato é determinado o valor máximo de 10 mg/L. O íon nitrato (NO_3^-) é a forma oxidada do nitrogênio e faz parte do ciclo do nitrogênio nos processos de nitrificação e desnitrificação, e é importante ressaltar que em concentrações elevadas ele está

associado à doença da metahemoglobinemia, dificultando o transporte de oxigênio na corrente sanguínea de bebês (BRASIL, 2014; RODRIGUES, VIEIRA, RODRIGUES, 2011).

Associado ao parâmetro de nitrato, tem-se o nitrito, que é estabelecido como valor máximo 1 mg/L, portanto, nenhuma das amostras analisadas estava fora do limite determinado, esse íon (NO_2^-) é a forma intermediária do processo de oxidação, e por conta desse fato apresenta forte instabilidade em meio aquoso, em excesso, sua presença pode levar a potencial formação de nitrosaminas e nitrosamidas carcinogênicas (VANIN, 2018; ALABURDA, NISHIHARA, 1998).

Outro derivado do nitrogênio é a amônia, sua concentração se encontra associada ao OD, provocando o seu consumo ao ser oxidada biologicamente, além disso, seus níveis na água doce na forma não ionizada (tóxica) crescem com o aumento do pH e temperatura, quando esses são baixos ela se combina com a água para produzir um íon amônio (NH_4^+) e um íon hidróxido (OH^-). A portaria de potabilidade define um máximo de 1,5 mg/L.

Para o sulfato o Ministério da Saúde define um máximo de 250 mg/L, sendo assim todas as amostras analisadas estão de acordo com o estabelecido. O íon sulfato se faz presente em águas naturais através da dissolução de solos e rochas e pela oxidação de sulfeto, enquanto em águas superficiais tem como fonte a descarga de esgoto doméstico e efluentes industriais, já em águas tratadas provém de coagulantes, porém seu excesso quando ingerido, causa o efeito laxativo (CETESB, 2018).

5. 2 Análises Microbiológicas

A seguir são apresentados os resultados das análises microbiológicas das amostras de águas das comunidades estudadas, Tabelas de 8 – 14.

Os parâmetros microbiológicos analisados foram divididos em três grupos: coliformes termotolerantes, coliformes totais e bactérias heterotróficas. Na classe do grupo dos coliformes termotolerantes foi observado crescimento nos pontos AL5; AN2, AN6; CG1, CG4, CG6; PB1, PB2, PB3; PI2; TD3, das amostras coletada, sendo um resultado negativo para as amostras mencionadas, já que os padrões de potabilidade exigem sua ausência, pois esses conglomeram as bactérias do gênero *Escherichia coli*, um micro-organismo comum no organismo humano, especialmente no trato digestório, mas que também pode derivar-se de animais de sangue quente. Sua importância está no fato de que em alguns casos pode produzir enterotoxinas que causam diarreia, e

doenças de origem alimentar grave (OLIVEIRA *et al.*, 2015; PARUCH E MÆHLUM, 2012).

Acerca dos coliformes totais, foi verificado crescimento nos pontos AL1, AL2, AL5; AN1, AN2, AN3, AN6; TD1, TD3; PI2; CG1; PB1, PB2, PB3; PT1, PT2, PT3. Na Portaria nº 888/2021 é definido que no sistema de distribuição (reservatórios e rede), apenas uma amostra, das examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo, sendo necessário monitoramentos futuros nas comunidades Aningas e Patioba.

Já nas análises de bactéria heterotrófica, foi constatado seu crescimento nos pontos AL2, AL5; AN1, AN2; TD1; PI2, PI3; CCG1, CG2; PT2, PT3, todos com resultado acima de 1000 UFC/mL, a portaria recomenda para esse grupo não exceder a 500 unidades formadoras de colônia por mL de amostra, sendo assim, essas 11 amostras estão em desacordo com o estabelecido pela portaria. Abaixo segue os resultados das análises microbiológicas com as respectivas comunidades.

Tabela 8: Resultados das análises microbiológicas de qualidade de água – Comunidade Alagamar

ALAGAMAR	Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)				Coliformes Totais (NMP/100 mL)				Bactérias heterotróficas (UFC/mL)			
	fev/19	jul/19	mai/21	set/21	fev/19	jul/19	mai/21	set/21	fev/19	jul/19	mai/21	set/21
AL1	<1	<1	<1	<1	9,2X10 ⁷	NHC	NHC	NHC	NHC	NHC	NHC	NHC
AL2	< 1	22	<1	<1	NHC	49	NHC	NHC	1000	NHC	NHC	NHC
AL3	< 1	< 1	<1	<1	NHC	NHC	NHC	NHC	NHC	NHC	NHC	NHC
AL4	-	-	<1	<1	-	-	NHC	NHC	-	-	NHC	NHC
AL5	-	-	2,0x10 ⁶	<1	-	-	1,6x10 ⁶	NHC	-	-	1,6x10 ⁶	NHC
AL6	-	-	<1	<1	-	-	NHC	NHC	-	-	NHC	NHC

Legenda: NHC = Não há colônia

Tabela 9: Resultados das análises microbiológicas de qualidade de água – Comunidade Aningas

ANINGAS	Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)				Coliformes Totais (NMP/100 mL)				Bactérias heterotróficas (UFC/mL)			
	fev/19	jul/19	mai/21	set/21	fev/19	jul/19	mai/21	set/21	fev/19	jul/19	mai/21	set/21
AN1	<1	<1	<1	<1	1,1X10 ⁵	NHC	NHC	NHC	10 ⁵	NHC	NHC	NHC
AN2	<1	<1	1,3x10 ⁶	<1	240	NHC	2,4x10 ⁶	NHC	10 ⁴	1000	NHC	NHC
AN3	<1	25	<1	<1	9	240	NHC	NHC	NHC	NHC	NHC	NHC
AN4	-	-	<1	<1	-	-	NHC	NHC	-	-	NHC	NHC
AN5	-	-	<1	<1	-	-	NHC	NHC	-	-	NHC	NHC
AN6	-	-	4,5	<1	-	-	4,5	NHC	-	-	NHC	NHC

Legenda: NHC = Não há colônia

Tabela 10: Resultados das análises microbiológicas de qualidade de água – Comunidade Terra Dura

TERRA DURA	Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)				Coliformes Totais (NMP/100 mL)				Bactérias heterotróficas (UFC/mL)			
	fev/19	jul/19	mai/21	set/21	fev/19	jul/19	mai/21	set/21	fev/19	jul/19	mai/21	set/21
TD1	17	< 1	<1	<1	33	NHC	NHC	NHC	NHC	1000	10 ³	NHC
TD2	<1	<1	<1	<1	NHC	NHC	NHC	X	NHC	100	NHC	X
TD3	6	<1	<1	<1	14	17	NHC	NHC	NHC	NHC	NHC	NHC
TD4	-	-	<1	<1			NHC	X	-	-	NHC	X
TD5	-	-	<1	<1	-	-	NHC	NHC	-	-	NHC	NHC
TD6	-	-	<1	<1	-	-	NHC	NHC	-	-	NHC	NHC
TD7			<1	<1	-	-	NHC	NHC	-	-	NHC	NHC

Legenda: NHC = Não há colônia

Tabela 11: Resultados das análises microbiológicas de qualidade de água – Comunidade Pirangi

PIRANGI	Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)				Coliformes Totais (NMP/100 mL)				Bactérias heterotróficas (UFC/mL)			
	fev/19	jul/19	mai/21	set/21	fev/19	jul/19	mai/21	set/21	fev/19	jul/19	mai/21	set/21
PI1	<1	<1	<1	<1	NHC	NHC	NHC	NHC	NHC	100	101	NHC
PI2	2,4X10 ⁵	<1	<1	<1	2,4X10 ⁵	NHC	NHC	NHC	10000	10000	10	X
PI3	<1	<1	<1	<1	NHC	NHC	NHC	NHC	1000	10000	NHC	NHC
PI4	-	-	21	<1	-	-	NHC	NHC	-	-	101	X
PI5	-	-	7,8	<1	-	-	NHC	NHC	-	-	101	NHC

Legenda: NHC = Não há colônia

Tabela 12: Resultados das análises microbiológicas de qualidade de água – Comunidade Santa Galo

CANTA GALO	Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)				Coliformes Totais (NMP/100 mL)				Bactérias heterotróficas (UFC/mL)			
	fev/19	jul/19	mai/21	set/21	fev/19	jul/19	mai/21	set/21	fev/19	jul/19	mai/21	set/21
CG1	1,8	<1	<1	<1	170	NHC	NHC	NHC	1000	1000	101	NHC
CG2	< 1	< 1	<1	<1	NHC	NHC	NHC	NHC	NHC	NHC	10	X
CG3	< 1	< 1	<1	<1	NHC	NHC	NHC	NHC	1000	NHC	NHC	NHC
CG4	-	-	21	<1	-	-	NHC	NHC	-	-	101	X
CG5	-	-	7,8	<1	-	-	NHC	NHC	-	-	101	NHC
CG6	-	-	<1	<1	-	-	NHC	NHC	-	-	101	NHC

Legenda: NHC = Não há colônia

Tabela 13: Resultados das análises microbiológicas de qualidade de água – Comunidade Pontal da Barra

PONTAL DA BARRA	Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)				Coliformes Totais (NMP/100 mL)				Bactérias heterotróficas (UFC/mL)			
	fev/19	jul/19	mai/21	set/21	fev/19	jul/19	mai/21	set/21	fev/19	jul/19	mai/21	set/21
PB1	7,3	NR	<1	<1	62	NR	NHC	NHC	NHC	100	NHC	NHC
PB2	7,2	<1	<1	<1	9	14	NHC	NHC	100	100	NHC	NHC
PB3	22	<1	<1	<1	22	NHC	NHC	NHC	NHC	NHC	NHC	NHC
PB4	-	-	<1	<1	-	-	NHC	NHC	-	-	NHC	NHC
Pb5	-	-	<1	<1	-	-	NHC	NHC	-	-	NHC	NHC
PB6	-	-	<1	<1	-	-	NHC	NHC	-	-	NHC	NHC

Legenda: NR = Não realizado; NHC = Não há colônia

Tabela 14: Resultados das análises microbiológicas de qualidade de água – Comunidade Patioba

PATIOBA	Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)				Coliformes Totais (NMP/100 mL)				Bactérias heterotróficas (UFC/mL)			
	fev/19	jul/19	mai/21	set/21	fev/19	jul/19	mai/21	set/21	fev/19	jul/19	mai/21	set/21
PT1	<1	<1	<1	<1	23	NHC	NHC	NHC	100	NHC	NHC	NHC
PT2	<1	NR	<1	<1	4	NR	2	NHC	10000	NR	NHC	NHC
PT3	<1	NR	<1	<1	4,5	NR	2	NHC	1000	NR	NHC	NHC
PT4	-	-	<1	<1	-	-	NHC	NHC	-	-	NHC	NHC
PT5	-	-	<1	<1	-	-	NHC	NHC	-	-	NHC	NHC
PT6	-	-	<1	<1	-	-	NHC	NHC	-	-	NHC	NHC

Legenda: NR = Não realizado; NHC = Não há colônia

5. 3 Análises em HPLC

De início, para o incremento do método analítico, foram otimizadas as condições cromatográficas empregando a técnica de HPLC UV-Vis/DAD para determinação dos desreguladores estudados, para assim fazer o uso da técnica de extração em fase sólida (SPE), foram realizados procedimentos em bancada para otimização da metodologia de preparo de amostra. Logo após, otimizou-se os parâmetros da SPE foram avaliadas as figuras de mérito para a validação do método analítico proposto. Por fim, o método foi aplicado em matrizes reais em amostras de água das comunidades quilombolas estudadas.

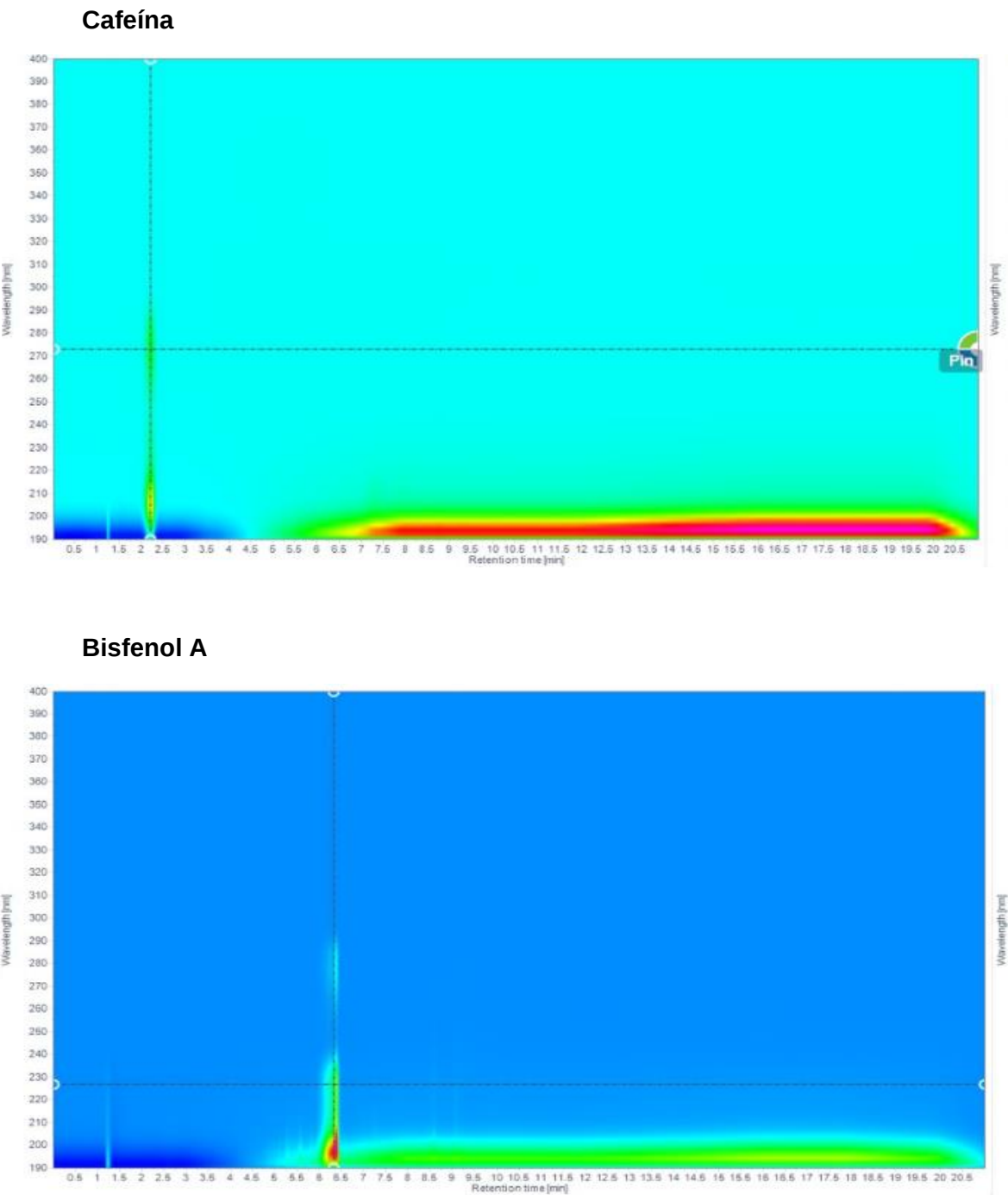
5. 3. 1 Otimização das condições cromatográficas de análise

As soluções de trabalho em concentração de 100 mg/L foram injetadas individualmente no HPLC Agilent com detector UV-Vis/DAD em modo exploratório de eluição. O modo exploratório de análise tem como princípio variar da menor a maior proporção do solvente orgânico da fase móvel do sistema cromatográfico, variando de 5 - 100%, em um tempo total de corrida de 30 – 60 minutos, para então conhecer a proporção na qual o solvente orgânico seja eluído pela coluna. Este método de análise consiste em uma ferramenta utilizada no desenvolvimento de um método de separação analítica, pois é capaz de fornecer mais informações relacionadas ao desempenho dos analitos. Permitindo assim saber o grau de afinidade com as fases estacionária e móvel, tempo de retenção, e possíveis coeluições, informações essas de grande importância na elaboração de um método de eluição, podendo ele ser isocrático ou gradiente, trazendo assim uma redução de número de experimentos e, consequentemente redução de custos operacionais (SNYDER, DOLAN, 2007).

