



**CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

JOSE LUCAS DOS REIS GOMES

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DO RIO COCÓ E A POSSÍVEL INFLUÊNCIA DO
ATERRO DESATIVADO DO JANGURUSSU NA QUALIDADE DE SUAS ÁGUAS**

FORTALEZA

2021

JOSÉ LUCAS DOS REIS GOMES

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DO RIO COCÓ E A POSSÍVEL INFLUÊNCIA DO
ATERRO DESATIVADO DO JANGURUSSU NA QUALIDADE DE SUAS ÁGUAS

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao curso de Engenharia Civil do
Centro Universitário Christus, como requisito
parcial para obtenção do título de bacharel em
Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. José Itamar Frota Junior.

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Centro Universitário Christus - Unichristus
Gerada automaticamente pelo Sistema de Elaboração de Ficha Catalográfica do
Centro Universitário Christus - Unichristus, com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

G633a Gomes, Jose Lucas dos Reis.
Análise físico-química do rio Cocó e a possível influência do
aterro desativado do Jangurussu na qualidade de suas águas / Jose
Lucas dos Reis Gomes. - 2021.
73 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro
Universitário Christus - Unichristus, Curso de Engenharia Civil,
Fortaleza, 2021.
Orientação: Prof. Dr. José Itamar Frota Junior.

1. Qualidade da água. 2. Lixão do Jangurussu. 3. Rio Cocó. 4.
Parâmetros físicos-químicos. 5. Ação antrópica. I. Título.

CDD 624

JOSÉ LUCAS DOS REIS GOMES

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DO RIO COCÓ E A POSSÍVEL INFLUÊNCIA DO
ATERRO DESATIVADO DO JANGURUSSU NA QUALIDADE DE SUAS ÁGUAS

TCC apresentado ao curso de Engenharia Civil
do Centro Universitário Christus, como
requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. José Itamar Frota Junior.

Aprovado em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Itamar Frota Junior
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Prof^ª. Ma. Paula Nobre de Andrade.
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Prof^ª. Dra. Elayne Valério Carvalho
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

AGRADECIMENTOS

Ao meu poderoso Deus, pela sua misericórdia e infinito amor.

Aos meus pais, pelo amor e apoio que a mim sempre dedicaram.

A toda minha família, pelo apoio e carinho constante.

A minha companheira Rayssa, pelo seu amor e paciência.

Aos meus amigos, em especial Rafaele, Arthur e Daniel.

Aos meus professores, por contribuírem com minha formação acadêmica.

Ao meu orientador José Itamar em especial, pela sua grande contribuição para o desenvolvimento desta pesquisa.

A todos, meu muito obrigado.

RESUMO

A utilização inadequada do espaço urbano, atrelada à falta de um sistema de esgotamento sanitário e despejo do lixo sem um controle técnico, tem acarretado impactos significativos na qualidade das águas dos rios, afetando não somente o ecossistema, mas também a própria população que se utiliza desse recurso. O estudo apresentado buscou analisar a qualidade das águas do rio Cocó, em pontos pré-estabelecidos (à montante e à jusante do lixão Jangurussu), na cidade de Fortaleza – Ceará. Por meio de parâmetros físico-químicos foi possível averiguar uma possível influência do lixão do Jangurussu na qualidade das águas do rio Cocó. Para a coleta das amostras (para análise em laboratório) foram realizadas visitas *in loco* em pontos distintos, denominados: P1, P2, P3 e P4. Os resultados foram embasados na resolução do CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005 do Ministério do Meio Ambiente, em função da condição padrão águas doces de classe 1 e PORTARIA GM/MS N° 888, DE 4 DE MAIO DE 2021 para verificação da potabilidade para consumo humano. Os parâmetros pH, sólidos dissolvidos totais (TDS), cloretos, nitratos, nitritos, nitrogênio amoniacal total, sulfato e turbidez apresentaram índices satisfatórios na qualidade de água. Com relação ao fósforo, observou-se que esse parâmetro não atendeu aos padrões de qualidade relativos à resolução, excedendo em todos os pontos da amostra. Quanto ao ferro identificou-se que no ponto próximo do lixão excedeu o limite do padrão estabelecido. Ademais, observou-se diminuição da turbidez e do nitrito, onde a importância da mata ciliar e da zona de preservação ambiental podem ter auxiliado na diminuição da concentração desses parâmetros. Os parâmetros cloreto, dureza total, sólidos dissolvidos, sulfato e amônia apresentaram valores de acordo com o grau de aceitação para o consumo em todos os pontos coletados referentes à portaria n° 888 do ministério da saúde. Entretanto, a cor aparente, ferro e a turbidez apresentaram inconformidades para o padrão de potabilidade. Concluiu-se que o rio Cocó sofre forte impacto ambiental não apenas oriundas do lixão do Jangurussu, mas também, sofre com a ocupação desordenada de residências ao longo de suas margens, com a entrada clandestina de resíduos de lixo, e efluentes não tratados, além de degradação de grande parte da mata ciliar.

Palavras-chave: Qualidade da água. Lixão do Jangurussu. Rio Cocó. Parâmetros Físicos-Químicos. Ação Antrópica.

ABSTRACT

The inappropriate use of urban space, coupled with the lack of a sewage system and waste disposal without technical control, has impacted the quality of river water, affecting not only the ecosystem, but also the population that uses this resource. . The present study sought to analyze the water quality of the Cocó River, at pre-set points (upstream and downstream of the Jangurussu dump), in the city of Fortaleza - Ceará. Through physical-chemical parameters, it was possible to investigate a possible influence of the Jangurussu dump on the water quality of the Cocó River. For the collection of collected data (for laboratory analysis), on-site visits were carried out at different points, called: P1, P2, P3 and P4. The results were based on CONAMA resolution No. 357, of March 17, 2005 of the Ministry of the Environment, due to the standard condition of class 1 fresh water and ORDINANCE GM / MS No. 888, OF MAY 4, 2021 to verification of potability for human consumption. The parameters pH, total dissolved solids (TDS), chlorides, nitrates, nitrites, total ammonia nitrogen, sulfate and turbidity aggregate satisfactory indexes in the water quality. In relation to phosphorus, it was observed that this parameter did not meet the quality standards for resolution, exceeding it at all points in the sample. As for iron, it was identified that at the point close to the dump, it exceeded the limit of the established standard. Furthermore, a decrease in turbidity and nitrite was observed, where the importance of the riparian forest and the environmental preservation zone may have helped to reduce the concentration of these parameters. The parameters chloride, total hardness, dissolved solids, sulfate and ammonia are values according to the degree of acceptance for consumption in all points collected referring to ordinance No. 888 of the Ministry of Health. However, the apparent color, iron and turbidity generate non-conformities with the drinking standard. It was concluded that the Cocó River suffers a strong environmental impact not only from the Jangurussu dump, but also suffers from the disorderly occupation of houses along its banks, with the clandestine entry of garbage waste, and non-discarded effluents, in addition degradation of a large part of the riparian forest.

Key words: Water quality. Dump of the Jangurussu. Cocó River. Physical-Chemical Parameters. Anthropic Action.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	Objetivos	9
<i>1.1.1</i>	<i>Objetivo geral.....</i>	<i>9</i>
<i>1.1.2</i>	<i>Objetivos específicos</i>	<i>9</i>
1.2	Justificativa.....	10
1.3	Estrutura do trabalho.....	10
2	REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1	Panorama Geral dos Recursos Hídricos.....	11
2.2	Abastecimento de água no Ceará e Fortaleza.	14
2.3	Bacia do rio Cocó	14
2.4	Sistema de Abastecimento e Etapas de Tratamento.....	17
2.5	Parâmetros de Qualidade de Água.....	18
<i>2.5.1</i>	<i>Turbidez.....</i>	<i>20</i>
<i>2.5.2</i>	<i>Cor.....</i>	<i>20</i>
<i>2.5.3</i>	<i>Condutividade elétrica</i>	<i>20</i>
<i>2.5.4</i>	<i>Cloretos</i>	<i>20</i>
<i>2.5.5</i>	<i>Potencial hidrogeniônico (pH).....</i>	<i>21</i>
<i>2.5.6</i>	<i>Alcalinidade.....</i>	<i>21</i>
<i>2.5.7</i>	<i>Compostos nitrogenados</i>	<i>21</i>
<i>2.5.8</i>	<i>Dureza total.....</i>	<i>21</i>
<i>2.5.9</i>	<i>Sulfato.....</i>	<i>22</i>
<i>2.5.10</i>	<i>Sólidos</i>	<i>22</i>
2.6	Doenças relacionadas a água.	22
2.7	Saneamento básico e o meio ambiente	24
2.8	Eutrofização de Recursos Hídricos	26
2.9	Aspectos gerais dos Resíduos Sólidos.....	27

2.10	Resíduos sólidos no Brasil, Ceará e Fortaleza.....	31
2.11	Política Nacional de Resíduos Sólidos.....	32
2.12	Problemática do lixão	34
2.13	Caracterização do Lixão do Jangurussu.	35
3	METODOLOGIA	37
3.1	Tipologia da Pesquisa	37
3.2	Caracterização da Área de Estudo.....	37
3.3	Procedimento experimental	42
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.1	Parâmetros físico-químicos	46
<i>4.1.1</i>	<i>pH.....</i>	<i>46</i>
<i>4.1.2</i>	<i>Alcalinidade.....</i>	<i>46</i>
<i>4.1.3</i>	<i>Cor Aparente</i>	<i>47</i>
<i>4.1.4</i>	<i>Nutrientes</i>	<i>48</i>
<i>4.1.5</i>	<i>Sólidos Dissolvidos.....</i>	<i>54</i>
<i>4.1.6</i>	<i>Material em Suspensão</i>	<i>55</i>
<i>4.1.7</i>	<i>Condutividade Elétrica.....</i>	<i>57</i>
<i>4.1.8</i>	<i>Dureza Total.....</i>	<i>57</i>
<i>4.1.9</i>	<i>Cloretos</i>	<i>58</i>
<i>4.1.10</i>	<i>Sulfatos</i>	<i>59</i>
<i>4.1.11</i>	<i>Ferro.....</i>	<i>60</i>
<i>4.1.12</i>	<i>Salinidade.....</i>	<i>60</i>
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
	REFERÊNCIAS	64
	ANEXOS	69

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento das grandes metrópoles, houve incremento e despejo dos resíduos de forma inadequada. A destinação final desses no passado era partilhado com uma falta de planejamento ambiental. Jacobi e Besen (2011) citam que a produção em excesso dos resíduos sólidos e seu destino final é um dos maiores desafios com que se contrasta na sociedade moderna. Esta preocupação se dá, principalmente, devido ao desenvolvimento populacional associado à intensa urbanização e o crescimento do poder de compra.

Segundo o Sindicato Nacional das Empresas de Limpeza Urbana (SELURB, 2019), quase metade dos municípios brasileiros pesquisados (49,9%) ainda despejam resíduos em depósitos irregulares e ilegais. Esses depósitos representam uma forma inadequada da disposição final de resíduos sólidos, que se caracterizam pela simples dejeção dos resíduos sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública (IBGE, 2020).

No mesmo raciocínio, Castilhos Júnior (2002) declara que a acomodação de despejo a céu aberto é exercida de forma irregular, sem uma compactação ou uma cobertura dos rejeitos. Em consequência, há o aparecimento de problemas como a poluição dos meios terrestres, aquáticos e aéreo, além do aumento de vetores de doenças.

A concordância entre meio ambiente e o desenvolvimento são obstáculos para os municípios, considerando que o progresso e crescimento urbano acelerado causam impactos como a criação dos lixões, conseqüentemente, ocasionam acúmulo de matéria orgânica que geram subprodutos sem um controle técnico, influenciando na saúde ambiental e urbana.

A contaminação das águas ocorre, principalmente, devido às ações antrópicas, em parte, atrelada a despejos domésticos, industriais e ao chorume que é resultante da decomposição do lixo, que escoam dos aterros e lixões, contaminando os aquíferos subterrâneos. Esse subproduto da decomposição da matéria orgânica impacta o meio ambiente contaminando o ar, água e solo, além do aumento da proliferação de vetores. Tais rios podem servir de uso para população trazendo riscos à saúde dos usuários (LOPES, 2010).

Vinculado ao problema da qualidade de água, no Estado do Ceará, é verificado deficiência de saneamento básico, no qual é constatada a ausência ou precariedade do sistema de rede de coleta, da disposição final e tratamento, tanto de resíduos sólidos como de líquidos, além de processo de erosão e assoreamento dos rios. Os locais onde nascem os despejos de poluição são alastrados, vindo principalmente de ambientes onde não há preservação do leito do rio (COGERH, 2010).

No município de Fortaleza, a maior parte dos corpos hídricos localizam-se no perímetro urbano, sendo sujeito à degradação do seu meio, comprometido pela poluição oriunda de águas residuais domésticas e industriais (MEDEIROS *et al*, 2011). Sendo agravado em função do crescimento urbano, associado a falta de um sistema de saneamento, além da retirada da mata ciliar, assoreamento dos rios, desgaste dos solos e despejo de resíduos irregular (FELIPE; FAGUNDES; VIEIRA, 2012).

O rio Cocó é um dos principais cursos d'água que percorrem a cidade de Fortaleza, e é motivo de estudos que buscam atenuar os impactos relativos não somente sobre a saúde humana, mas também sobre o meio ambiente, além dos problemas relacionados a falta da disposição final adequada dos resíduos sólidos e da qualidade das suas águas. Soares (2005) explana que o rio é considerado a maior bacia da cidade de Fortaleza, possuindo 45 km de extensão, tem sua nascente no Município de Pacatuba desaguando na praia do Caça e Pesca. Barbosa *et al.*, (2012) descreve que ao longo do percurso o rio sofre impactos por meio de ações humanas como a retirada de areia, mata ciliar, disposição de lixo e de esgoto, tanto de residências como indústrias.

Associado à problemática da má disposição do lixo, e um descaso com o meio ambiente foi criado na margem direita do rio Cocó o lixão do Jangurussu, na cidade de Fortaleza. No decorrer da operação se tornou um lixão e foi operado por 20 anos (1978 a 1998), hoje encontra-se desativado. Este era o único existente na época para atender toda a cidade, recebia cerca de três toneladas de resíduos no seu funcionamento, chegou a atingir 35 metros de altura e ocupou 30ha de área. Ainda é um problema que preocupa o entorno dos recursos hídricos ali situados (LOPES, 2010).