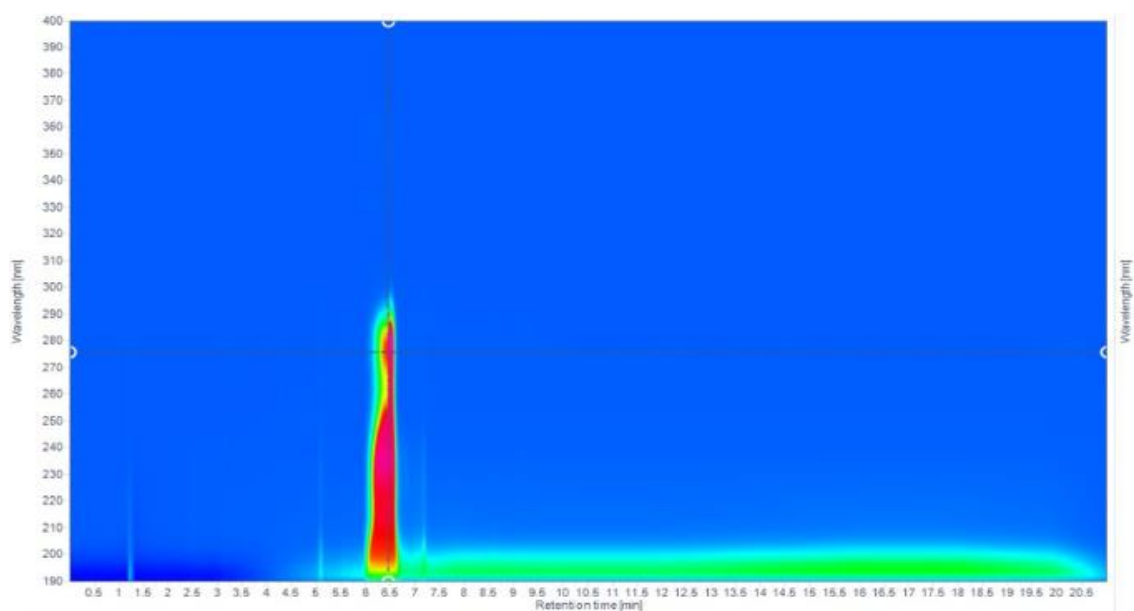
Outra informação importante que se pôde verificar através da primeira análise dos desreguladores foi o comprimento de onda em que os compostos melhor absorveram a radiação (UV-VIS). Já que o funcionamento do detector por arranjo de diodos baseia-se na absorção de luz por parte da amostra ao passar através dela uma radiação eletromagnética de comprimentos de onda variável entre o UV-VIS, cobrindo a faixa de 190-400 nm, através de monocromador que seleciona o comprimento de onda desejado do feixe de luz emitido pelas lâmpadas de deutério (UV) ou tungstênio (VIS) (COLLINS, 2006).

Os espectros de absorção dos desreguladores cafeína, bisfenol A, dibutilftalato, dietilftalato, etinilestradiol e nonilfenol são apresentados na Figura 8.

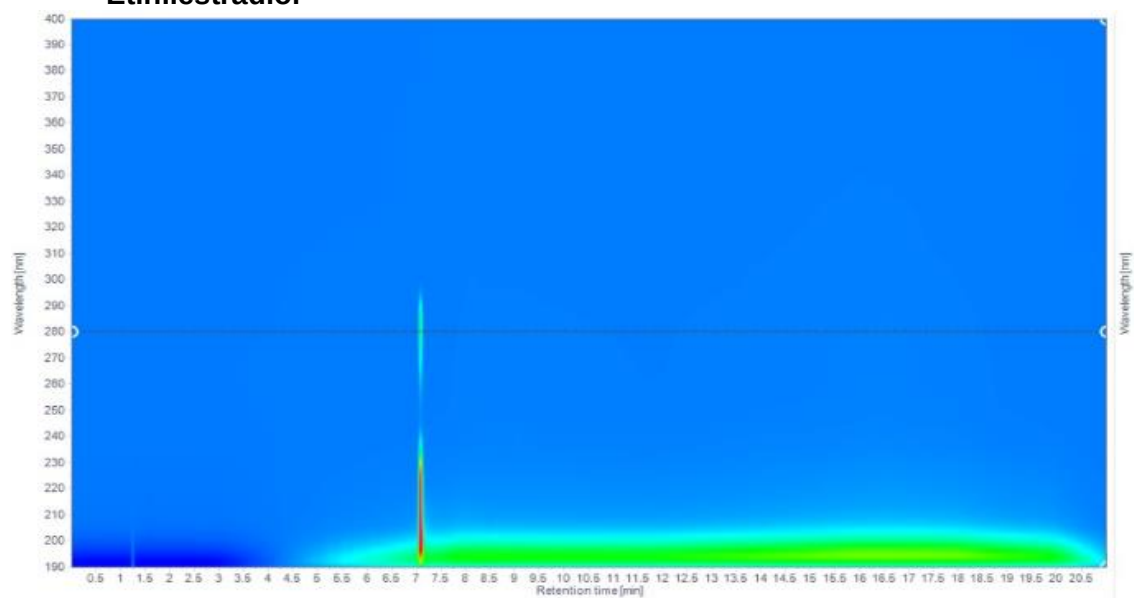
Figura 8: Espectros de absorção dos desreguladores endócrinos.



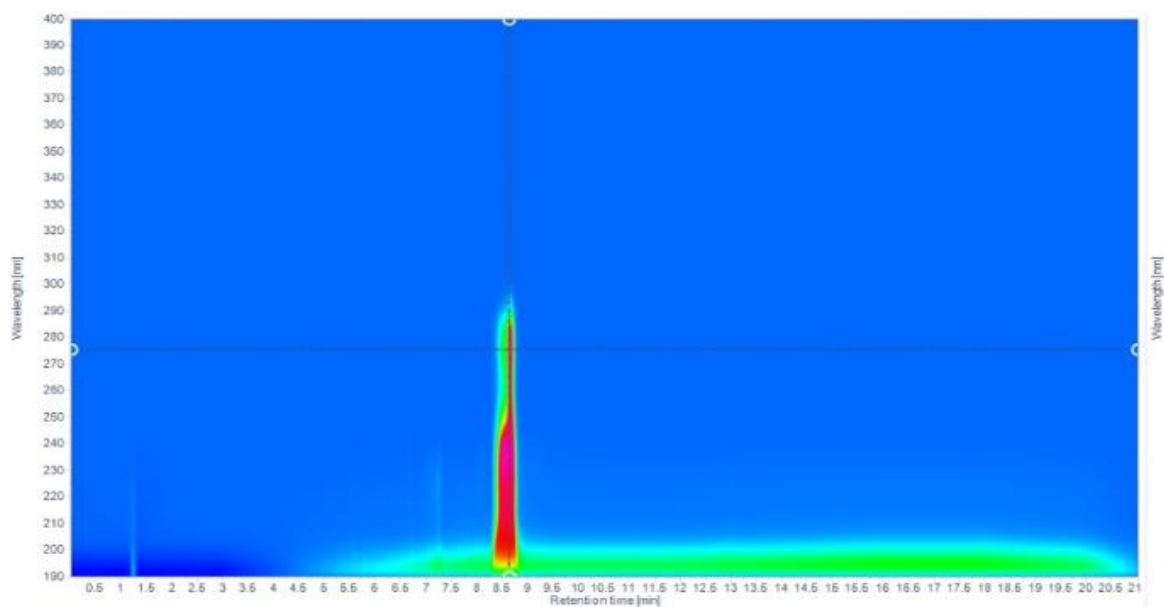
Dietilftalato



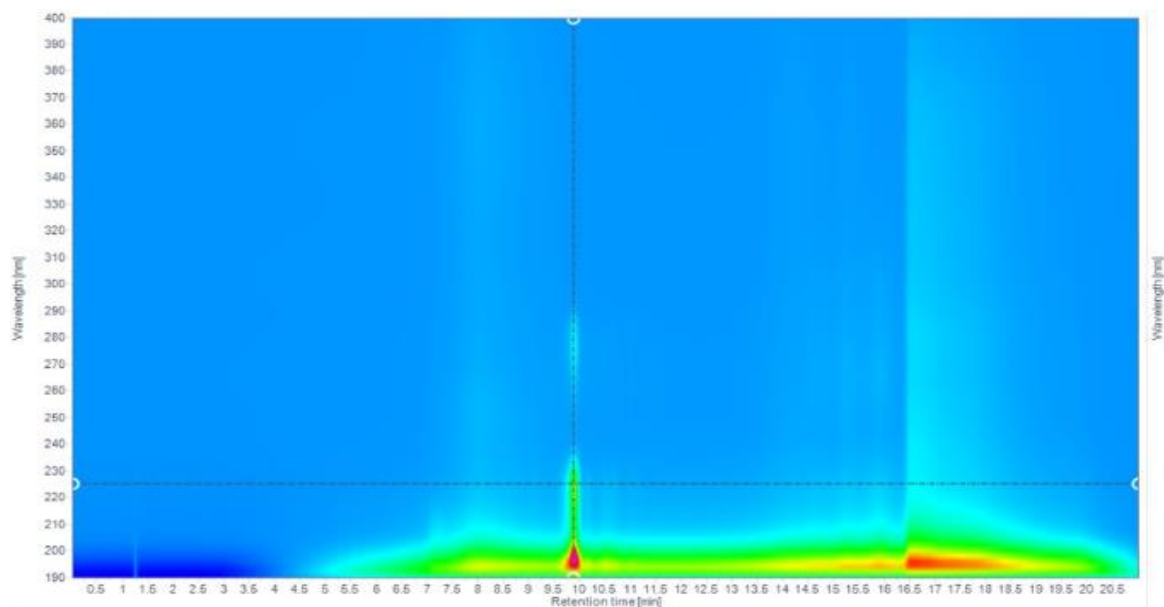
Etinilestradiol



Dibutilftalato



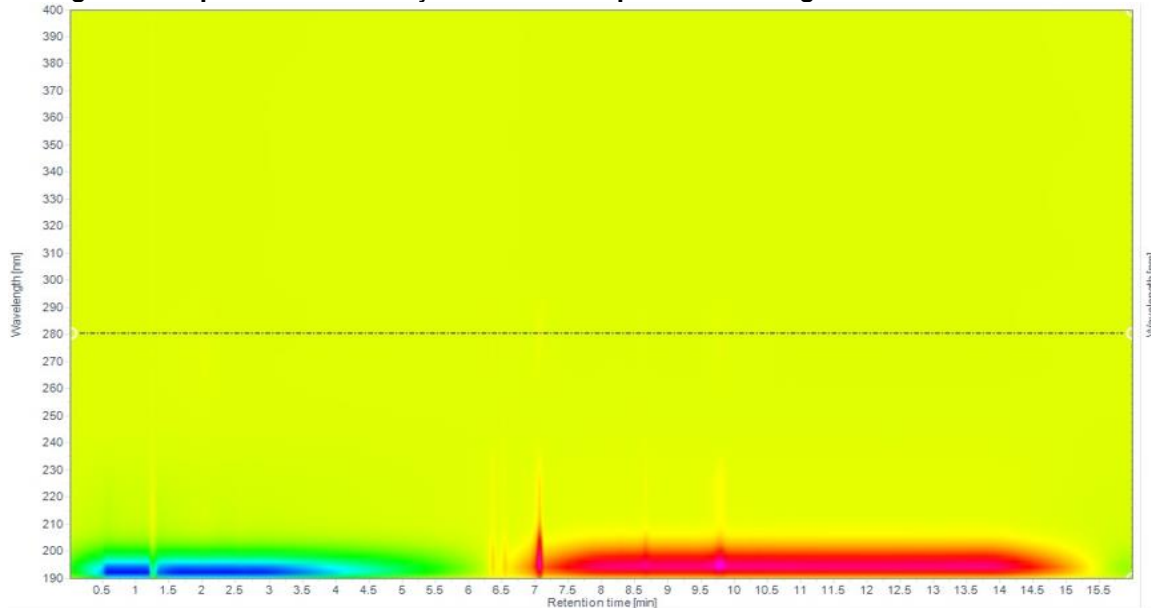
Nonilfenol



Conforme a Figura 8 é possível verificar que o detector por arranjo de diodos se mostrou eficiente para análises dos desreguladores endócrinos para os padrões estudados, uma vez que com a radiação UV-VIS incidida sobre as moléculas, a região constituída por grupos cromóforos foi excitada emitindo espectros com bandas intensas e definidas em comprimentos de ondas próximos a 260 nm. No entanto, selecionando

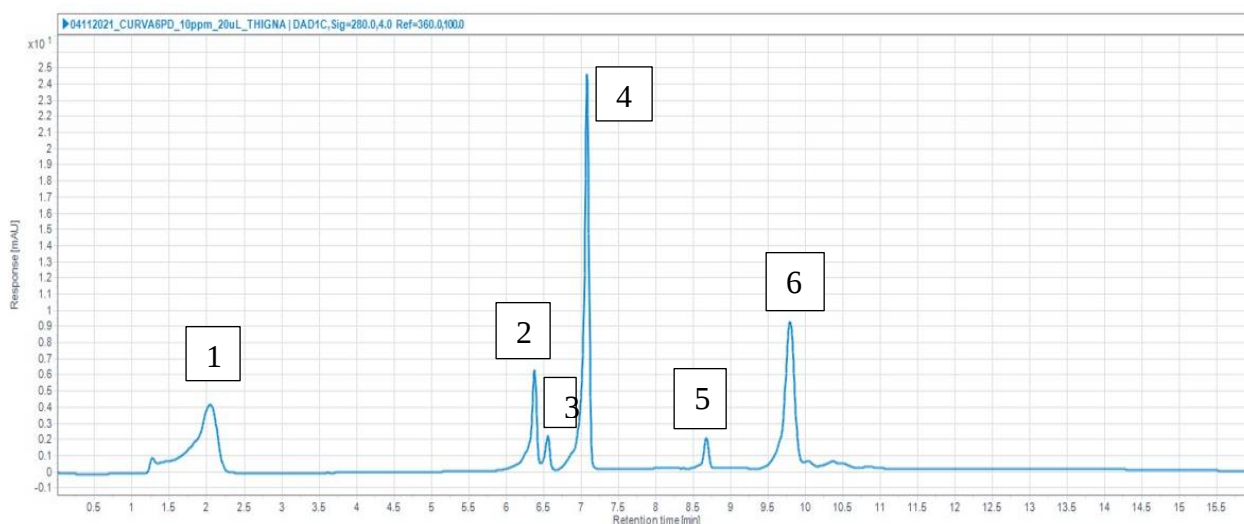
o comprimento de onda em 280 nm, obteve-se uma ótima resposta dos analitos. Sendo assim, usou-se esse comprimento de onda para as análises posteriores. Figura 9 representa um MIX dos padrões estudados no comprimento de onda em 280nm.