Baseando na problemática exposta, surge a seguinte questão de pesquisa “Quais as possíveis influências do antigo lixão do Jangurussu na qualidade das águas do rio Cocó ?”

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Analisar a qualidade das águas do rio Cocó por meio de parâmetros físico-químicos em pontos pré-estabelecidos assim como, a possível influência do lixão Jangurussu na qualidade das águas do rio Cocó.

1.1.2 Objetivos específicos

- Caracterizar a área do Antigo Lixão de Jangurussu, como o local da pesquisa, considerando a presença do rio Cocó;
- Identificar a problemática do chorume gerado e seu direcionamento como lixiviado do Antigo Lixão Jangurussu;
- Avaliar a qualidade físico-química das águas do rio Cocó, em pontos à montante e à jusante do rio no percurso, analisando as possíveis contribuições do lixiviado do “Antigo Lixão Jangurussu”;
- Propor medidas para mitigar os impactos negativos em função da degradação de qualidade do rio Cocó.

1.2 Justificativa

O trabalho se justifica tendo em vista a importância do rio Cocó não somente para regularizar as cheias na cidade de Fortaleza, mas também por se tratar de um recurso hídrico estratégico, haja vista que o mesmo está inserido em uma unidade de conservação, tendo também importância como possível fonte de abastecimento (barragem do rio Cocó).

1.3 Estrutura do trabalho

A pesquisa foi dividida em cinco seções na seguinte forma :

Na primeira primeira seção, é exposto o tema contextualizando a problemática e apresentando os objetivos.

Na segunda seção, será apresentado o referencial teórico utilizado como fundamentação teórica do tema que será abordado no decorrer do trabalho

Na terceira seção será demonstrado a metodologia de coleta de dados, com ênfase nas bases teóricas aplicadas para o desenvolvimento do trabalho, assim como, materiais e métodos utilizados para realização da pesquisa.

Na quarta seção será abordado os resultados obtidos por ensaios laboratoriais abordando o objeto de estudo.

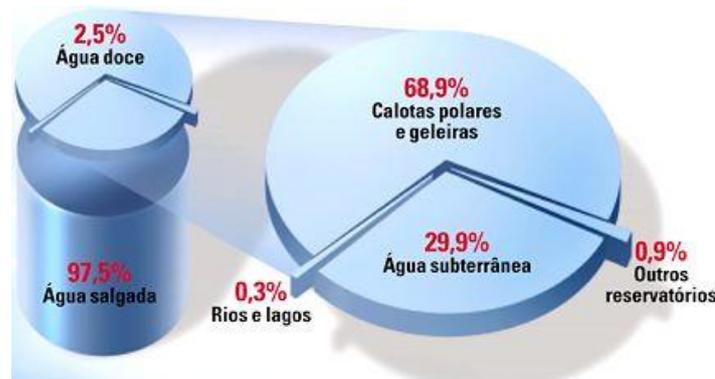
Por fim na quinta seção, será mostrado as conclusões do trabalho que podem ser verificados por meio dos resultados obtidos do mesmo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Panorama Geral dos Recursos Hídricos

A água é considerada um elemento essencial para o ecossistema. Cobrindo cerca de 70 % da superfície do planeta onde 97,5% vem dos oceanos, ou seja, salgada e 2,5% sendo água doce. Este na sua maioria é constituído por grandes massas de gelo nas extremidades dos pólos, estando o restante disponível em águas subterrâneas e em rios e lagos (Figura 1) (RIBEIRO E ROLIM, 2017).

Figura 1 - Distribuição da água no planeta.



Fonte: Galileu (2002).¹

De acordo com a Agência Nacional de Águas e do Saneamento Básico (ANA, 2017, p.53), A água é um dos importantes elementos integrantes da vida e tem uma profunda relevância em inúmeras atividades para fins diversos como “irrigação, abastecimento humano e animal, industrial, geração de energia, mineração, aquicultura, navegação, turismo e lazer”.

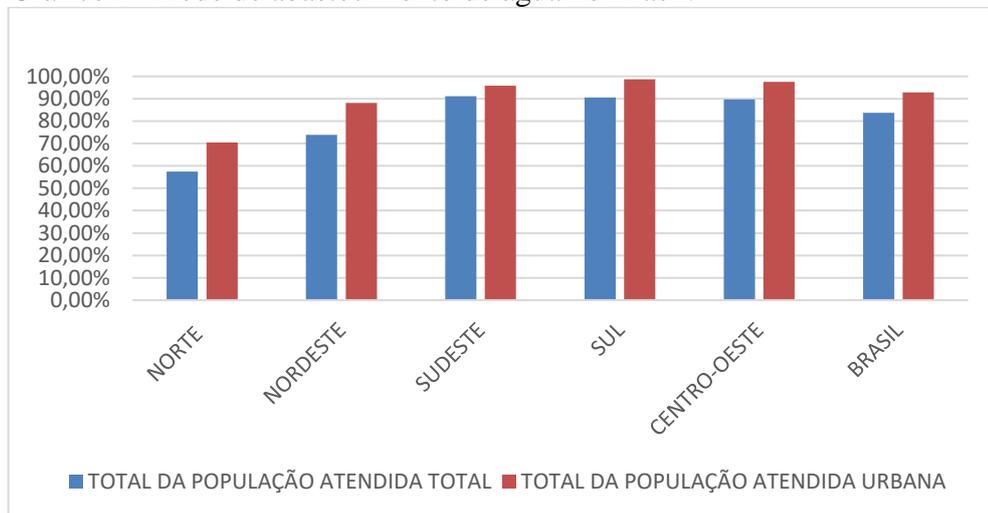
O fornecimento de água para a população deve estar compatível com a quantidade de mananciais presentes. Os responsáveis pela administração dos recursos hídricos no Estado do Ceará, é a Secretaria de Recursos Hídricos, ela tem o desafio de equilibrar a necessidade do uso de água com a capacidade suficiente para sustentar o abastecimento de reserva do recurso. Essa questão se dá com a deliberação estratégica entre oferta e demanda (SOUSA *et al.*, 2020).

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (BRASIL, 2020a) fez um levantamento no Brasil, levando em consideração a rede de abastecimento de água e verificou-se que não há uma boa distribuição para a população. Onde 35 milhões de brasileiros

¹ GALILEU. **A liquidez do mundo**. 2002. Disponível em: http://galileu.globo.com/edic/119/rep_agua1.htm. Acesso em 24 mar. de 2021.

ainda não tem acesso ao serviço de água tratada correspondendo a 16.3% da população (Gráfico 01).

Gráfico 1 - Rede de abastecimento de água no Brasil.

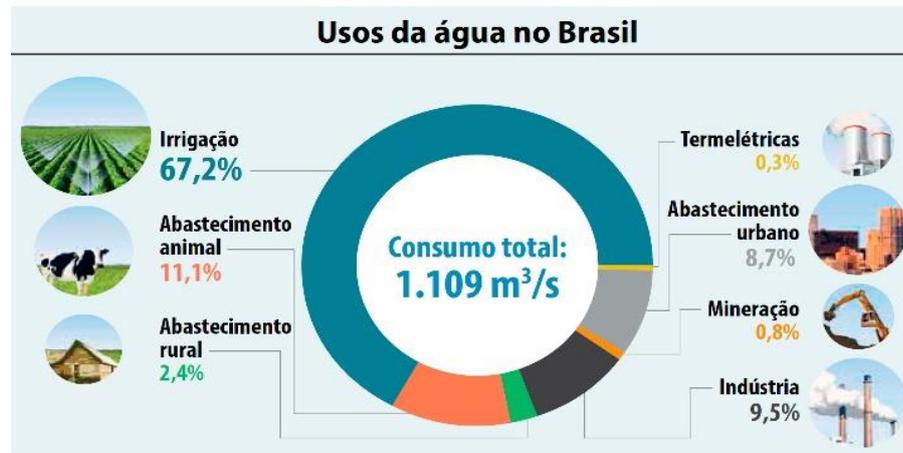


Fonte: adaptado de Brasil (2020a).

O consumo de água na nação vem crescendo de acordo com o desenvolvimento das cidades e do seu processo de urbanização. De acordo com a ANA (2017) em 1940 o uso da água era prioritariamente para o consumo humano (urbano e rural). A partir da década de 80, com os avanços das indústrias, esse cenário mudou e começou a crescer com o avançar do tempo. Atualmente a área de cultivo agrícola é onde se faz mais o uso do recurso em função da irrigação, utilizando cerca de 963 m³/s, onde por meio de técnicas de engenharia foi viabilizado o cultivo em regiões onde há carência de recursos hídricos, no caso do semiárido, ou em locais com grandes períodos de secas. A utilização de água para irrigação, embora com novas tecnologias que otimizam o seu consumo, demandam uma quantidade considerável de toda água disponível para consumo.

Ademais, de acordo com Brasil (2020a), afirma que em 2019 o consumo médio foi de 153,9 litros por habitante ao dia no Brasil, onde observa-se 120,6 litros por habitante ao dia no Nordeste a 177,4 litros por habitante ao dia no Sudeste. A Organização das Nações Unidas (ONU) recomenda um consumo de 110 l/dia por habitante. Todas as regiões estão acima desse valor (Figura 2).

Figura 2 - Consumo de água no Brasil.



Fonte: Senado Federal (2018).²

Além da necessidade do consumo, ainda há a problemática da perda de água durante a distribuição, que podem chegar a 39,2% seja por vazamentos, falhas nos sistemas de medição ou ligações clandestinas (BRASIL, 2020a).

No panorama da região Nordeste é evidenciado um percentual insatisfatório em função das condições de suprimentos dos mananciais, isso é devido à escassez hídrica na sua parcela semiárida. Apesar de concentrar a segunda maior taxa populacional a região dispõe de 3% de disponibilidade de água, não ofertando um abastecimento satisfatório à população. Além disso, somente 18% da população nordestina é atendida com sistema de abastecimento de água onde se faz necessário investimento para 82 % da população não assistida (ANA, 2010a).

Para Marengo, Cunha e Alves (2016) a projeção da duração e frequência da seca que assola a região do Nordeste brasileiro vem gerando preocupação para os gestores dos recursos hídricos, agricultores, pesquisadores e os formuladores de política, no qual buscam entender os possíveis impactos desse processo da natureza. A projeção, a longo prazo, da pouca incidência chuvosa na região, junto com a frequência da seca e a elevação da temperatura podem intensificar a degradação ambiental.

Dessa forma o Nordeste vem sendo palco de estudos, onde um bom conhecimento do clima e de suas interferências na região ajudam os órgãos gestores a gerenciar os recursos hídricos balanceando a oferta hídrica e a demanda pelo o uso das águas.

² SENADO FEDERAL. **Em busca de um novo modelo de gestão para o uso da água**. 2018. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/especiais/especial-cidadania/em-busca-de-um-novo-modelo-de-gestao-para-o-uso-da-agua/em-busca-de-um-novo-modelo-de-gestao-para-o-uso-da-agua>. Acesso em 24 Mar. de 2021.

2.2 Abastecimento de água no Ceará e Fortaleza.

O Estado do Ceará é integrado por 184 municípios possuindo uma população de 6,3 milhões de habitantes, abrangido pelo clima semiárido, possui seus rios em regime intermitente (ANA, 2010b). A disponibilidade hídrica da região é considerada muito reduzida, e para suprir as requisições destes são necessárias inúmeras obras de reservatórios e transporte desse fluido.

O Ceará é um estado com baixa disponibilidade hídrica, devido à combinação de uma série de fatores, sobretudo: baixos índices de precipitação (inferiores a 900 mm); altas taxas de evaporação (superiores a 2.000mm); irregularidade do regime de precipitação (secas frequentes e por vezes plurianuais); e um contexto hidrogeológico desfavorável (80% do território sobre rocha cristalina, com camada de solo raso e poucos recursos hídricos subterrâneos). Por isso a maior parte dos rios são naturalmente intermitentes, ou seja, são corpos d'água que secam durante a estação seca (SOUZA FILHO, 2018, p. 2).

Já na cidade de Fortaleza, o cenário encontra-se bastante promissor. Os dados do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE, 2018), demonstram que 98,59 % do município é abastecido com a cobertura de água, onde 53,16% corresponde ao volume produzido em todo o estado do Ceará.

A companhia de gestão dos recursos hídricos do Ceará (COGERH) é a responsável pelo gerenciamento de oferta de água bruta e demanda dos recursos hídricos no estado. Já a companhia de água e esgoto do estado (CAGECE) é a responsável por provisionar a água em 83% das cidades do estado (ANA, 2010b).

Embora exista o problema da escassez, o estado do Ceará possui uma boa quantidade de mananciais de água. Ainda segundo (IPECE, 2011), as bacias do Estado do Ceará são as dos Rios Acaraú, Banabuiú, Coreaú, Curu, Jaguaribe, Parnaíba e Salgado, e mais alguns rios que formam às bacias metropolitana e litoral, como os Rios Ceará, Choró, Cocó e Aracatiaçu.

2.3 Bacia do rio Cocó

A bacia hidrográfica do rio Cocó, onde está inserida o objeto de estudo aqui presente, nasce na serra da Aratanha no município de Pacatuba desaguando na praia do Caça e Pesca na cidade de Fortaleza. A bacia é encontrada na Região Metropolitana de Fortaleza, possui uma área total de drenagem cerca de 513,84 Km², onde é percorrido nos municípios de Pacatuba, Maranguape, Itaitinga, Maracanaú, Eusébio, Aquiraz e Fortaleza. O rio tem 29 afluentes na margem direita e 16 na esquerda, 15 açudes e 36 lagoas (COGERH, 2010).

No Quadro 1, é apresentando algumas informações da bacia do rio Cocó.

Quadro 1 - Característica da Bacia do Rio Cocó.