Figura 9: Espectros de absorção do MIX dos padrões desreguladores endócrinos



Por meio das análises individuais em modo exploratório foi possível verificar que os analitos contestaram bem as condições cromatográficas de análise, e que os padrões bisfenol A e dietilftalato apresentaram tempos de retenção próximos, o que poderia resultar em uma coeluição dos analitos.

Figura 10: Cromatograma da solução padrão dos desreguladores endócrinos em 10 mg/L em HPLC UV-Vis/DAD.



1: Cafeína; 2: Bisfenol A; 3: Dietilftalato; 4: Etinilestradiol; 5: Dibutilftalato; 6: Nonilfenol

Os padrões bisfenol A e dietilftalato tiveram uma separação satisfatória para posterior análises e identificação dos analitos nas amostras em estudo, sendo importante destacar que diversos são os fatores que influenciam no processo de separação em cromatografia líquida, a exemplo da composição da fase móvel e da fase estacionária, velocidade da fase móvel e temperatura do forno da coluna analítica (SNYDER, KIRKLAND, DOLAN, 2010). Na Figura 10 ainda pode se observar uma coeluição da cafeína com o solvente metanol, isto se dá pelo comprimento de onda do padrão e solvente absorverem em uma faixa próxima um do outro (SIGMA-ALDRICH, 2021). Contudo ainda se faz de forma satisfatória uma possível identificação do composto nas amostras.

5. 3. 1. 1 Vazão da fase móvel

Um outro parâmetro verificado para otimização das condições cromatográficas foi da vazão da fase móvel na separação dos compostos. Pois, a separação dos analitos é realizada levando-se em consideração as interações do soluto com os solventes da fase móvel, as quais são resultantes de propriedades tais como polaridade, viscosidade, pH e outros (SNYDER, KIRKLAND, DOLAN, 2010).

O fluxo fase móvel é responsável pela velocidade de difusão de massa do soluto entre a fase móvel e a fase estacionária. A vazão da fase móvel influencia na retenção dos compostos. Assim ao aumentar a velocidade da fase móvel diminui-se o tempo de interação do analito com a fase estacionária da coluna e, em consequência disto, tem-se a diminuição do tempo de retenção do analito. Assim, a variação do fluxo e da composição da fase móvel permite aumentar ou diminuir a retenção do analito, refletindo consequentemente na separação dos compostos da matriz (SNYDER, KIRKLAND, DOLAN, 2010). Logo, foi utilizada uma solução dos seis padrões selecionados, em concentração de 10 mg/L. Conforme especificações da coluna cromatográfica Phenomenex o fluxo ideal para uma boa separação dos analitos é de 1,0 mL/min devido ao seu tamanho e porosidade.

Assim, selecionada todas as condições de análises, constituindo de temperatura a 40° C, a utilização da coluna Phenomenex - Kinetex 5 μ EVO C₁₈ 100^a (150 x 4,6 mm), um fluxo da fase móvel 1,0 mL/min, eluição por um gradiente com fase móvel composta pela mistura Metanol:Água, como mostrando na tabela 15, e um tempo total de corrida de 16 minutos.

Tabela 15: Gradiente da fase móvel.

Minutos	Gradiente da Fase Móvel	
	A	B
	Água	Metanol
0	70	30
6	40	60
8	20	80
10	20	80
12	30	70
14	40	60
16	70	30

Obteve-se uma análise simultânea dos desreguladores endócrinos e um cromatograma com picos bem definidos e com boa separação (Figura 10), sendo identificados os tempos de retenção dos analitos na Tabela 16.

Tabela 16: Tempo de retenção dos desreguladores estudados

Número de identificação	Desreguladores endócrinos	Tempo de retenção (min)
1	Cafeína	2,047
2	Bisfenol A	6,380
3	Dietilftalato	6,558
4	Etinilestradiol	7,082
5	Dibutilftalato	8,678
6	Nonilfenol	9,796

Após às otimizações das condições cromatográficas, foram iniciados os ensaios de extração dos desreguladores endócrinos em água, utilizando a técnica de extração em fase sólida (SPE).

5. 3. 1. 2 Otimização do preparo de amostra utilizando a extração em fase sólida (SPE)

A determinação de desreguladores endócrinos em água comumente necessita de um pré-tratamento da amostra, pois se os compostos interferentes não forem removidos poderão afetar a identificação e a quantificação dele. O pré-tratamento inclui o isolamento e a pré-concentração dos analitos, por essas razões optou-se por trabalhar com a SPE, por ser uma técnica capaz de extrair e pré concentrar os analitos de interesse (CALDAS, et. al, 2011).

Os testes iniciais foram baseados no trabalho de Moreira *et al.* (2011), o qual fez uso de cartuchos Sep-Pak Vac C18 e metanol como solvente de eluição para uma extração em fase sólida (SPE) dos compostos estudados.

5. 3. 1. 3 Seleção do adsorvente

Na extração em fase sólida a escolha do solvente/adsorvente mais adequado está relacionada à polaridade e a solubilidade dos analitos, assim como a natureza da sua matriz, a fim de ocorrer o isolamento dos analitos mais polares com os adsorventes polares e os menos polares com os adsorventes apolares (AQUINO *et al.*, 2011; CALDAS, 2011).

Com isso adsorvente que melhor responde a natureza da matriz em estudo temos o de natureza apolar, como o C₁₈, que comumente é utilizado nas aplicações que requerem uma fase apolar quimicamente modificada.

Foram realizados ensaios em triplicata para o adsorvente supracitado e os valores de recuperação nos extratos foram calculados a partir da solução padrão de comparação de concentração de 10 mg/L.

A Tabela 17 mostra os valores percentuais de recuperação e os coeficientes de variação (CV) obtidos.

Tabela 17: Eficiência na recuperação dos desreguladores em água 10 mg/L em SPE

Desreguladores endócrinos	Adsorvente (C ₁₈)
	Recuperação média +/- CV (%) (n = 3)
Cafeína	74,12% ± 0,8
Bisfenol A	67,07% ± 0,3
Dietilftalato	89,36 ± 0,9
Etinilestradiol	76,28 ± 0,3
Dibutilftalato	105,17 ± 0,5
Nonilfenol	89,59 ± 0,8

Os valores de recuperação foram calculados com base na Equação (1), provenientes da quantificação das áreas integradas dos picos cromatográficos dos extratos fortificados e dos picos da solução comparação. O adsorvente C₁₈ se mostrou eficiente para a extração dos desreguladores endócrinos, proporcionando porcentagens de recuperações de 67,07 ± 10,6% a 105 ± 6,2%, o valor aceitável estabelecido pela literatura de 70 a 120% e um ótimo coeficiente de variação cujo valor seja no máximo ± 20%.

$$\text{Recuperação (\%)} = \frac{\text{Área do extrato}}{\text{Área da Solução de Comparação}} \% 100 \quad (1)$$

Segundo Caldas (2011), é comum o uso de adsorventes hidrofóbicos, como o C₁₈, em análise ambiental, particularmente no isolamento e pré-concentração de

desreguladores em águas, podendo assim diferenciar e isolar o analito interferentes presentes nas amostras. Deve-se também aos valores de recuperação à baixa interação dos analitos com a superfície do adsorvente o que permite que sejam eluídos mais facilmente com o metanol.

Em uma pesquisa conduzida por Goeury *et al.* (2019), os autores buscaram verificar em água ultrapura, água da torneira, água superficial e efluente e afluente de água residual a presença de BPA e 13 outros hormônios, sendo esses testosterona, progesterona, medroxiprogesterona, levonorgestrel, noretina-drona, androstenediona, estrona, β -estradiol, α -estradiol, equilina, equilenina, etinilestradiol e estriol. Para isso, aplicaram uma metodologia alternativa de acordo com os requisitos do Método 539.1 da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, aplicando SPE acoplada on-line à espectrometria de massa em tandem de cromatografia líquida de ultra-alta performance (UHPLC-MS/MS), obtendo eficiências entre 64% e 79% e coeficiente de determinação (R^2) > 0,9980.

Com isso pode-se observar que os valores de recuperação obtidos no presente estudo ($67,07 \pm 10,6\%$ a $105 \pm 6,2\%$) estão dentro do esperado quando comparados a outros estudos na mesma vertente.

5. 3. 2 Validação do método analítico

Finalizado o desenvolvimento do método analítico de extração em fase sólida, o método foi submetido à avaliação de diferentes parâmetros de qualidade a fim de que forneça resultados confiáveis nas condições em que será aplicado. Os parâmetros avaliados foram: linearidade, sensibilidade, precisão, exatidão, limite de detecção e limite de quantificação, cujos resultados são descritos a seguir:

5. 3. 2. 1 Linearidade e Sensibilidade

Para que a linearidade do método para a determinação dos desreguladores endócrinos fosse conhecida, foram preparadas curvas analíticas com padrões dos desreguladores estudados, sendo assim foi construída uma curva analítica, preparada uma solução conjunta de 100 mg/L em metanol dos seis padrões em estudo, do qual foram preparadas soluções nas concentrações 0,01; 0,05; 0,10; 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0 mg/L, realizadas em triplicatas. Após análise, as curvas foram construídas a partir da relação entre a concentração e o sinal de cada analito. As curvas analíticas são reportadas na Figura A no apêndice. A Tabela 18 apresenta os valores do

coeficiente de determinação (R^2) e as equações da reta obtidas a partir das curvas analíticas de cada agrotóxico estudado por HPLC UV-VIS/DAD.

Tabela 18: Valores de coeficientes de determinação e equações da reta dos desreguladores endócrinos estudados em um intervalo de concentração de 0,01 – 10 mg/L

Desreguladores endócrinos	Equação da Reta	Coeficiente de Determinação (R^2)
Caféina	$y = 4,4861x - 0,0621$	$R^2 = 0,9962$
Bisfenol A	$y = 1,7801x - 0,0649$	$R^2 = 0,9963$
Dietilftalato	$y = 1,1368x - 0,011$	$R^2 = 0,9997$
Etinilestradiol	$y = 6,2285x - 0,8725$	$R^2 = 0,9924$
Dibutilftalato	$y = 0,3848x - 0,0184$	$R^2 = 0,9966$
Nonilfenol	$y = 3,9663x - 0,4464$	$R^2 = 0,9966$

Na Tabela 14 verifica-se que os coeficientes de determinação tiveram uma média de 0,9963, indicando uma excelente resposta linear, visto que a ANVISA recomenda um coeficiente de determinação igual a 0,99, enquanto o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) aceita valores acima de 0,90 (ANVISA, 2021, INMETRO 2003). Foram feitas curvas de calibração com concentração entre 0,01mg/L a 10mg/L, com 11 pontos de concentrações diferentes, sendo realizada em triplicata.

Ainda fazendo uso das equações da reta obtidas, foi verificada a sensibilidade do método avaliando os coeficientes angulares, sabendo que quanto maior o coeficiente maior a sensibilidade do método desenvolvido ao analito. Com isso, pode-se afirmar que o método apresenta maior sensibilidade ao padrão etinilestradiol ao passo que ao dibutilftalato possui uma sensibilidade menor em relação aos demais (RIBANI *et al.*, 2004).

5. 3. 2. 2 Precisão e Exatidão

Neste trabalho a precisão foi determinada por meio da repetibilidade (intradia) e precisão intermediária (interdia). A repetibilidade foi avaliada analisando-se 5 vezes uma solução padrão mix dos 6 desreguladores endócrinos selecionados em concentração de 10 mg/L no mesmo dia, nas mesmas condições experimentais e para precisão intermediária as análises foram realizadas em 3 dias diferentes. Os resultados das análises são expressos pelo coeficiente de variação apresentados na Tabela 19 (página 73).

Tabela 19: Valores de precisão intradia e interdia dos desreguladores em concentração de 10 mg/L.

Desreguladores endócrinos	Intradia CV(%) (n=5)			Interdia CV(%) (n=3)
	Dia 1	Dia 2	Dia 3	
Cafeína	0,15	0,14	0,22	0,28
Bisfenol A	0,022	0,018	0,045	0,104
Dietilftalato	0,024	0,012	0,036	0,113
Etinilestradiol	0,016	0,045	0,045	0,233
Dibutilftalato	0,020	0,022	0,029	0,128
Nonilfenol	0,34	0,40	0,31	0,42

Os resultados da precisão intradia e interdia descritos na Tabela 15 são satisfatórios, dados que estão dentro do critério de aceitação de 5%, demonstrando assim um método preciso (RIBANI 2004, INMETRO 2003).

5. 3. 2. 3 Limite de Detecção (LD) e Limite de Quantificação (LQ)

Os limites de detecção e quantificação foram determinados a partir do método visual. No qual para definir o LD foram feitas diluições sucessivas de uma solução padrão dos 6 desreguladores e analisadas até que não fosse possível a detecção do analito. Ao passo que para determinar o LQ, foram realizadas extrações utilizando o C₁₈ e que fosse observado o nível de fortificação limite para que os analitos fossem quantificados de forma segura. A Tabela 20 reporta os resultados obtidos com as análises.

Tabela 20: Limite de Detecção (LD) e limite de quantificação (LQ) do método utilizando o C₁₈.

Disruptor endócrino	LD (µg/g)	LQ (µg/g)
Cafeína	0,44	0,87
Bisfenol A	0,42	0,84
Dietilftalato	0,81	1,59
Etinilestradiol	0,43	0,85
Dibutilftalato	0,41	0,81
Nonilfenol	0,43	0,86

5. 4 Aplicação do método em amostra real

Após certificação da eficácia da metodologia, aplicou a injeção no HPLC Agilent 1260 Infinity II UV-Vis/DAD para leitura das amostras. A partir dos dados da curva de calibração obteve dados para a quantificação dos compostos estudados.

Os compostos analisados neste trabalho não são contemplados na legislação vigente no Brasil, portanto, não há limites máximos seguro para consumo, no âmbito nacional. No entanto, a União Europeia (UE), sob a responsabilidade da *European Food Safety Authority* (EFSA), recomenda um limite máximo diário de consumo seguro em 5mg/kg do indivíduo, essa organização vem trabalhando prioritariamente para os limites individual dos compostos quanto a água superficial, ainda sem estabelecer limites na água de consumo (OTOMO, 2005). Ainda segundo Otomo, 2005 a agência de proteção ao meio ambiente dos Estados Unidos (United States Environmental Protection Agency –USEPA) propõe a regulamentação/monitoramento da água para o consumo humano. Entretanto, ainda não foram estabelecidos limites seguros para cada um dos desses compostos.

Estudos demonstram que os métodos tradicionais de tratamento da água (coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, fluoretação e correção do pH) não conseguem remover de forma satisfatória esses compostos (LIMA, 2017). Desta forma, caso o manancial esteja contaminado com essas substâncias, as comunidades quilombolas que recebem a água tratada pelo sistema de distribuição, podem estar consumindo água com concentrações que possam prejudicar e/ou desregular seu sistema endócrino.