ASPECTO	DESCRIÇÃO
Clima	Predomina o tipo tropical úmida
Pluviosidade	Cerca de 1400 mm/ano
Temperatura Média Anual	28 °C
Geologia	Possui quatro tipos diferentes de formações: Dunas: podem ser móveis, fixas e antigas; Aluvião; Barreiras; Cristalino.
Vegetação	Espécies vegetais características de mangue, tais como <i>Avicenia germinans</i> (mangue preto), <i>Laguncularia racemosa</i> (mangue branco), <i>Rhizophora mangle</i> (mangue vermelho) e espécies florísticas nativas (capim, coqueiro, mangueira, cajueiro, carnaúba, torém, carrapicho, salsa, pião roxo, etc.). Havendo também samambaias, bromélias, as orquídeas e os líquens
Fauna	Aves: Lavadeira (<i>Fluvicola nengeta</i>); Martim Pescador (<i>Chloroceryle amazona</i>); Socozinho (<i>Butorides striatus</i>); Garça Branca Grande (<i>Casmerodius albus</i>), etc. - Peixes: Carapeba (<i>Diapterus rhombeus</i>); Solha (Ordem: Pleuronectiformes); Bagre Branco Família: <i>Ariidae</i>); etc. - Possui também moluscos e crustáceos típicos de manguezal

Fonte: adaptado de Araújo (2012)

O rio Cocó tem uma importante função na drenagem das chuvas, no qual, consegue absorver o excedente de água. Além disso, o mangue do rio Cocó é um local de abrigo de espécies da fauna do mar e da costa praiana. Crustáceos, peixes, aves e répteis utilizam o mangue para sua sobrevivência. O manguezal é o local de reprodução de um grande número de espécies aquáticas que nascem e migram para o mar, sua degradação pode diminuir a produção de camarão e de um grande número de espécies de peixes. Tal consequência, pode causar desequilíbrio no ecossistema em função da cadeia alimentar (LOPES, 2010).

A vegetação tem uma importante função climática, o percurso do rio forma um corredor de ventilação trazendo uma agradávelidade climática em função da posição geográfica do rio (LOPES, 2010).

De acordo com a Secretaria do Meio Ambiente do Ceará (SEMA, 2017) o trecho compreendido entre o trecho da BR-116 à sua foz é denominado Parque do Cocó, onde é uma área de conservação criada através do decreto estadual 20.253 de 5 de setembro de 1989. A Secretaria do Meio Ambiente (SEMA, 2017) sancionou o parque oficialmente como Unidade Integral de Conservação conforme o Decreto nº 32.248, de 07 de junho de 2017. O parque tem a função de proteger e conservar o ecossistema, além de manter um equilíbrio entre o homem

a natureza através de atividades de educação, recreação, turismo ecológico e pesquisa científica que podem ser explorados no parque (Figura 3).

Figura 3 - Trilha do Parque do Cocó.



Fonte: Fortaleza em fotos (2011).³

Atualmente, o rio recebe quase em todas suas áreas focos de poluição, isso se dá em função dos processos de crescimento da cidade, tal como o aumento dos seus habitantes de forma desordenada. Essa degradação se dá por meio da ação do homem, mediante despejos de rejeitos clandestinos, galerias de captação pluvial ou com o arraste de resíduos descartados de forma incorreta no leito (DIÓGENES *et al*, 2020).

Apesar da adversidade da escassez hídrica, há outro fator referente à qualidade do recurso hídrico. Ao percorrer a capital cearense, o rio Cocó sofre vários impactos antrópicos que degradam não somente o leito do rio, como também, o ciclo biológico. Adiante o município apresenta não só a adversidade com questões da qualidade de água, mas também a sua oferta hídrica disponível a todos.

O Município de Fortaleza ainda apresenta locais sem a oferta de água tratada pela concessionária, muitas áreas sem coleta e tratamento de esgoto e lixo. As áreas da periferia necessitam de uma política eficiente de distribuição de água que garanta o abastecimento regular, já que muitas famílias não têm acesso e quando tem disponível a rede pública de abastecimento de água, não se interligam por precariedade de recursos e informações sobre a importância de consumir uma água de boa qualidade (CEARÁ, 2009, p. 72).

³ Fonte: FORTALEZA EM FOTOS. **Parque ecológico do Cocó - Trilha do rio. 2011.** Disponível em: <http://www.fortalezaemfotos.com.br/2011/08/parque-ecologico-do-coco-trilha-do-rio.html>. Acesso em 20 maio de 2021

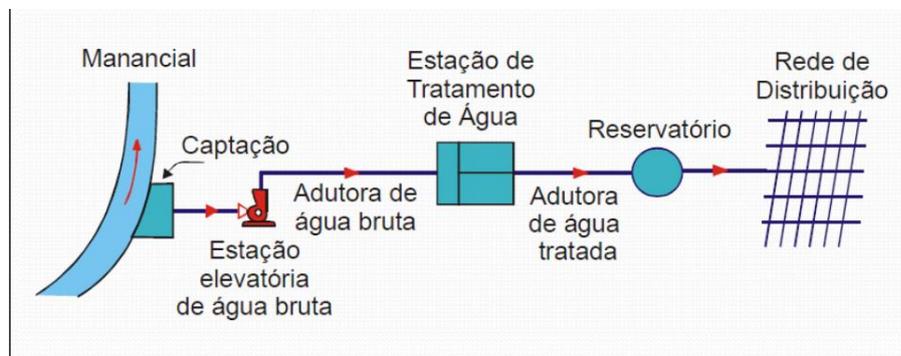
2.4 Sistema de Abastecimento e Etapas de Tratamento.

A água para utilização é retirada de mananciais, entretanto a mesma não condiz com os padrões de qualidades específicos de consumo. Assim, se faz necessário a sua captação, tratamento e distribuição para que se chegue ao consumidor final por meio de uma série de processos executivos mencionados na sequência.

Para a Fundação Nacional da Saúde (FUNASA, 2006) o Sistema de Abastecimento de Água (SAA) é um conjunto de elementos integrantes de equipamentos, serviços e instalações com a finalidade de geração e provimento de água para a população nos aspectos quantitativos e qualitativos não somente para uso doméstico, como para industrial, atividades públicas, irrigação e outros. Aspectos esses, são determinados por legislações específicas e órgãos competentes com a finalidade de certificar uma segurança hídrica para a população.

O sistema de abastecimento é constituído pelas seguintes etapas: manancial, captação, adução, tratamento, reservação, rede de distribuição, estação elevatória e ramal predial (Figura 4).

Figura 4 - Modelo de um SAA



Fonte: Tsutiya, (2006)

Destaca-se entre os processos, a questão do tratamento em função da sua potabilidade para o consumo humano. O tratamento possibilita a retirada de agentes químicos, físicos e biológicos tornando adequado para utilização.

Toda água destinada ao consumo humano deve obedecer aos padrões de qualidade, tornando seu consumo seguro. Para atendê-los no abastecimento da população, são utilizados diversos processos de tratamento a partir da captação de água bruta. Em geral, após ser captada, a água segue pela adutora para tratamento, que pode ser realizado em uma estação de tratamento de água ou em uma unidade de tratamento simplificado (IBGE, 2020, p.40).

Para Libânio (2010) o tratamento de água é um conjunto de critérios para inserir o fluido aos padrões de potabilidade. Para que isso seja possível, é necessário uma estação de tratamento de água (ETA) que é encarregada de fazer o processo de depuração.

“Atualmente os procedimentos mais utilizados em uma ETA tem sido os seguintes: Aeração, Mistura Rápida (Coagulação), Mistura Lenta, (Floculação), Decantação e Filtração.” (Quadro 2) (FLORENÇANO, 2011, p. 23).

Quadro 2 - Etapas da estação de tratamento de água.