Na tabela 21 são relacionados estudos nacionais e internacionais sobre a avaliação dos desreguladores endócrinos como os marcadores das atividades antropogênica em mananciais destinados ao abastecimento público, afluentes e efluentes de estações de tratamento de esgoto e de água (OTOMO, 2015).

Tabela 21: Faixa de concentração, em ng/L, encontradas em estudos dos disruptores endócrinos.

Composto	País	Concentração	Referência
Cafeína	Dinamarca	65 -382	Matamoros <i>et al.</i> 2012
	EUA	<LQ - 73	Hedgespeth <i>et al</i> 2012
Bisfenol A	Brasil	< 2.300 – 64.200	Ghiselli, 2006
	Reino Unido	69,3	Hibberd, 2010
	China	2,2 – 1.030	Zhao, et al., 2009
	Alemanha	0,5 - 14	Kuch & Ballschmiter, 2001
	Portugal	200 – 4.000	Azevedo, et al., 2001
	Brasil	38 – 13.016	Raimundo, 2007
	China	229 - 690	Wang, et al., 2012
	Brasil	< 0,1 – 1.061	Oliveira, 2012
Dietilftalato	Brasil	< 120 – 3.200	Ghiselli, 2006
	Brasil	7 – 1.881	Oliveira, 2012
	China	15 - 320	Zeng, et al., 2008
	Brasil	< 1 - 16,8	Loureiro, 2002
	Espanha	150 - 980	Zafra-Goméz et al., 2008
Etinilestradiol	Alemanha	0,00015-0,0005	Kuch & Ballschmiter, 2001
	Brasil	5,0	Loureiro, 2002
	Holanda	< 0,2-7,6	Belfroid et al., 1999
	Inglaterra	0,2-7,0	Desbrow, et al., 1998
	EUA	73,0	Kolpin et al., 2002
	França	0,001-0,003	Cargouët et al., 2004
Dibutilftalato	Brasil	390 – 2.400	Ghiselli, 2006
	Brasil	30 – 33.100	Raimundo, 2007
	Brasil	10 – 12.921	Oliveira, 2012
	China	940 – 3.600	Zeng, et al., 2008
	Brasil	1,66 - 37,9	Loureiro, 2002
Nonilfenol	Reino Unido	< 0,01 - 4,4	Hibberd, 2010
	China	28,1 – 8.890	Zhao, et al., 2009
	Alemanha	6,7 - 134	Kuch & Ballschmiter, 2001
	Portugal	300 – 30.000	Azevedo, et al., 2001
	Brasil	14 – 3.880	Oliveira, 2012
	Espanha	120 - 150	Zafra-Goméz et al., 2008

(OTOMO, 2015, Bila 2007; adaptada, autor 2022)

Abaixo segue os resultados encontrados para os disruptores endócrinos nas comunidades quilombolas.

Os resultados referentes as determinações dos disruptores endócrinos nas amostras de água coletadas, nas comunidades quilombolas, nos períodos de março de 2019, agosto de 2019, maio de 2021 e outubro de 2021 são apresentados no apêndice 2. As estatísticas descritivas são apresentadas nas Tabelas 22 – 28.

Tabela 22 – Estatística descritiva da determinação dos compostos cafeína, bisfenol A, dietilftalato, etinilestradiol, dibutilftalato e nonilfenol nas amostras coletadas em Alagamar, em µg/L.

2ª Coleta - Alagamar (08/2019)						
	Cafeína	Bisfenol A	Dietilftalato	Etinilestradiol	Dibutilftalato	Nonilfenol
Média	<LD	0,782	1,742	1,189	85,390	1,714
Erro padrão	<LD	0,453	1,481	0,596	39,443	0,875
Mediana	<LD	0,775	0,538	1,723	48,071	2,267
Desvio padrão	<LD	0,785	2,565	1,032	68,318	1,515
Mínimo	<LD	0,000	0,000	0,000	43,860	0,000
Máximo	<LD	1,570	4,687	1,845	164,239	2,876
3ª Coleta - Alagamar (05/2021)						
	Cafeína	Bisfenol A	Dietilftalato	Etinilestradiol	Dibutilftalato	Nonilfenol
Média	0,021	0,191	0,245	1,454	2,781	1,791
Erro padrão	0,021	0,126	0,134	0,291	1,491	0,397
Mediana	0,000	0,000	0,121	1,750	1,759	2,228
Desvio padrão	0,050	0,308	0,328	0,713	3,653	0,972
Mínimo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Máximo	0,124	0,707	0,855	1,772	9,992	2,564
4ª Coleta - Alagamar (09/2021)						
	Cafeína	Bisfenol A	Dietilftalato	Etinilestradiol	Dibutilftalato	Nonilfenol
Média	<LD	0,434	0,605	1,146	17,887	2,233
Erro padrão	<LD	0,150	0,160	0,363	10,327	0,075
Mediana	<LD	0,505	0,596	1,714	2,663	2,172
Desvio padrão	<LD	0,366	0,391	0,888	25,296	0,184
Mínimo	<LD	0,000	0,000	0,000	1,073	2,074
Máximo	<LD	0,869	1,151	1,729	57,925	2,585

Tabela 23 – Estatística descritiva da determinação dos compostos cafeína, bisfenol A, dietilftalato, etinilestradiol, dibutilftalato e nonilfenol nas amostras coletadas em Aningas, em µg/L.

2ª Coleta - Aningas (08/2019)						
	Cafeína	Bisfenol A	Dietilftalato	Etinilestradiol	Dibutilftalato	Nonilfenol
Média	0,230	1,393	0,588	<LD	103,790	2,074
Erro padrão	0,230	0,188	0,080	<LD	51,357	1,082
Mediana	0,000	1,509	0,633	<LD	151,359	2,579
Desvio padrão	0,399	0,326	0,138	<LD	88,953	1,874
Mínimo	0,000	1,024	0,433	<LD	1,166	0,000
Máximo	0,691	1,644	0,697	<LD	158,844	3,644
3ª Coleta - Aningas (05/2021)						
	Cafeína	Bisfenol A	Dietilftalato	Etinilestradiol	Dibutilftalato	Nonilfenol
Média	<LD	0,000	0,802	1,502	1,956	2,428
Erro padrão	<LD	0,000	0,106	0,301	0,155	0,062
Mediana	<LD	0,000	0,792	1,805	1,884	2,417
Desvio padrão	<LD	0,000	0,259	0,738	0,380	0,153
Mínimo	<LD	0,000	0,464	0,000	1,509	2,234
Máximo	<LD	0,000	1,151	1,874	2,663	2,637
4ª Coleta - Aningas (09/2021)						
	Cafeína	Bisfenol A	Dietilftalato	Etinilestradiol	Dibutilftalato	Nonilfenol
Média	<LD	0,302	0,559	1,486	74,724	2,157
Erro padrão	<LD	0,206	0,147	0,298	8,351	0,078
Mediana	<LD	0,000	0,607	1,761	70,228	2,137
Desvio padrão	<LD	0,505	0,359	0,729	20,456	0,192
Mínimo	<LD	0,000	0,000	0,000	53,840	1,916
Máximo	<LD	1,206	0,918	1,833	107,169	2,434

Tabela 24 – Estatística descritiva da determinação dos compostos cafeína, bisfenol A, dietilftalato, etinilestradiol, dibutilftalato e nonilfenol nas amostras coletadas em Pirangi, em µg/L.

1ª Coleta - Pirangi (03/2019)						
	Cafeína	Bisfenol A	Dietilftalato	Etinilestradiol	Dibutilftalato	Nonilfenol
Média	0,410	0,503	0,982	1,210	46,418	1,978
Erro padrão	0,410	0,252	0,982	0,607	1,432	0,278
Mediana	0,000	0,727	0,000	1,729	46,386	2,231
Desvio padrão	0,711	0,436	1,700	1,051	2,479	0,481
Mínimo	0,000	0,000	0,000	0,000	43,954	1,423
Máximo	1,231	0,781	2,945	1,901	48,913	2,279
3ª Coleta - Pirangi (05/2021)						
	Cafeína	Bisfenol A	Dietilftalato	Etinilestradiol	Dibutilftalato	Nonilfenol
Média	0,121	0,602	2,052	1,429	1,023	1,736
Erro padrão	0,093	0,175	0,743	0,359	0,303	0,131
Mediana	0,000	0,734	1,773	1,752	0,761	1,771
Desvio padrão	0,208	0,391	1,661	0,802	0,678	0,294
Mínimo	0,000	0,000	0,116	0,000	0,574	1,351
Máximo	0,479	0,963	4,159	1,878	2,227	2,161
4ª Coleta - Pirangi (09/2021)						
	Cafeína	Bisfenol A	Dietilftalato	Etinilestradiol	Dibutilftalato	Nonilfenol
Média	<LD	0,356	0,346	1,402	45,557	2,210
Erro padrão	<LD	0,147	0,214	0,351	2,247	0,037
Mediana	<LD	0,525	0,148	1,739	46,449	2,192
Desvio padrão	<LD	0,329	0,479	0,784	5,024	0,082
Mínimo	<LD	0,000	0,000	0,000	37,873	2,119
Máximo	<LD	0,673	1,140	1,791	51,376	2,310

Tabela 25 – Estatística descritiva da determinação dos compostos cafeína, bisfenol A, dietilftalato, etinilestradiol, dibutilftalato e nonilfenol nas amostras coletadas em Terra Dura, em µg/L.

2ª Coleta - Terra Dura (08/2019)						
	Cafeína	Bisfenol A	Dietilftalato	Etinilestradiol	Dibutilftalato	Nonilfenol
Média	0,484	0,507	1,285	0,920	61,831	2,353
Erro padrão	0,484	0,294	0,818	0,531	27,916	0,242
Mediana	0,000	0,478	0,744	0,919	55,259	2,441
Desvio padrão	0,969	0,587	1,637	1,062	55,832	0,485
Mínimo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,761	1,714
Máximo	1,937	1,071	3,653	1,843	136,047	2,815
3ª Coleta - Terra Dura (05/2021)						
	Cafeína	Bisfenol A	Dietilftalato	Etinilestradiol	Dibutilftalato	Nonilfenol
Média	0,048	0,461	1,920	1,807	3,067	2,200
Erro padrão	0,032	0,176	0,569	0,023	1,332	0,150
Mediana	0,000	0,485	1,246	1,806	1,977	2,340
Desvio padrão	0,085	0,466	1,506	0,060	3,525	0,396
Mínimo	0,000	0,000	0,454	1,722	0,000	1,408
Máximo	0,209	1,011	4,571	1,906	10,772	2,594
4ª Coleta - Terra Dura (09/2021)						
	Cafeína	Bisfenol A	Dietilftalato	Etinilestradiol	Dibutilftalato	Nonilfenol
Média	<LD	0,493	0,359	1,509	52,722	1,588
Erro padrão	<LD	0,138	0,096	0,252	2,377	0,411
Mediana	<LD	0,532	0,517	1,743	50,534	2,195
Desvio padrão	<LD	0,364	0,253	0,666	6,290	1,087
Mínimo	<LD	0,000	0,000	0,000	47,790	0,000
Máximo	<LD	0,896	0,549	1,802	65,254	2,292

Tabela 26 – Estatística descritiva da determinação dos compostos cafeína, bisfenol A, dietilftalato, etinilestradiol, dibutilftalato e nonilfenol nas amostras coletadas em Santa Galo, em µg/L.

1ª Coleta - Santa Galo (03/2019)						
	Cafeína	Bisfenol A	Dietilftalato	Etinilestradiol	Dibutilftalato	Nonilfenol
Média	1,961	1,514	2,016	1,795	114,165	2,350
Erro padrão	1,896	0,438	1,492	0,031	39,761	0,383
Mediana	0,132	1,530	1,119	1,795	146,900	2,585
Desvio padrão	3,284	0,759	2,585	0,053	68,868	0,663
Mínimo	0,000	0,748	0,000	1,743	35,035	1,602
Máximo	5,752	2,264	4,930	1,849	160,559	2,863
3ª Coleta - Santa Galo (05/2021)						
	Cafeína	Bisfenol A	Dietilftalato	Etinilestradiol	Dibutilftalato	Nonilfenol
Média	3,096	0,939	2,787	1,540	12,890	1,600
Erro padrão	0,572	0,053	0,529	0,308	6,266	0,075
Mediana	2,690	0,943	3,373	1,840	6,202	1,638
Desvio padrão	1,400	0,129	1,296	0,755	15,348	0,183
Mínimo	1,865	0,775	0,274	0,000	0,000	1,384
Máximo	5,206	1,071	3,653	1,874	32,290	1,835
4ª Coleta - Santa Galo (09/2021)						
	Cafeína	Bisfenol A	Dietilftalato	Etinilestradiol	Dibutilftalato	Nonilfenol
Média	<LD	0,232	0,294	1,473	66,470	2,222
Erro padrão	<LD	0,148	0,163	0,296	5,684	0,040
Mediana	<LD	0,000	0,079	1,739	65,410	2,219
Desvio padrão	<LD	0,363	0,399	0,724	13,924	0,097
Mínimo	<LD	0,000	0,000	0,000	45,638	2,110
Máximo	<LD	0,768	0,823	1,883	83,810	2,364

Tabela 27 – Estatística descritiva da determinação dos compostos cafeína, bisfenol A, dietilftalato, etinilestradiol, dibutilftalato e nonilfenol nas amostras coletadas em Pontal da Barra, em µg/L.

1ª Coleta - Pontal da Barra (03/2019)						
	Cafeína	Bisfenol A	Dietilftalato	Etinilestradiol	Dibutilftalato	Nonilfenol
Média	4,198	7,608	3,582	7,694	80,442	6,949
Erro padrão	1,401	0,785	0,624	0,987	37,156	0,093
Mediana	0,469	0,741	2,291	0,000	60,140	2,461
Desvio padrão	6,870	12,542	4,373	13,327	43,234	8,202
Mínimo	0,000	0,000	0,000	0,000	51,096	1,971
Máximo	12,126	22,084	8,456	23,083	130,090	16,415
3ª Coleta - Pontal da Barra (06/2021)						
	Cafeína	Bisfenol A	Dietilftalato	Etinilestradiol	Dibutilftalato	Nonilfenol
Média	1,472	0,531	2,475	1,244	5,287	1,277
Erro padrão	1,654	0,756	1,745	1,883	0,464	1,897
Mediana	1,996	0,687	2,745	1,849	0,318	1,511
Desvio padrão	0,975	0,424	1,240	0,964	12,122	0,634
Mínimo	0,000	0,000	0,137	0,000	0,000	0,000
Máximo	2,223	0,909	3,642	1,883	30,014	1,647
4ª Coleta - Pontal da Barra (09/2021)						
	Cafeína	Bisfenol A	Dietilftalato	Etinilestradiol	Dibutilftalato	Nonilfenol
Média	<LD	0,620	0,130	1,441	51,964	1,679
Erro padrão	<LD	0,142	0,102	0,289	3,420	0,354
Mediana	<LD	0,714	0,000	1,714	53,544	2,015
Desvio padrão	<LD	0,348	0,250	0,707	8,378	0,866
Mínimo	<LD	0,000	0,000	0,000	39,214	0,000
Máximo	<LD	0,977	0,623	1,795	63,726	2,289

Tabela 28 – Estatística descritiva da determinação dos compostos cafeína, bisfenol A, dietilftalato, etinilestradiol, dibutilftalato e nonilfenol nas amostras coletadas em Patioba, em µg/L.