Aeração	Possui a finalidade de fazer uma troca de substâncias voláteis (gases) da água para o meio atmosférico.
Coagulação	É caracterizada pela mistura de um coagulante, sendo o processo feito de forma rápida devido o tempo da reação do coagulante.
Floculação	Está relacionado ao processo de atração entre as partículas, formando flocos, por meio do processo de agitação do meio.
Decantação	Devido aos pesos das partículas há o início de deposição desse material nos tanques decantadores.
Filtração	Constituídos por meios filtrantes naturais como areia, pedregulho ou cascalho, o material que não foi retirado durante o processo de decantação.
Desinfecção	Tem a finalidade de eliminar organismo patogênicos e inativação de enzimas e crescimento celular.

Fonte: Florençano (2011)

2.5 Parâmetros de Qualidade de Água

A água potável é a fonte que está adequada para a utilização humana, portanto deve ser livre de microrganismos e substâncias prejudiciais à saúde evitando problemas aos usuários.

De acordo com Miranda (2007) a purificação da água compreende-se como o processo de tratamento com a finalidade de desinfecção de patógenos e outros contaminantes, afim de tornar a água segura para o consumo.

Para detalhar o padrão de qualidade da água, são definidos parâmetros para se fazer um resumo sobre as propriedades biológicas, químicas e físicas. Tais parâmetros constituem como referência para definição da sua utilização em função de valores referidos em normas e portarias sendo fiscalizados por entidades governamentais.

Esses parâmetros são identificados por meios de ensaios laboratoriais, através de amostras coletadas nos corpos hídricos e possuem bastante relevância afim de constatar a impureza do líquido.

O padrão de aceitação para o consumo tem a função de garantir a utilização de água saudável ao consumidor final. É especificado em medidas que estão em função do odor e sabor (organoléptica) e na ordem visual (estética) da água de abastecimento. Outras substâncias não citadas a seguir trazem risco à sociedade, entretanto suas baixas concentrações satisfazem os critérios para utilização. As substâncias são apresentadas no Quadro 3 com a característica do seu efeito quando utilizada (BRASIL, 2006).

Quadro 3 – Padrão de aceitação para o consumo e seus efeitos.

Parâmetros	Efeito
Alumínio	Depósito de hidróxido de alumínio na rede de distribuição a acentuação da cor devido ao ferro
Amônia	Odor
Cloreto	Gosto
Cor Aparente	Aspecto Estético
Dureza	Gosto, incrustação
Etilbenzeno	Odor
Ferro	Aspecto Estético - turbidez e cor
Manganês	Aspecto Estético - turbidez e cor
Monoclorobenzendo	Gosto e odor
Odor	Desfavoráveis ao consumo
Sabor	Desfavoráveis ao consumo
Sódio	Gosto
Sólidos Dissolvidos Totais	Gosto, incrustação
Sulfato	Gosto
Sulfeto de Hidrogênio	Gosto e odor
Surfactantes	Gosto, odor e formação de espuma
Tolueno	Odor
Turbidez	Aspecto Estético - indicação de integridade do sistema
Zinco	Gosto
Xileno	Gosto e odor

Fonte: Brasil (2006)

Pivelli (2010) esclarece que os parâmetros para qualificar as águas correspondem a temperatura, odor, sabor, cor, turbidez e quantidade de sólidos nas suas frações. Desses citados,

alguns contribuem inicialmente para a composição química da amostra como os níveis de sólidos em suspensão (relacionado à turbidez) e as concentrações de sólidos dissolvidos (relacionado à cor), os sólidos orgânicos (voláteis) e os sólidos minerais (fixos), sínteses que produzem odor, etc.

2.5.1 *Turbidez*

Em concordância com Brasil (2014) a turbidez da água está relacionada às partículas sólidas em suspensão. Tais partículas diminuem a transparência da água reduzindo a transmissão da luz. Esse processo pode ser causado por algas, detritos orgânicos e inorgânicos como zinco, ferro, areia, argila em consequência da erosão ou de despejos de indústrias e residências. Além de mostrar a presença de microrganismos a turbidez pode diminuir a eficiência do processo de cloração servindo como proteção física aos organismos patogênicos.

2.5.2 *Cor*

Libânio (2010) cita que a coloração da água é produzida através da reflexão da luz em pequenas partículas, tem relação com a presença de sólidos diluídos como metais e resíduos industriais. A cloração de águas com aspectos coloridos indica a relevância ambiental da cor como padrão de qualidade, pois ocasiona o desenvolvimento de produtos potencialmente cancerígenos, exemplificando os trihalometanos (THM).

2.5.3 *Condutividade elétrica*

Expressa a capacidade que a água possui de transmitir corrente elétrica. Este parâmetro demonstra a presença de íons dissolvidos na água, que se distinguem em ânions e cátions, que são partículas carregadas eletricamente. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica na água. Tem uma importante relevância para se caracterizar a quantidade de sais dissolvidos (BRASIL, 2014).

2.5.4 *Cloretos*

Para Miranda (2007) os cloretos provêm da dissolução de minerais ou da intrusão de água do mar, e ainda podem advir dos esgotos domésticos ou industriais. Normalmente se

encontram na forma de cloreto, cálcio e magnésio. Altas concentrações tornam os líquidos com um sabor salobro além de ocasionar corrosão nos meios.

2.5.5 *Potencial hidrogeniônico (pH)*

O potencial hidrogeniônico mostra a quantidade de íons de hidrogênio em uma amostra. Corresponde ao inverso do logaritmo da disposição de íons H^+ na solução. Se caracterizam como item primordial no processo de desinfecção e clareamento das águas, no controle de tratamento de esgotos e efluentes industriais (BRASIL, 2014).

2.5.6 *Alcalinidade*

É a capacidade que a água tem para neutralizar ácidos, diferente do pH, onde indica o quanto de ácido a solução pode absorver sem alterar o pH. É devida principalmente a bicarbonatos de Calcio, Magnésio e Sódio (MIRANDA, 2007).

2.5.7 *Compostos nitrogenados*

Os compostos de nitrogênio em altas concentrações nos corpos hídricos resultam no aparecimento de algas que com seu crescimento exagerado podem ocasionar a eutrofização. Segundo Miranda (2007) os compostos químicos nitrogenados são encontrados nos seguintes parâmetros:

A) Nitratos: forma oxidada de nitrogênio, encontrada em condições onde há a presença de oxigênio.

B) Nitrito: é a intermediação da oxidação do nitrogênio, apresentando uma forte instabilidade no meio aquoso. É um indicativo de poluição recente, caracterizada de material orgânico.

C) Amônia: forma reduzida do nitrogênio, sendo encontrada em condições onde a matéria orgânica se encontra em decomposição, serve, ainda, como indicador do lançamento de esgotos com elevada carga orgânica devido o ambiente estar com baixo oxigênio dissolvido.

2.5.8 *Dureza total*

É demonstrada pela quantidade de sabão necessária para que se produza espuma. É uma propriedade em função da concentração de íons de alguns minerais dissolvidos no líquido. As

águas duras possuem sais de magnésio e cálcio em concentrações elevadas. São classificadas em dureza temporária (em proporção com bicarbonatos de cálcio e magnésio) ou permanente na solução relativos à presença de nitratos de cálcio, cloretos e magnésios solúveis na água (BRASIL, 2014).

2.5.9 Sulfato

Presentes em maior parte como sulfato de cálcio, sódio e magnésio. Podem apresentar valores de 5 a 200 ppm em suas soluções, dependendo do local onde é analisado. Se originam da oxidação do gás sulfídrico no meio aquático oxigenado (MIRANDA, 2007).