1ª Coleta - Pontal da Barra (03/2019)						
	Cafeína	Bisfenol A	Dietilftalato	Etinilestradiol	Dibutilftalato	Nonilfenol
Média	<LD	16,772	1,622	11,827	58,019	2,783
Erro padrão	<LD	16,316	1,132	10,075	11,916	0,629
Mediana	<LD	0,916	1,066	1,785	51,127	2,158
Desvio padrão	<LD	28,261	1,960	17,450	20,638	1,089
Mínimo	<LD	0,000	0,000	1,720	41,709	2,149
Máximo	<LD	49,401	3,800	31,977	81,222	4,040
3ª Coleta - Pontal da Barra (06/2021)						
	Cafeína	Bisfenol A	Dietilftalato	Etinilestradiol	Dibutilftalato	Nonilfenol
Média	1,284	0,809	1,272	1,806	0,999	1,954
Erro padrão	0,823	0,076	0,683	0,018	0,458	0,402
Mediana	0,124	0,866	0,454	1,801	0,768	2,384
Desvio padrão	2,016	0,186	1,673	0,045	1,121	0,985
Mínimo	0,000	0,426	0,000	1,748	0,000	0,000
Máximo	4,947	0,950	4,106	1,887	2,320	2,564
4ª Coleta - Pontal da Barra (09/2021)						
	Cafeína	Bisfenol A	Dietilftalato	Etinilestradiol	Dibutilftalato	Nonilfenol
Média	0,021	0,489	0,141	1,450	43,678	2,149
Erro padrão	0,021	0,110	0,074	0,291	9,188	0,162
Mediana	0,000	0,529	0,058	1,724	49,178	2,283
Desvio padrão	0,050	0,269	0,180	0,712	22,507	0,396
Mínimo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,574	1,351
Máximo	0,124	0,781	0,401	1,787	62,416	2,410

Verifica-se que o dibutilftalato foi detectado em concentrações maiores que 100,00 µg/L em 8 amostras, na faixa de 107,17 µg/L (AN1 – 09/2021) – 164,24 µg/L (AL3 – 09/2019), destas sete são amostras de 2019. Estes valores são aproximadamente quatro vezes maiores que 30,00 µg/L encontrados por Raimundo (2007) Tabela 21.

O dietilftalato foi determinado em 84 das 107 amostras analisadas (78,5%). Quando comparado com a literatura consultada Tabela 21, 15 destas 84 amostras (17,86%) apresentaram concentrações maiores que 3,20 µg/L apresentado na tabela 21 (GHISELLI, 2006).

De acordo com a literatura, os ftalatos são usados aditivos (plastificantes) em alguns plásticos, principalmente na produção de PVC (Bila e Dezotti, 2007).

Quando analisado o composto Bisfenol A, a maior concentração encontrada nas amostras foi no ponto PT7- 03/2019 (49,40 µg/L) a qual é menor que o valor encontrado na literatura consultada (64,20 µg/L, GHISELLI, 2006). Sabe-se que o bisfenol A é aplicado na fabricação de plástico policarbonato, plastificantes e endurecedor em diversos tipos de materiais (CATENZA *et al.*, 2021). A solubilidade deste composto em água é 300 mg/L a 25°C (Merck, FISPQ, 2021), portanto, sua exposição ao sol pode potencializar sua concentração.

Estudos de diversos países apresentam concentrações de nonilfenol na faixa de $1,00 \times 10^{-5}$ – 30,00µg/L, como mostrado na tabela 21. Nas amostras analisadas a maior concentração encontrada para esse composto foi na comunidade Pontal da Barra no ponto PB3 – 03/2019 (16,41 µg/L). Segundo BHANDARI *et al.*, 2021 esse composto é oriundo da degradação dos compostos etoxilados e são encontrados na composição de produtos de limpeza, como detergente. Esses processos de contaminação também podem ocorrer, por lixiviação, drenagem e/ou dissipação (LINTELMANN, 2003).

As amostras que apresentaram concentrações mais altas para o hormônio sintético etinilestradiol foram a amostra PT7 – 03/2019 (31,98µg/L) e a amostra PB3 – 03/2019 (23,08 µg/L) que são maiores que as concentrações encontradas na literatura nacional (Tabela 21). Entretanto, estas concentrações são inferiores às concentrações encontradas no estudo realizado por Hedgespeth *et al* 2012 nos EUA. Este composto é o princípio ativo dos medicamentos contraceptivos femininos e é excretado tanto pela urina quanto pelas fezes. Desta forma, sua contaminação no meio ambiente também ocorre por lixiviação, drenagem e/ou dissipação (LINTELMANN, 2003; BILA E DEZOTTI, 2007).

A cafeína é utilizada como um marcador biológico, atuando como um indicativo de ação antrópica (OTOMO, 2005). Foi determinada em 29 amostras (27,10%) a amostra PB3 – 03/2019 foi a que se obteve a maior concentração (12,12 µg/L) e esta é 31 vezes maior que o resultado encontrado no trabalho de Matamoros *et al.*, em 2012 na Dinamarca.

Durante as coletas observou-se que na maioria das comunidades os moradores armazenam a água de forma precária, em bombonas ou caixas de água de PVC em contato direto com o solo, mal vedadas e expostas ao sol. Tais condições e as altas temperaturas da região podem ter contribuído com a solubilidades destes compostos em água, contribuindo com os valores encontrados.

Segundo Ghiselli 2006, os interferentes endócrinos apode apresentar uma variedade na sua rota exposição no meio ambiente, o qual dependendo basicamente das suas propriedades físico-químicas, das condições externas em que são utilizados, das condições ambientais como temperatura, radiação UV e conteúdo microbiológico, sendo este último podendo contribuir significativamente com os resultados encontrado principalmente na coleta de 2019, pois foram encontrados valores expressivos nas análises microbiológicas, o qual pode ter contribuído com os resultados dos DE nas coletas deste período.

De acordo com Otomo 2005, algumas matrizes interferem mais do que outras na determinação desses compostos. Portanto, uma análise de carbono orgânico possibilitaria um melhor entendimento da influência da matéria orgânica, presente na amostra, na determinação dos compostos estudados. Em algumas comunidades quilombolas, observou-se o uso da água poço como fonte de água de consumo, desta forma, fatores como a presença de ácidos orgânicos naturais (ácido fúlvicos e húmicos), além da influência da forma de armazenamento podem interagir de maneira positiva ou negativa na quantificação dos compostos de interesse. No entanto, esse estudo demandaria mais tempo, e técnicas analíticas mais seletivas na elucidação desses compostos.

6. CONCLUSÃO

Conforme a Portaria nº 888/2021, e a Resolução CONAMA nº 396/08, parte das águas de abastecimento e principalmente das águas de poços analisados, apresentam alguns resultados discordantes dos valores permissíveis para consumo humano do ponto de vista físico-químico. A cloração que é um dos processos de desinfecção da água mais recomendado e de baixo custo, perfazendo um total de 42,28% de amostras fora do preconizado pela portaria. Além disso, variáveis como flúor, pH e nitrato se encontravam fora dos limites permissíveis da portaria, com: 85,36%, 38,21% e 18,70% respectivamente, não sendo recomendado o consumo desta água.

Isso também pode ser observado nas análises microbiológicas, as quais apresentaram resultados positivos para os três parâmetros analisados, resultando em 12,70% para os coliformes termotolerantes, 20,63% para os coliformes totais e 12,70% para as bactérias heterotróficas, podendo não só significar degradação de sua qualidade, como também acarretar possíveis riscos à saúde da população que realiza seu consumo.

Com o resultados físico-químicos e microbiológico evidenciou que em algumas amostras a qualidade da água estar abaixo do recomendado pelo padrão de potabilidade e com pontos críticos para o consumo humano. Sendo do ponto de vista microbiológico totalizando um percentual de 45,23% dando positivo em algum dos três parâmetros analisados, sendo assim essas amostras impróprias para consumo.

O método otimizado para a técnica de cromatografia líquida de alta eficiência com detector de arranjo de diodos, foi implementada no laboratório a mesma apresentou uma condição ótima de análise simultânea dos desreguladores endócrinos, cafeína, dietilftalato, bisfenol A, ethinilestradiol, dibutilftalato e o nonilfenol em água de consumo, com um limite de quantificação da técnica de 0,05mg/L, ou seja 50 ppb (parte por bilhão). Por sua vez, a técnica de SPE apresentou-se eficiente para a extração dos desreguladores endócrinos em água usando o C₁₈, com valores de recuperação entre 67,07% e 105,17%.

Os parâmetros de validação apresentaram resultados satisfatórios, o que garante uma boa sensibilidade e eficiência do método desenvolvido para determinação dos desreguladores endócrinos: cafeína, dietilftalato, bisfenol A, ethinilestradiol, dibutilftalato e o nonilfenol em água, aplicando a técnica de extração em fase sólida (SPE) e análise por HPLC UV-VIS com um limite de quantificação dos analitos de 0,6µg/L (600 ppt – parte por trilhão).

De 107 amostras de água de consumo analisadas das comunidades quilombolas, onde, em 99 amostras detectou-se pelo menos um dos desreguladores estudados em um total de 92,5%. Dentre as 99 amostras que foram determinados os desreguladores endócrinos a cafeína foi determinada em 27% das amostras, o bisfenol de 63%, o dietilftalato em 77%, ethinilestradiol em 78%, o dibutilftalato em 90% e o nonilfenol em 91%. Estes resultados indicam a necessidades de estudos futuros em relação determinação e influência desta na saúde da população, uma vez que na portaria atual não existe limites permissíveis seguro para o consumo dessas substâncias.

Os resultados obtidos pelas análises mostram que a amostra PB3 – 03/2019 foi a que apresentou um dos maiores resultados para os desreguladores endócrinos em água de consumo, uma vez que nesse ponto foram encontradas as concentrações significantes para o bisfenol A e dietilftalato, substâncias essas que são associadas aos plastificantes, o qual pode se dá na origem do armazenamento da população estudada. O nonilfenol, etinilestradiol e cafeína também apresentaram valores expressivos quando comparado com outros estudos, essas substâncias têm na sua origem de contaminação a ação antrópica, que é comumente associada a lançamentos de efluentes industriais e domésticos.

O acesso desigual aos serviços de água e saneamento pode ter efeitos adversos à saúde e é desproporcional às populações vulneráveis, como as comunidades quilombolas. A identificação dos principais fatores que afetam a qualidade da água pode ser útil para solucionar as disparidades na saúde, e até evitar problemas futuros. Desta forma sugere-se que medidas possam ser tomadas em relação ao tratamento, armazenamento e distribuição de água, tais como o monitoramento contínuo da qualidade da água, como é realizado pela Secretaria Especial de Saúde Indígena (SESAI), sob decreto 8.065/13 sob responsabilidade do ministério da saúde.

7. REFERÊNCIAS

- AGOSTINI, M. Fluorose dentária: uma revisão da literatura. Universidade Federal de Minas Gerais. Campos Gerais, Minas Gerais, 2011.
- ALABURDA, J.; NISHIHARA, L. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. *Rev. Saúde Pública*, 32 (2), Abr 1998. doi: 10.1590/S0034-89101998000200009.
- ALAMMARI, A.M.; KHAN, M.R.; AQEL, A. Trace identification of endocrine-disrupting bisphenol A in drinking water by solid-phase extraction and ultra-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of King Saud University – Science* 32 (2020) 1634–1640. doi: 10.1016/j.jksus.2019.12.022.
- ALMEIDA, W. R. F.; SOUZA, F. M. Análise Físico-Química da Qualidade da Água do Rio Pardo no Município de Cândido Sales – BA. *Id on Line Rev. Mult. Psic.* V.13, N. 43, p. 353-378, 2019.
- ALVES, C.; FLORES, L. C.; CERQUEIRA, T. S.; TORALLES, M. B. P. Exposição ambiental a interferentes endócrinos com atividade estrogênica e sua associação com distúrbios puberais em crianças. *Cad. Saúde Pública.*, v. 23, n. 5, 2007.
- ANA – Panorama Nacional volume 1. Atlas Brasil – Abastecimento urbano de água. **Agência Nacional de Águas**, 2010.
- ANKLEY, G.; MIHAICH, E.; STAHL, R.; TILLITT, D.; COLBORN, T.; MCMASTER, S.; MILLER, R.; BANTLE, J.; CAMPBELL, P.; DENSLOW, N.; DICKERSON, R.; FOLMAR, L.; FRY, M.; GIESY, J.; GRAY, L. E.; GUINEY, P.; HUTCHINSON, T. H.; KENNEDY, S.; KRAMER, V.; LEBLANC, G. Overview of a workshop on screening methods for detecting potential (anti-) estrogenic/androgenic chemicals in wildlife. *Environ. Toxicol. Chem.*, v. 17, p. 68-87, 1998.
- ANVISA: **Agência Nacional da Vigilância Sanitária**. [acessado em 23 set 2021]. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/home>.
- AQUINO, A.; SOUZA, M. R.; MACIEL, S. T.; ALEXANDRE, M. D. R.; NAVICKIENE, S. Multiclass MSPD method for pesticide determination in dehydrated *Hyptis pectinata* (sambacaitá) medicinal plant by GC-MS. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 22(8), p 1525-1530, 2011.
- ARAGÃO, N. M; VELOSO, M. C. C.; ANDRADE, J. B. VALIDAÇÃO DE MÉTODOS CROMATOGRÁFICOS DE ANÁLISE – um experimento de fácil aplicação utilizando cromatografia líquida de alta eficiência (clae) e os princípios da “química verde” na determinação de metilxantinas em bebidas. *Química Nova*, v. 32, p. 2476-2481, 2009.
- ATTINA, T.M; MALITS, J. M; NAIDU, L. Racial/ethnic disparities in disease burden and costs related to exposure to endocrine-disrupting chemicals in the United States: an exploratory analysis *Journal of Clinical. Epidemiology.*, vol. 108, 2019 p. 34 – 43.
- BARBOSA, A. M. F.; DE OLIVEIRA, A. R.; SILVA, L. C. S.; SOUZA, R. M.; DOS SANTOS, S. S. C. Bacias hidrográficas e os conflitos pelos usos das águas no estado de Sergipe. *Revista franco-brasileira de geografia*, n. 40, 2019. doi: 10.4000/confins.20493.

BARRIONUEVO, W. R.; LANÇAS, F. M. Extração em fase sólida (SPE) e micro extração em fase sólida (SPME) de piretróides em água. *Química nova*, 24 (2), 2001.

BHANDARI, G.; BAGHERI, A. R.; BHATT, P.; BILAL, M. Occurrence, potential ecological risks, and degradation of endocrine disrupter, nonylphenol, from the aqueous environment. *Chemosphere* 275 (2021) 130013. doi: 10.1016/j.chemosphere.2021.130013.

BILA, D. M. Desreguladores endócrinos no meio ambiente: efeitos e consequências. *Quim. Nova*, Vol. 30, No. 3, 651-666, 2007.

BIRKETT, J. W.; LESTER, J. N. Endocrine disruptors in wastewater and sludge treatment process. *Lewis Publishers*, 2003.

BRASIL. (2011) Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011.** Normas e padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano. Brasília.

BRASIL. (2011a) CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011.** Diário Oficial da União, Brasília. <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>.