2.5.10 Sólidos

Os sólidos presentes no meio aquoso são definidos como: em relação ao tamanho (sólidos em suspensão sedimentáveis e não sedimentáveis) e com relação de sua natureza (sólidos dissolvidos voláteis e fixos). Sólidos em suspensão são definidos como substâncias que ficam retidas no processo de filtração. Sólidos dissolvidos são compostos por partículas de diâmetro menores que 10-3 μm e que continuam na solução após o processo de filtragem. O surgimento de sólidos na água é ocasionado de forma natural (processos de erosão) ou antropogênica (lançamento de resíduos e efluentes não tratados) (BRASIL, 2014).

2.6 Doenças relacionadas a água.

O recurso hídrico sem o tratamento prévio, se mostra como um dos principais veículos para a transmissão de doenças, seja ela de forma parasitária, ou de microrganismos vetores de enfermidade, fazendo-se um significativo componente de risco à saúde dos consumidores (GUEDES *et al*, 2017).

A maioria das doenças que se proliferam nos países em desenvolvimento são oriundas de qualidade insatisfatória da água. O recurso poluído compromete a saúde e o bem estar dos consumidores (BRASIL, 2006). Por meio da água o homem pode contrair várias doenças. Tais doenças são caracterizadas como de transmissão hídrica, onde a água atua como um vetor de transporte de agentes nocivos à saúde, ou de origem hídrica, em decorrência da quantidade de substâncias nocivas (FAVERI, 2013).

De acordo com (BRASIL, 2014) a água pode afetar a saúde dos consumidores de diferentes maneiras: pela ingestão direta, na preparação de alimentos; na higiene pessoal, na

agricultura, na higiene do ambiente, nos processos industriais ou nas atividades de lazer. A água contaminada traz agentes infecciosos como vírus, bactérias e parasitas que são os culpados pelas doenças que afetam a população em geral.

Os principais agentes biológicos encontrados nas águas contaminadas são os vírus, bactérias, e os parasitas. As bactérias presentes na água se caracterizam como uma das principais fontes de morbidade e mortalidade (infantil) em nosso meio. São causadoras por numerosos casos de enterites, diarreias infantis e doenças endêmicas (como a cólera e febre tifóide) (BRASIL, 2014). Dentre os patógenos mais comuns, incluem-se *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Escherichia coli*, *Campylobacter*, dentre outros (FREITAS, 2005).

Em localidades onde o clima é tropical, a água tem maior índice de contaminação durante os períodos de chuva, isto é, a distribuição da chuva provoca risco à propriedade da água que será consumida. No período de estiagem também é verificado o problema que afeta a qualidade e a quantidade de água disponível, onde é verificado pelo crescimento de algas no processo de eutrofização. A verificação desses eventos é relevante no aparecimento de problemas de saúde (GUEDES *et al*, 2017).

O Quadro 4, aborda as doenças relacionadas com a qualidade da água, sua prevenção demonstrada em quatro grupos (transmitidas pela água propriamente dita, vinculadas à falta de higiene, contato direto com a água e transmitidas por vetores).

Quadro 4 – Doenças relacionadas com a água.

Grupo de doenças	Formas de transmissão	Principais doenças	Formas de prevenção
Transmitidas pela via feco-oral	O organismo patogênico (agente causador de doença) é ingerido	diarréias e disenterias; cólera; giardíase; amebíase; ascaridíase (lombriga)...	proteger e tratar águas de abastecimento, como ferver a água para consumo, evitar uso de fontes contaminadas, lavagem e descontaminação da mão e dos alimentos, fervura e

Quadro 4 – Doenças relacionadas com a água. (Continuação)

Grupo de doenças	Formas de transmissão	Principais doenças	Formas de prevenção
Controladas pela limpeza com a água (associadas ao abastecimento insuficiente de água)	A falta de água e a higiene pessoal insuficiente criam condições favoráveis para sua disseminação	infecções na pele e nos olhos, como tracoma e o tifo relacionado com piolhos, e a escabiose.	infecções na pele e nos olhos, como tracoma e o tifo relacionado com piolhos, e a escabiose.
Associadas à água (uma parte do ciclo da vida do agente infeccioso ocorre em um animal aquático)	O patógeno penetra pela pele ou é ingerido	esquistossomose.	evitar o contato de pessoas com águas infectadas; - proteger mananciais.
Transmitidas por vetores que se relacionam com a água	As doenças são propagadas por insetos que nascem na água ou picam perto dela.	malária; febre amarela; dengue; filariose (elefantíase).	combater os insetos transmissores; - eliminar condições que possam favorecer criadouros.

Fonte: Barros *et al.* (1995).

2.7 Saneamento básico e o meio ambiente

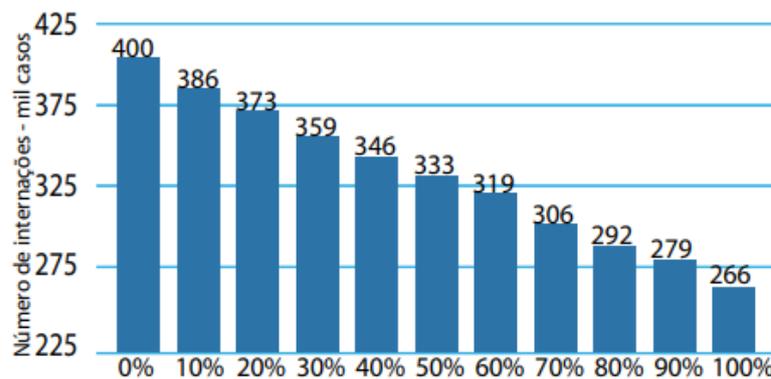
O saneamento é o conjunto de atividades que englobam a sociedade e economia, têm a finalidade de garantir uma salubridade no meio ambiente, por meio de coleta e adequação sanitária de resíduos sejam sólidos, líquidos e gasosos, fornecimento de água para o consumo humano, drenagem do meio urbano, oferecimento da disciplina sanitária de uso do solo, controle de doenças e outros serviços e obras especializadas, apresentando a finalidade de melhorar e preservar as condições de vida urbana e rural (FUNASA, 2007).

Nesse sentido, o IBGE (2015) esclarece que 87% das internações por doenças de transmissão feco-oral (febres entéricas, diarreias e hepatite A) no período de 2000 a 2013

estejam relacionadas às deficiências do saneamento básico, que geram outras consequências de impacto negativo para a qualidade e expectativa de vida da população.

Na sequência, de acordo com o Instituto Trata Brasil (2010) é explicado que a universalização do saneamento básico poderia reduzir em até 67% as infecções gastrointestinais conforme mostra a Figura 5. Em decorrência disso, intervém também na redução da mortalidade, pelo fato de reduzir as internações, no que diz respeito no estudo que em 2013, dos 340,2 mil pacientes internados por essas infecções, 2.135 morreram em decorrência das infecções. De acordo com a Fundação Nacional da Saúde, (FUNASA, 2017) estima que cada \$ 1,00 investido em saneamento básico gera uma economia para o país de \$ 4,30.

Figura 5 – Redução de internações com a universalização do Saneamento.