BRASIL. **Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água.** 1ª ed. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004. 146 p.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Política Nacional de Recursos Hídricos. Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. – Brasília, DF, jan. 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS.** Brasília: Funasa, 2014. 112 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017** - Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **Portaria Nº 888, de 4 de maio de 2021** - Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Brasília, 2021.

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

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 25º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2019.** Brasília: SNS/MDR, 2020. 183 p.: il.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005.** Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Publicada no DOU nº 053, de 18 de março de 2005, págs. 58-63.

BREHM, E; FLAWS, J.A; Transgenerational Effects of Endocrine-Disrupting Chemicals on Male and Female Reproduction. *Endocrinology* 160, 2019, pp. 1421 – 1435.

CALDAS, S. S.; DEMOLINER, A.; COSTA, F. P.; D'OCA, M. G. M.; PRIMEL, E. G. Pesticide residue determination in groundwater using solid-phase extraction and high-performance liquid chromatography with diode array detector and liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *J. Braz. Chem. Soc.* 2010; 21(4): 642-650.

CALDAS, S. S.; GONÇALVES, F. F.; PRIMEL, E. G.; PRESTES, O. D.; MARTINS, M. L.; e ZANELLA, R. Principais técnicas de preparo de amostra para a determinação de resíduos de agrotóxicos em água por cromatografia líquida com detecção por arranjo de diodos e por espectrometria de massas. *Química Nova*, v. 34, n°. 9, p. 1604-1617, 2011.

CAMPOS, JULIANA SOARES. Comunidade Quilombola Povoado Forte /Juliana Soares Campos. – Belo Horizonte: FAFICH, 2016.

CATENZA, C. J.; FAROOQ, A.; SHUBEAR, N. S.; DONKOR, K. K. A targeted review on fate, occurrence, risk and health implications of bisphenol analogues. *Chemosphere* 268 (2021). doi: 10.1016/j.chemosphere.2020.129273.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2021. [acessado em 25 ago 2021] Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/o-problema-da-escasez-de-agua-no-mundo/>.

COLLINS, C.H.; BRAGA, G.L.; BONATO, R.S. Fundamentos da cromatografia. Campinas, SP: Unicamp 2006.

COSTA, A. M.; SILVAS, B. P. C.; CASTRO, R. R. O. Análise da concentração de cloro livre, cloro total, pH e temperatura em alguns pontos de consumo abastecidos pela rede pública de distribuição na cidade de Curitiba/PR. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curso de Engenharia Civil: Curitiba, 2015.

CPISP – COMISSÃO PRÓ INDIO DO ESTADO DE SÃO PAULO [acessado em 20 ago 2021]. Disponível em: <https://cpisp.org.br/direitosquilombolas/observatorio-terras-quilombolas/quilombolas-brasil/>.

DENG, T.; ZHANG, Y.; WU, Y.; MA, P.; DUAN, J.; QIN, W.; YANG, X.; CHEN, M. (2018) Dibutyl phthalate exposure aggravates type 2 diabetes by disrupting the insulin-mediated PI3K/AKT signaling pathway. *Toxicology Letters*. doi: 10.1016/j.toxlet.2018.03.004.

DESO. Indicadores. [acessado em 13 jan 2022]. Disponível em: <https://www.deso-se.com.br/menu/indicadores>.

DESO_a. Companhia de Saneamento de Sergipe. Relatório Anual de Informação ao Consumidor - 2020. Município de Barra dos Coqueiros.

DESO_b. Companhia de Saneamento de Sergipe. Relatório Anual de Informação ao Consumidor - 2020. Município de Japaratuba.

DESO_c. Companhia de Saneamento de Sergipe. Relatório Anual de Informação ao Consumidor - 2020. Município de Pirambu.

DOBARADARAN, S.; AKHBARIZADEH, R.; MOHAMMADI, M. J.; IZADI, A.; KESHTKAR, M.; TANGESTANI, M.; MOAZZEN, M.; SHARIATIFAR, N.; MAHMOODI, M. Determination of phthalates in bottled milk by a modified nano adsorbent: Presence, effects of fat and storage time, and implications for human health. *Microchemical Journal* 159 (2020). doi: 10.1016/j.microc.2020.105516.

DUEÑAS-CELIS, MERY YANETH; DORADO-GONZÁLEZ, L. M.; ESPINOSA-MACANAL, P.; SUESCÚN-CARRERO, S.H. índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano en zonas urbanas del departamento de boyacá, colombia 2004-2013, vol. 36, nº. 3, 2018, págs. 101-109.

DUTRA, L. S.; FERREIRA, A. P. Associação entre malformações congênitas e a utilização de agrotóxicos em monoculturas no Paraná, Brasil. *Saúde Debate. Rio de Janeiro*, v. 41, n. especial, p. 241-253, jun 2017. doi: 10.1590/0103-11042017S220.

ECHA- European Chemicals Agency. Caffeine. Triclosan. Ibuprofen. Diclofenac. Estradiol. Estrone. Disponível em <, <http://echa.europa.eu/>> Acesso em: 31/01/2022.

EFSAa – EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. Scientific opinion on bisphenol A (2015). Parma, Italy. ISBN 978-92-9199-642-1. doi: 10.2805/075460.

EFSAb – EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. (2019) Update of the risk assessment of di-butylphthalate (DBP), butyl-benzyl-phthalate (BBP), bis(2-ethylhexyl)phthalate(DEHP), di-isononylphthalate (DINP) and di-isodecylphthalate (DIDP) for use in food contact materials. *EFSA Journal*. doi: 10.2903/j.efsa.2019.5838.

EMBRAPA, **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Tabuleiros Costeiros**. BASE DE DADOS DO PROJETO JAPARATUBA. [CD ROM] / Marcus Aurélio Soares Cruz ... [et al.] - Brasília, DF: Embrapa, 2012.

EVARD, H.; KRUBE, A.; LEITO, I. Tutorial on estimating the limit of detection using LC-MS analysis, part I: Theoretical review. *Analytica Chimica Acta*, V. 942, pg. 23-39, 2016.

FEITOSA, S. P. S.; LUCAS, A. A. T.; GOMES, L. J. Conflitos socioambientais na perspectiva do comitê da bacia hidrográfica do rio Japaratuba. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 3, e8410312932, 2021. doi: 10.33448/rsd-v10i3.12932.

FERREIRA, E. P.; FERREIRA, J. T. P.; PANTALEÃO, F. S.; FERREIRA, Y. P.; ALBUQUERQUE, K. N. A.; FERREIRA, T. C. Abastecimento de Água para Consumo Humano em Comunidades Quilombolas no Município de Santana do Mundaú – Al. *Revista Brasileira de Geografia Física*, vol.07, n.06 (2014) 1119-1125.

FIORUCCI, A. R.; FILHO, E. B. A Importância do Oxigênio Dissolvido em Ecossistemas Aquáticos. *Química Nova na Escola*, n. 22. p.10-16, 2005.

FISCELLA, K.; FRANKS, P.; GOLD, M. R.; CLANCY, C. M. Inequality in quality: Addressing socioeconomic, racial and ethnic disparities in health care (Review). *Journal of the American Medical Association* Vol. 283, 2000, pag. 2579-2584.

FONTANALS, N.; POCURULL, E.; BORRULL, F.; MARCÉ, R. M. Role of solid-phase extraction in wastewater-based epidemiology. *Current Opinion in Environmental Science & Health* 2019, 9:26–33. doi: 10.1016/j.coesh.2019.03.006.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. Microbiologia dos Alimentos. São Paulo: Editora Atheneu, 2008.

FRAZÃO, P.; PERES, M. A.; CURY, J. A. Qualidade da água para consumo humano e concentração de fluoreto. *Rev. Saúde Pública*, vol.45 n.5 São Paulo Oct. 2011. doi: 10.1590/S0034-89102011005000046.

FRIZERO, M. G.; Quilombo Pirangi – Belo Horizonte: FAFICH, 2016.

GHISELLI, G. *Avaliação da qualidade das águas destinadas ao abastecimento público na região de campinas: ocorrência e determinação dos interferentes endócrinos (ie) e produtos farmacêuticos e de higiene pessoal (pfhp)*. 2006. [Tese] - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

GHISELLI, G.; JARDIM, W. F. Interferentes endócrinos no ambiente. *Quím. Nova.*, v. 30, n. 3, p. 695-706, 2007.

GOEURY, K.; DUY, S. V.; MUNOZ, G.; PRÉVOST, M.; SAUVÉ, S. Analysis of Environmental Protection Agency priority endocrine disruptor hormones and bisphenol A in tap, surface and wastewater by online concentration liquid chromatography tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1591 (2019) 87–98. doi: 10.1016/j.chroma.2019.01.016.

GORE, A. C.; CREWS, D.; DOAN, L. L.; LA MERRILL, M.; PATISAUL, H.; ZOTA, A. Introduction to Endocrine Disrupting Chemicals (EDCs): A Guide for Public Interest Organizations and Policy-Makers. *Endocrine Society, IPEN*, december 2014.

Governo do Brasil. **“Saneamento: Novo Marco de Saneamento é sancionado e garante avanços para o País”**. Publicado em: 15 jul. 2020 [acessado em 09 jan 2022]. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/transito-e-transportes/2020/07/novo-marco-de-saneamento-e-sancionado-e-garante-avancos-para-o-pais>.

GUPTA, R.; KUMAR, P.; FAHMI, N.; GARG, B.; DUTTA, S.; SACHAR, S.; MATHARU, A. S.; VIMALESWARAN, K. S. Endocrine disruption and obesity: A current review on environmental obesogens. *Current Research in Green and Sustainable Chemistry* 3 (2020). doi: 10.1016/j.crgsc.2020.06.002.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA [acessado em 27 ago 2021]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/se/japarutuba/panorama>.

IOMC - Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemicals. State of the science of endocrine disrupting chemicals 2012. Geneva, Switzerland: *World Health Organization*, 2013.

JAMES-TODD, T.M. CHIU, Y.-H., ZOTA, A.R. Racial/ethnic disparities in environmental endocrine disrupting chemicals and women's reproductive health outcomes: epidemiological examples across the life course. *Current Epidemiology Reports*, 2016, vol. 3, pag. 161-180.

KRUEVE, A.; KÜNNAPAS, A.; HERODES, K.; LEITO, I. Matrix effects in pesticide multi-residue analysis by liquid chromatography–mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, v. 1187, p. 58-66, 2008.

KRUEVE, A.; REBANE, R.; KIPPER, K.; OLDEKOP, M.-L.; EVARD, H.; HERODES, K.; RAVIO, P.; LEITO, I. Tutorial review on validation of liquid chromatography–mass spectrometry methods: Part I. *Analytica Chimica Acta*, V. 870, pg. 29–44, 2015.

LANÇAS, F. M. *Cromatografia líquida moderna: HPLC/CLAE* Campinas, SP: Editora Átomo 2009.

LANÇAS, F. M. *Extração em fase sólida - SPE*. São Carlos, SP. 2004.

LEE, I.; PARK, Y. J.; KIM, M. J.; KIM, S.; CHOI, S.; PARK, J.; CHO, Y. H.; HONG, S.; YOO, J.; PARK, H.; CHEON, G. J.; CHOI, K.; MOON, M. K. Associations of urinary

concentrations of phthalate metabolites, bisphenol A, and parabens with obesity and diabetes mellitus in a Korean adult population: Korean National Environmental Health Survey (KoNEHS) 2015–2017. *Environment International* 146 (2021). doi: 10.1016/j.envint.2020.106227.

LEITE, F. Validação em análise química. Editora Átomo, 4ª Edição. Campinas, SP. 2002.

LIMA D. R. S, TONUCCI, M. C.; Libânio M, Aquino S. F. Fármacos e desreguladores endócrinos em águas brasileiras: ocorrência e técnicas de remoção. *Eng. Sanit. Ambient.* vol.22 no.6 Rio de Janeiro nov./dez. 2017. <https://doi.org/10.1590/s1413-41522017165207>.

LINTELMANN, J.; KATAYAMA, A.; KURIHARA, N.; SHORE, L.; WENZEL, A. Endocrine disruptors in the environment – iupac technical report. *Pure Appl. Chem.*, v. 75, n. 5, p. 631-681, 2003.

MAYNARD, I. F. N.; CRUZ, M. A. S.; GOMES, L. J. Aplicação de um índice de sustentabilidade na bacia hidrográfica do rio japarutuba em sergipe. *Ambiente & Sociedade*. São Paulo v. XX, n. 2 p. 207-226. abr.-jun. 2017.

MENDY, A.; SALO, P. M.; WILKERSON, J.; FEINSTEIN, L.; FERGUSON, K. K.; FESSLER, M. B.; THORNE, P. S.; ZELDIN, D. C. Association of urinary levels of bisphenols F and S used as bisphenol A substitutes with asthma and hay fever outcomes. *Environmental Research* (2019). doi: 10.1016/j.envres.2019.108944.

MENESES, R. C. T.; ZENI, P. F.; OLIVEIRA, C. C. C.; MELO, C. M. Promoção de saúde em população quilombola nordestina. *Escola Anna Nery Revista de Enfermagem*; 19(1):132-139, 2015.

MOON, S.; YU, S. H.; LEE, C. B.; PARK, Y. J.; YOO, H. J.; KIM, D. S. Effects of bisphenol A on cardiovascular disease: An epidemiological study using National Health and Nutrition Examination Survey 2003–2016 and meta-analysis. *Science of the Total Environment* (2020). doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.142941.

MORAIS, W. A.; SALEH, B. B.; ALVES, W. S.; AQUINO, D. S. Qualidade sanitária da água distribuída para abastecimento público em Rio Verde, Goiás, Brasil. *Cad. Saúde Colet.*, 2016, Rio de Janeiro, 24 (3): 361-367.

NASCIMENTO, R. F.; LIMA, A. C. A.; BARBOSA, P. G. A.; SILVA, V. P. A. Cromatografia gasosa: aspectos teóricos e práticos. - Fortaleza: Imprensa Universitária, 2018. 14124 Kb: il. color.

NORIMI, S.; HOSHYAR, R.; AMBROSINO, C.; TYLER, C. R.; MANSOURI, B. A mini review of bisphenol a (bpa) effects on cancer-related cellular signaling pathways. *Environmental Science and Pollution Research* (2019) 26:8459–8467. doi: 10.1007/s11356-019-04228-9.

OLIVEIRA, C. N.; CAMPOS, V. P.; MEDEIROS, Y. D. P. Avaliação e identificação de parâmetros importantes para a qualidade de corpos d'água no semiárido baiano. Estudo de caso: bacia hidrográfica do rio Salitre. *Quím. Nova*, Vol. 33, No. 5, 1059-1066, 2010.

ONDIEKI, J. K; AKUNGA, D. N.; WARUTERE, P. N.; KENYANYA, O. Bacteriological and physico-chemical quality of household drinking water in Kisii Town, Kisii County,

Kenya. Heliyon, Volume 7, Issue 5, May 2021, e06937. doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e06937.

OTOMO, J. I. *Contribuição antrópica na qualidade das águas da represa do guarapiranga. Um estudo sobre interferentes endócrinos*. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. [Tese]. Autarquia associada à Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015.

PALMARES, Fundação Cultural. Retrato do acervo Três décadas de dominação marxista na Fundação Cultural Palmares, 2021 [acessado em 30 out 2021]. Disponível em: https://www.palmares.gov.br/wp-content/uploads/2021/06/cnirc01_liminar_v2_08_07.pdf.

PASSAGLI, M. Toxicologia Forense - Teoria e prática, Editora Millenium, 2ª edição. Campinas. 2009.

PHILIPPAT, C.; NAKIWALA, D.; CALAFAT, A. M.; BOTTON, J.; DE AGOSTINI, M.; HEUDE, B.; SLAMA, R.; EM-CS Group. Prenatal exposure to nonpersistent endocrine disruptors and behavior in boys at 3 and 5 years. *Environmental. Perspectiva de Saúde* (2017).

PIRATOBA, A. R. A.; RIBEIRO, H. M. C.; MORALES, G. P.; GONÇALVES, W. G. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. *Rev. Ambient. Água* vol. 12 n. 3 Taubaté – May/jun. 2017. doi: 10.4136/ambi-agua.1910.

PIVELI, R. P.; KATO, M. T. Qualidade da água e poluição: aspectos físico-químicos. São Paulo: ABES, 2005.

PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA. Parâmetros Analíticos. Publicado em: 24 nov. 2008 [acessado em 13 out 2021]. Disponível em: <https://tratamentodeagua.com.br/artigo/parametros-analiticos/>.

QUEIROZ, T. M.; OLIVEIRA, L. C. P. Qualidade da água em comunidades quilombolas do vão grande, município de barra do bugres (mt). *Eng Sanit Ambient*. v.23, n.1, jan/fev 2018, 173-180. doi: 10.1590/S1413-41522018166375.

RAIMUNDO, C.C.M. Contaminantes Emergentes em água tratada e seus mananciais: sazonalidade, remoção e atividade estrogênica. Tese de Doutorado (Doutorado em Química), Campinas, 2011, 203 p.

RAIMUNDO JR, I. M.; PASQUINI, C. Espectrometria multicanal e arranjos de fotodiodos. Divulgação. Departamento de Química Analítica – Instituto de Química – UNICAMP. Campinas – SP. 1996.

RATHORE, A. S.; JOSHI, S. Process Analysis: High Performance Liquid Chromatography. *Encyclopedia of Analytical Science*, 3rd Edition, 2018. doi: 10.1016/B978-0-12-409547-2.14535-4.

REIS FILHO, R. W.; ARAÚJO, J. C.; VIEIRA, E. M. Hormônios sexuais estrógenos: contaminantes bioativos. *Química Nova*, v. 29, n. 4, 2006.

RESOLUÇÃO RDC Nº 166, DE 24 DE JULHO DE 2017. INMETRO. DOQ-CGCRE-008: Orientação sobre validação de métodos analíticos. Rev. 7, 2018.

RIBANI, M.; BOTTOLI, C. B. G.; COLLINS, C. H.; JARDIM, I. C. S. F.; MELO, L. F. C. Validação em métodos cromatográficos e eletroforéticos. *Química Nova*, v. 27, p. 771-780, 2004.

RIBEIRO, F. A. DE L.; FERREIRA, M. M. C.; MORANO, S. C.; DA SILVA, L. R.; SCHNEIDER, R. P. Planilha de validação: uma nova ferramenta para estimar figuras de mérito na validação de métodos analíticos univariados. *Química nova*, v. 31 p. 164-171, 2008.

ROCHA, A. A.; MONTEIRO, S. H.; ANDRADE, G. C. R. M.; VILCA, F. Z.; TORNISIELO, V. L. Monitoring of pesticide residues in surface and subsurface waters, sediments, and fish in center-pivot irrigation areas. *J. Braz. Chem. Soc.* 2015; v.26(11): 2269-2278.

RODRIGUES, D. F.; VIEIRA, F. C.; RODRIGUES, M. E. F. Metahemoglobinemia: etipatogenia e quadro clínico. *Revista de Pediatria SOPERJ*, 12(1) - agosto 2011.

RUIZ, D.; BECERRA, M.; JAGAI, J. S.; ARD, K.; SARGIS, R. M. Disparities in Environmental Exposures to Endocrine-Disrupting Chemicals and Diabetes Risk in Vulnerable Populations. *Diabetes Care* 2018 janeiro; 41 (1): 193 - 205. doi: 10.2337/dc16-2765.

SAKHI, A. K.; LILLEGAARD, I. T. L.; VOORSPOELS, S.; CARLSEN, M. H.; LØKEN, E. B.; BRANTSÆTER, A. L.; HAUGEN, M.; MELTZER, H. M.; THOMSEN, C. Concentrations of phthalates and bisphenol A in Norwegian foods and beverages and estimated dietary exposure in adults. *Environment International* 73 (2014). doi: 10.1016/j.envint.2014.08.005.

SALAZAR-BELTRÁN, D.; HINOJOSA-REYES, L.; PALOMINO-CABELLO, C.; TURNES-PALOMINO, G.; HERNÁNDEZ-RAMÍREZ, A.; GUZMÁN-MAR, J. L. Determination of phthalate acid esters plasticizers in polyethylene terephthalate bottles and its correlation with some physicochemical properties. *Polymer Testing* (2018). doi: 10.1016/j.polymertesting.2018.04.002.

SALGUEIRO-GONZÁLEZ, N.; MUNIATEGUI-LORENZO, S.; LÓPEZ-MAHÍA, P.; PRADA-RODRÍGUEZ, D. Trends in analytical methodologies for the determination of alkylphenols and bisphenol A in water samples. *Analytica Chimica Acta* 962 (2017) 1-14. doi: 10.1016/j.aca.2017.01.035.

SANTOS, L. F. S. *Desenvolvimento de método para determinação de resíduos de agrotóxicos da fruta exótica graviola (annona muricata l.)*. Departamento de química, Universidade Federal de Sergipe, [Dissertação]. 2015.

SANTOS, M. L.; FONSECA, Y. A. Determinação dos níveis plasmáticos de hormônios tireoidianos em citricultores no município de Boquim - SE. Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Medicina, Lagarto, 2018.

SANTOS, R. C. L.; LIMA, A. S.; CAVALCANTI, E. B.; MELO, C. M.; MARQUES, M. N. Aplicação de índices para avaliação da qualidade da água da Bacia Costeira do Sapucaia em Sergipe. *Eng Sanit Ambient*, v.23, n.1, jan/fev 2018, 33-46. doi: 10.1590/S1413-41522017159832.

SANTOS, V. M. Territorialidades em construção no Quilombo Terra Dura e Coqueiral em Capela/SE / Viviane Melo Santos; orientadora Ana Rocha dos Santos. - São Cristóvão, SE, 2020.

SCHMITT, A.; TURATTI, M. C. M.; CARVALHO, M. C. P. A atualização do conceito de quilombo: identidade e território nas definições teóricas. *Ambient Soc.*, 2002; (10):1-10. SEAGRI - Secretaria de Estado da Agricultura e Desenvolvimento Rural [acessado em 29 out 2021]. Disponível em: <https://www.seagri.se.gov.br/informacoes/1/3/hidrografia>.

SEMARH. ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE BACIAS HIDROGRÁFIAS DOS RIOS JAPARATUBA, PIAUÍ E SERGIPE. RELATÓRIO DE RESUMO EXECUTIVO Bacia Hidrográfica do Rio Japaratuba. 2015.

SIGMA-ALDRICH: Analytical, Biology, Chemistry & Materials. [acessado em 29 maio 2021]. Disponível em: <https://www.sigmaaldrich.com/>.

SILVA, M. N. Determinação de desreguladores endócrinos na água e nos sedimentos do açude santo anastácio na cidade de Fortaleza/CE, 2016.

SILVA R. P; DOURADO, D. G. Saneamento e saúde em terras indígenas Universidade Federal do Tocantins (UFT), Palmas, Tocantins, Brasil. *Tellus*, Campo Grande, MS, ano 19, n. 40, p. 103-122, set./dez. 2019 DOI: <http://dx.doi.org/10.20435/tellus.v19i39.616>

SIMPSON, N. J. K. Solid-phase extraction: principles, techniques, and applications. New York: Marcel Dekker, 2000.

SKOOG, D. A; HOLLER, F.; NIEMAN, T. A. C. Princípios de análise instrumental. 5. Ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2002.

SNYDER, L. R.; DOLAN, J. W. High-Performance gradient elution: The Practical Application of the Linear-Solvent-Strength Model. WILEY. 2007.

SNYDER, L. R.; KIRKLAND, J. J.; DOLAN, J. W. introduction to modern liquid chromatography. 3 ed. EUA: Editora John Wiley & Sons, 2010.

SOARES, S. S.; ARRUDA, P. N.; LOBÓN, G. S.; SCALIZE, P. S. Avaliação de métodos para determinação de cloro residual livre em águas de abastecimento público. *Ciências Exatas e Tecnológicas*, Londrina, v. 37, n. 1, p. 119-130, jan./jun. 2016. doi: 10.5433/1679-0375.2016v37n1p119.

SOUZA R. S.; CRUZ, M. A. S.; SOUZA, A. B.; AMORIM, J. R. A.; SILVA, R. R. S. Análise espacial da relação entre as atividades econômicas de potencial impactante e regiões vulneráveis na bacia do rio Japaratuba. Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto - Geonordeste, Aracaju - SE. 2012.

SOUZA, J. R.; MORAES, M. E. B.; SONODA, S. L.; SANTOS, H. C. R. G. A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil.

REDE - Revista Eletrônica do Prodepa, v.8, n.1, p. 26-45, abr. 2014, Fortaleza, Brasil, ISSN: 1982-5528.

UNICEF Brasil. 6,2 milhões de brasileiros não têm água potável em casa e 29 milhões não possuem saneamento seguro. [acessado em 22 maio 2020]. Disponível em: https://www.unicef.org/brazil/pt/media_36643.html.

USEPA, UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1998.

VARTICOVSKI, L.; STAVREVA, D. A.; MCGOWAN, A.; RAZIUDDIN, R.; HAGER, G. L. Endocrine disruptors of sex hormone activities. *Molecular and cellular Endocrinology* (2021). doi: 10.1016/j.mce.2021.111415.

VANIN, A. P. Remoção de compostos nitrogenados de água utilizando processos de separação por membranas. Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos e Tecnologias, 2018.

VIEIRA, W. T.; DE FARIAS, M. B.; SPAOLONZI, M. P.; DA SILVA, M. G. C.; VIEIRA, M. G. A. Endocrine-disrupting compounds: occurrence, detection methods, effects and promising treatment pathways – a critical review. *Journal of Environmental Chemical Engineering* (2020). doi: 10.1016/j.jece.2020.104558.

VOISIN, A.-S.; KÜLTZ, D.; SILVESTRE, F. Early-life exposure to the endocrine disruptor 17- α -ethinylestradiol induces delayed effects in adult brain, liver and ovotestis proteomes of a self-fertilizing fish. *Journal of Proteomics* (2018). doi: 10.1016/j.jprot.2018.12.008.

WANG, J.; GARDINALI, P. Analysis of selected pharmaceuticals in fish and the fresh water bodies directly affected by reclaimed water using liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Anal Bioanal Chem* (2012) 404:2711–2720.2012

World Health Organization. QAS/16.666 - GUIDELINES ON VALIDATION.

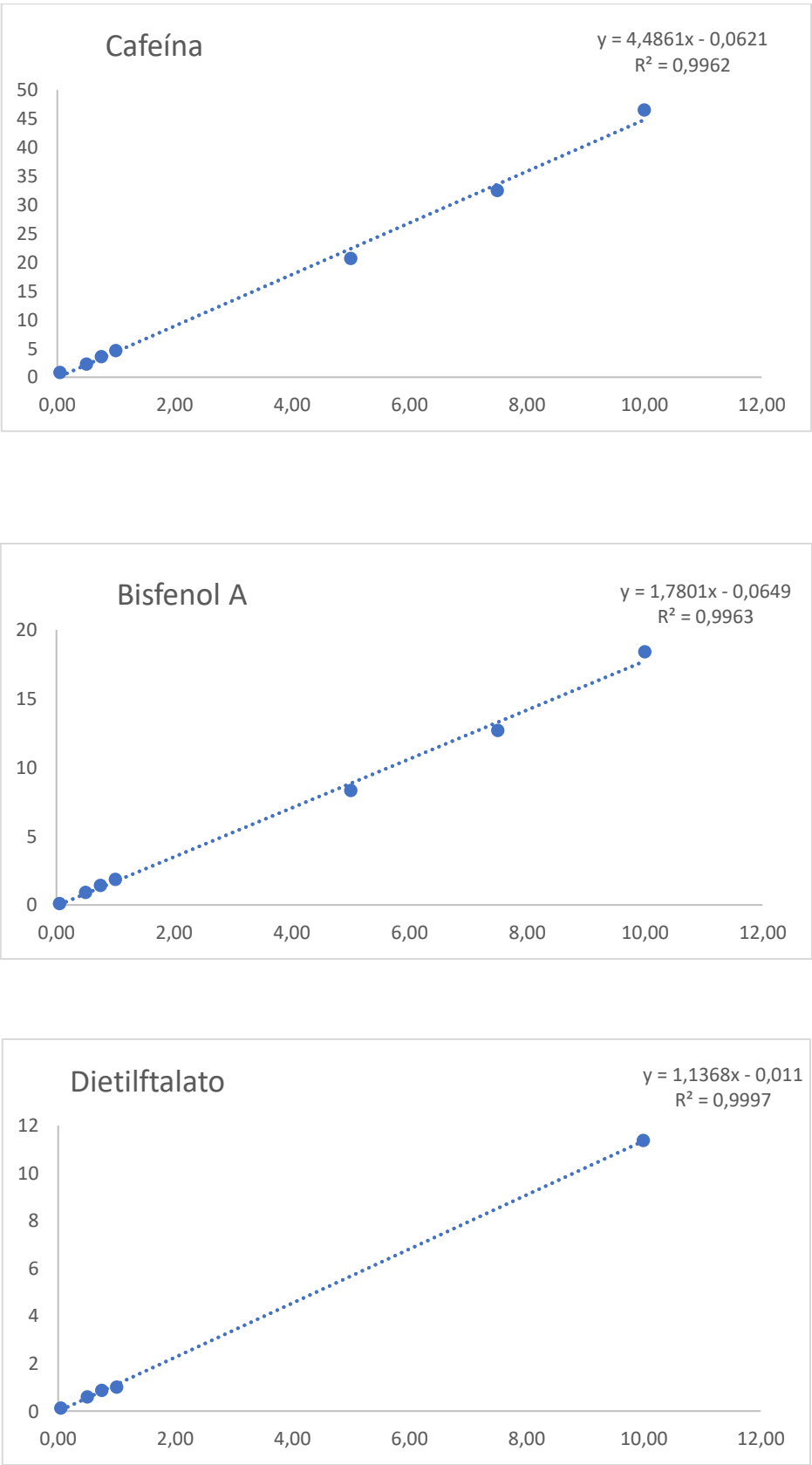
YARA VANESSA PORTUGUEZ FONSEC, *Estudo sobre a ocorrência de poluentes emergentes na água do rio meia ponte na cidade de goiânia-GO*. UFG, [Dissertação]. Goiânia Agosto 2013.

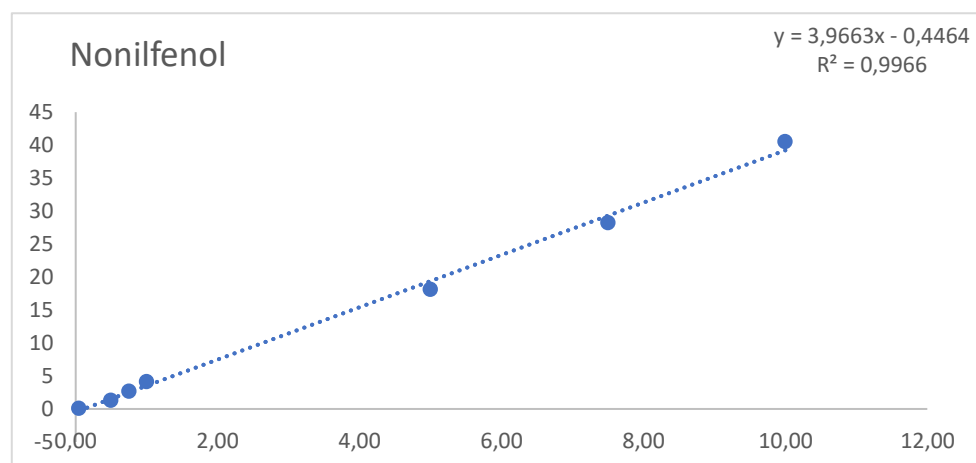
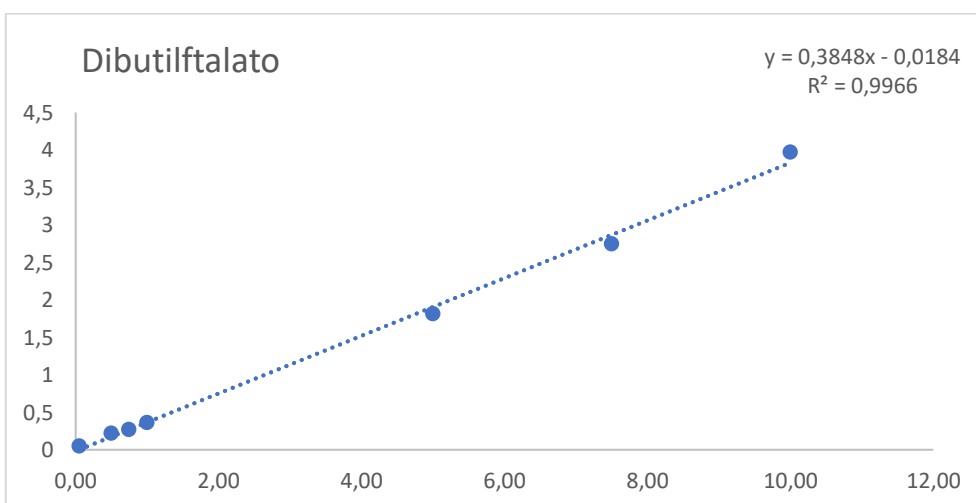
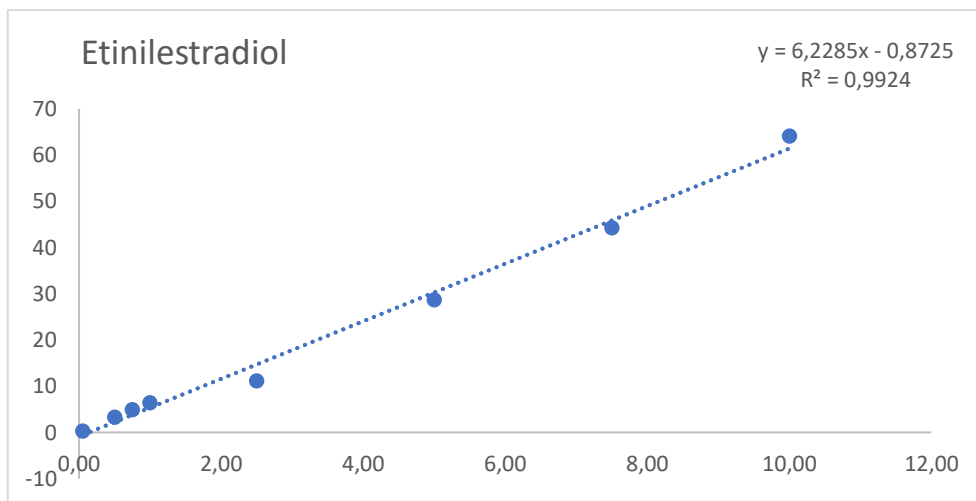
X. ZHOU, F. PENG, Z. LUO, Y. LI, H. LI, Z. YANG, assessment of water contamination and health risk of endocrine disrupting chemicals in outdoor and indoor swimming pools, *Science of the Total Environment* (2019), doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.135277.

ZANELLA, R.; CALDAS, S. S.; GONÇALVES, F. F.; PRIMEL, E. G.; PRESTES, O. D.; MARTINS, M. L. Principais técnicas de preparo de amostra para a determinação de resíduos de agrotóxicos em água por cromatografia líquida com detecção por arranjo de diodos e por espectrometria de massas. *Química Nova*, v. 34, Nº 9, p. 1604-1617, 2011.

APÊNDICE

Figura 6: Curva analítica dos desreguladores endócrinos





Apêndice II

Análises 2019 (1ª Campanha) 03/2019

	Cafeína	Bisfenol A	Dietilftalato	Etinilestradiol	Dibutilftalato	Nonifenol
CG1 (1)	0,132	1,530	1,119	1,743	146,900	2,863
CG2 (1)	5,752	2,264	-	1,849	35,035	1,602
CG3 (1)	-	0,748	4,930	1,795	160,559	2,585
PB1 (1)	0,469	0,741	2,291	-	51,096	1,971
PB2 (1)	-	-	-	-	130,090	2,461
PB3 (1)	12,126	22,084	8,456	23,083	60,140	16,415
PY1 (1)	1,231	0,727	2,945	1,901	43,954	1,423
PY3 (1)	-	-	-	-	46,386	2,231
PY4 (1)	-	0,781	-	1,729	48,913	2,279
PT6 (1)	-	0,916	-	1,785	41,709	2,149
PT7 (1)	-	49,401	3,800	31,977	81,222	4,040
PT8 (1)	-	-	1,066	1,720	51,127	2,158

Análises 2019 (2ª Campanha) 08/2019

	Cafeína	Bisfenol A	Dietilftalato	Etinilestradiol	Dibutilftalato	Nonifenol
AL 1 (2)	-	-	-	1,723	48,071	2,267
AL 2 (2)	-	0,775	4,687	1,845	43,860	-
AL 3 (2)	-	1,570	0,538	-	164,239	2,876
AN 1 (2)	-	1,509	0,697	-	1,166	3,644
AN 2 (2)	0,691	1,024	0,433	-	151,359	2,579
AN 3 (2)	-	1,644	0,633	-	158,844	-
PY 1 (2)	-	-	2,555	1,827	51,127	2,240
TD 1 (2)	-	-	-	-	51,532	2,258
TD 2 (2)	-	-	1,056	1,837	58,986	2,624
TD 3 (2)	-	0,957	0,433	-	136,047	2,815
TD 4 (2)	1,937	1,071	3,653	1,843	0,761	1,714

Análises 2021 (3ª Campanha) 05/2021

	Cafeína	Bisfenol A	Dietilftalato	Etinilestradiol	Dibutilftalato	Nonifenol
AL1 (3)	-	-	0,127	1,772	-	2,192
AL2 (3)	0,124	0,438	0,116	1,681	0,574	1,351
AL3 (3)	-	0,707	-	1,756	9,992	2,264
AL4 (3)	-	-	-	1,772	1,790	-
AL5 (3)	-	-	0,855	1,745	1,728	2,564
AL6 (3)	-	-	0,369	-	2,601	2,373
AN1 (3)	-	-	1,151	-	1,946	2,325
AN2 (3)	-	-	0,992	1,708	1,884	2,337
AN3 (3)	-	-	0,918	1,795	1,884	2,537
AN4 (3)	-	-	0,464	1,818	2,663	2,234
AN5 (3)	-	-	0,665	1,816	1,852	2,637
AN6 (3)	-	-	0,623	1,874	1,509	2,497
CG1 (3)	1,993	0,775	2,512	1,837	-	1,384
CG2 (3)	1,937	1,071	3,653	1,843	0,761	1,714
CG3 (3)	5,206	0,849	3,304	-	1,851	1,390
CG4 (3)	1,865	1,038	3,536	1,860	32,290	1,696
CG5 (3)	4,187	1,051	3,441	1,826	31,885	1,835
CG6 (3)	3,387	0,849	0,274	1,874	10,553	1,581
PB1 (3)	2,223	-	3,294	1,833	-	1,511
PB2 (3)	2,146	0,909	0,137	1,883	30,014	1,511
PB3 (3)	2,058	-	2,829	-	-	1,629
PB4 (3)	1,935	0,633	2,660	1,883	-	-
PB5 (3)	0,469	0,741	2,291	-	1,073	1,647
PB6 (3)	-	0,903	3,642	1,864	0,636	1,363
PT1 (3)	2,387	0,862	0,169	1,806	-	2,479
PT2 (3)	0,124	0,438	0,739	1,812	2,102	2,452
PT3 (3)	4,947	0,869	4,106	1,887	-	1,913
PT4 (3)	-	0,835	-	1,795	2,320	2,564
PT5 (3)	0,124	0,903	2,502	1,775	-	-
PT6 (3)	0,124	0,950	0,116	1,758	1,572	2,316
PI1 (3)	-	0,963	1,773	1,833	0,792	1,771
PI2 (3)	-	-	0,929	1,752	2,227	2,161
PI3 (3)	0,479	0,876	3,283	-	0,761	1,774
PI4 (3)	0,124	0,438	0,116	1,681	0,574	1,351
PI5 (3)	-	0,734	4,159	1,878	0,761	1,623
TD1 (3)	-	-	0,887	1,772	1,977	2,373
TD2 (3)	-	-	0,728	1,806	3,069	2,594
TD3 (3)	-	-	4,571	1,722	10,772	2,340
TD4 (3)	-	1,011	0,454	1,772	1,915	2,470
TD5 (3)	-	0,734	2,671	1,906	1,416	1,408
TD6 (3)	0,209	0,997	2,882	1,841	-	2,016
TD7 (3)	0,124	0,485	1,246	1,833	2,320	2,195

Análises 2021 (4ª Campanha) 10/2021

	Cafeína	Bisfenol A	Dietilftalato	Etinilestradiol	Dibutilftalato	Nonifenol
AL 1 (4)	-	-	0,422	-	3,692	2,585
AL 2 (4)	-	0,572	0,866	1,716	1,073	2,264
AL 3 (4)	-	0,438	0,602	1,712	1,634	2,128
AL 4 (4)	-	-	1,151	-	1,229	2,074
AL 5 (4)	-	0,727	-	1,722	41,771	2,192
AL 6 (4)	-	0,869	0,591	1,729	57,925	2,152
AN 1 (4)	-	1,206	0,306	1,833	107,169	2,143
AN 2 (4)	-	-	0,918	1,820	53,840	2,131
AN 3 (4)	-	0,606	-	1,743	67,188	2,316
AN 4 (4)	-	-	0,918	1,779	73,269	2,004
AN 5 (4)	-	-	0,654	1,743	56,990	1,916
AN 6 (4)	-	-	0,559	-	89,891	2,434
CG 1 (4)	-	-	0,781	1,712	79,506	2,289
CG 2 (4)	-	0,768	-	1,764	59,048	2,131
CG 3 (4)	-	-	0,823	-	83,810	2,110
CG 4 (4)	-	-	-	1,750	45,638	2,364
CG5 (4)	-	0,626	0,158	1,727	67,344	2,189
CG 6 (4)	-	-	-	1,883	63,477	2,249
PB 1 (4)	-	0,707	-	-	63,726	2,289
PB 2 (4)	-	0,849	-	1,725	55,493	-
PB 3 (4)	-	0,721	-	1,714	39,214	2,228
PB 4 (4)	-	-	-	1,714	53,403	2,083
PB 5 (4)	-	0,977	0,158	1,795	53,684	1,947
PB 6 (4)	-	0,464	0,623	1,700	46,262	1,529
PT 1 (4)	-	0,660	-	1,743	58,206	2,410
PT 2 (4)	-	0,559	0,401	1,785	54,214	2,340
PT 3 (4)	0,124	0,438	0,116	1,681	0,574	1,351
PT 4 (4)	-	0,498	-	-	42,519	2,258
PT 5 (4)	-	0,781	0,327	1,787	62,416	2,307
PT 6 (4)	-	-	-	1,706	44,141	2,231
PI 1 (4)	-	-	-	1,727	46,449	2,192
PI 2 (4)	-	0,525	0,148	1,739	47,883	2,119
PI 3 (4)	-	0,673	-	1,791	51,376	2,149
PI 4 (4)	-	-	1,140	-	37,873	2,279
PI 5 (4)	-	0,579	0,443	1,754	44,203	2,310
TD 1 (4)	-	-	0,549	1,720	48,320	-
TD 2 (4)	-	0,505	0,369	1,802	65,254	2,276
TD3 (4)	-	0,896	0,517	1,760	50,534	2,092
TD 4 (4)	-	0,532	0,528	1,802	47,790	2,292
TD 5 (4)	-	0,815	-	-	48,694	-
TD 6 (4)	-	0,700	0,549	1,743	51,875	2,264
TD 7 (4)	-	-	-	1,733	56,584	2,195

TRABALHOS PUBLICADOS

Endocrine disruptors and markers of anthropogenic activity: a risk for water supply and health

Isabella Ferreira Nascimento Maynard [1], Pamela Cunha Bortoluzzi [2], Thiga Carvalho Batista [1], Eliane Bezerra Cavalcanti [3,4], Álvaro Silva Lima, [3,4], Verônica de Lourdes Sierpe Jeraldo [1,4], Maria Nogueira Marques [1,4]

[1] Postgraduate Program in Health and Environment of Tiradentes University (UNIT), Aracaju, Sergipe, Brazil

[2] Graduation in Chemical Engineering, UNIT, Brazil

[3] Postgraduate Program in Process Engineering of Tiradentes University, Aracaju, Sergipe, Brazil

[4] Institute of Technology and Research – ITP, Aracaju, Sergipe, Brazil



Biomarkers in Disease: Methods, Discoveries and Applications. Biomarkers in Toxicology – Your Contribution: Water supplies and markers of anthropogenic activity: caffeine, cholesterol, phthalates and beyond



Sent on behalf of Dr. Vinood B. Patel <rekha.sukumar@springernature.com>

Ser, 19/11/2021 17:25

Para: Você

Dear Prof. Maynard,

Congratulations! The Editorial Board of the book project "[Biomarkers in Disease: Methods, Discoveries and Applications. Biomarkers in Toxicology](#)" has **accepted** your manuscript

- »[Water supplies and markers of anthropogenic activity: caffeine, cholesterol, phthalates and beyond](#)« (Author(s): **Maynard, I.***)

* corresponding author(s)

Thank you for your important chapter which has been reviewed and accepted. Please ensure all affiliations are correct and that copyright has been obtained (if required) for all tables and figures before your chapter enters typesetting. Please contact Rekha Sukumar rekha.sukumar@springernature.com for further assistance with this matter.

Best wishes,
Editorial office

The manuscript will soon be put into production and in a few weeks our typesetters will send out the proofs for review and corrections.

Please do not forward this e-mail to anyone: All links in this e-mail contain your personal key to our submission system, your manuscripts and contract.

With thanks and best regards,
The Springer Reference Editorial Team