Fonte – Trata Brasil (2010)

Saneamento básico, portanto, é vital para a promoção de saúde pública na prevenção de doenças. Os serviços de água tratada, coleta e tratamento dos esgotos levam à melhoria da qualidade de vida das pessoas diminuindo impactos relacionados a saúde e consequentemente na economia.

Na cidade de Fortaleza - Ceará, verifica-se o seguinte cenário de acordo com o IPECE (2018). A taxa de cobertura de esgoto ainda se encontra longe de atingir metas satisfatórias. Cerca de 61,73% do município é coberto pela rede de esgotamento sanitário, possuindo cerca de 395 mil ligações ativas.

Fortaleza conta com diversos cursos fluviais de pequeno porte e intermitentes. Porém a ocupação indiscriminada pela proliferação de favelas nas margens dos cursos e mananciais d'água que banham a área urbana trazem poluentes como dejetos humanos, águas provenientes de limpeza, resíduos industriais, dejetos hospitalares, restos de óleos e graxas provenientes de

postos de manutenção e outros, trazem o problema de eutrofização nos cursos d'água da região. (MAIA, 2008).

Para auxiliar na melhoria dessas circunstâncias foi criada a Lei 14.026/2020 que institui o Novo Marco Regulatório do Saneamento. Esta lei tem como principal objetivo da legislação a universalização e qualificação da prestação dos serviços no setor de saneamento. Onde estabelece uma meta bastante promissora no seu artigo a seguir.

Art. 11-B. Os contratos de prestação dos serviços públicos de saneamento básico deverão definir metas de universalização que garantam o atendimento de 99% (noventa e nove por cento) da população com água potável e de 90% (noventa por cento) da população com coleta e tratamento de esgotos até 31 de dezembro de 2033, assim como metas quantitativas de não intermitência do abastecimento, de redução de perdas e de melhoria dos processos de tratamento (BRASIL, 2020b).

Além dessas garantias outra importante alteração na lei deve ser mencionada, a agência nacional de águas e saneamento básico passará a editar normas de referências na área do manejo dos resíduos sólidos, e na drenagem de águas pluviais nas cidades. Antes a agência era somente responsável pela administração dos recursos hídricos, gerenciando assim um importante recurso que levará qualidade de vida aos brasileiros.

2.8 Eutrofização de Recursos Hídricos

A Eutrofização é o excesso da fertilização de corpos d'água, como consequência, ocorre um crescimento das plantas aquáticas tanto planctônicas quanto aderidas, a níveis que sejam considerados como causadores de alteração nos usos desejáveis do copo hídrico (FRANZ; CUNHA; GOBBI, 2007).

Em outras palavras a eutrofização advém em decorrência da concentração de nutrientes, principalmente o fósforo e o nitrogênio. Esse acúmulo pode ocorrer pela ação do homem como lançamento de resíduos domésticos e industriais, uso de fertilizantes agrícolas, ou de forma natural, quando há o acúmulo de matéria orgânica em decorrência do tempo (BARRETO, 2013).

Fonseca (2010) ressalta algumas outras implicações negativas desse processo, são: o desenvolvimento intenso e descontrolado de plantas macrófitas aquáticas e fitoplâncton, aumento da decomposição orgânica causando maior consumo de oxigênio dissolvido, alterações na cor e turbidez, modificações na ictiofauna, avifauna e mastofauna, liberação de gases e produção de maus odores e produção de substâncias tóxicas (Figura 6).

Figura 6 - Açude em processo de eutrofização.



Fonte: Universidade Federal do Ceará (2016).⁴

2.9 Aspectos gerais dos Resíduos Sólidos

Os resíduos sólidos são materiais heterogêneos, (inertes, minerais e orgânicos) resultante das atividades humanas e da natureza, os quais podem ser parcialmente utilizados, gerando, entre outros aspectos, proteção à saúde pública e economia de recursos naturais. Os resíduos sólidos constituem problemas sanitários, econômicos e estéticos (BRASIL, 2019).

O destino inadequado do lixo, consequência de um avanço de uma sociedade com grande poder de consumo, vem se tornando uma das grandes preocupações ambientais e gestão dos municípios brasileiros, se fazendo necessário uma padronização desses despejos. Besen *et al.*, (2010) descreve que a má disposição dos resíduos traz os seguintes impactos: a degradação do solo, comprometimento dos corpos d'água e mananciais, intensificação de enchentes, contribuição para a poluição do ar e a proliferação de vetores de doenças.

As opções mais comuns para a despejo final dos resíduos são: lixões, aterros sanitários e incineração.

Os lixões se descrevem pela disposição dos resíduos sobre o terreno, sem nenhum tipo de cuidado, ou técnica especial de proteção ao meio ambiente. São denominados de “vazadouro a céu aberto”. Nesse local não existe a separação entre lixo doméstico, industrial, civil e outros. A acumulação desse material gera gases provocados a partir de sua decomposição, favorecendo a poluição do meio ambiente. Ademais a presença de catadores e familiares em contato com

⁴ UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. **Mortandade de Peixes – Lagoa do Pici**. 2016. Disponível em: <https://centrodeciencias.ufc.br/pt/mortandade-de-peixes-acude-pici/>. Acesso em: 02 abr. 2020

esses resíduos sem uma proteção adequada traz danos à saúde trazendo outro problema dessa disposição irregular (Figura 7) (RESENDE *et al.*, 2013).

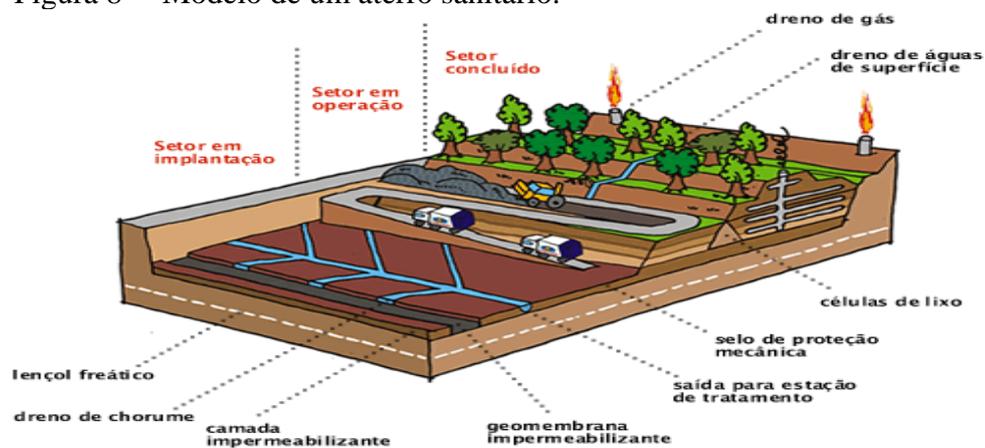
Figura 7 - Lixão em operação.



Fonte: Senado Federal (2014).⁵

O aterro sanitário é uma instalação que engloba princípios técnicos e operacionais, visando a acomodação de resíduos sólidos e seus efluentes líquidos e gasosos sem que cause prejuízos e impactos negativos ao meio ambiente, à saúde pública ou à segurança das pessoas. e coberto com uma camada de terra após o processo de despejo. (BRASIL, 2019). Além disso, conta com um sistema de drenagem e captação do chorume e do biogás, que será posteriormente captado e tratado (Figura 8).

Figura 8 – Modelo de um aterro sanitário.



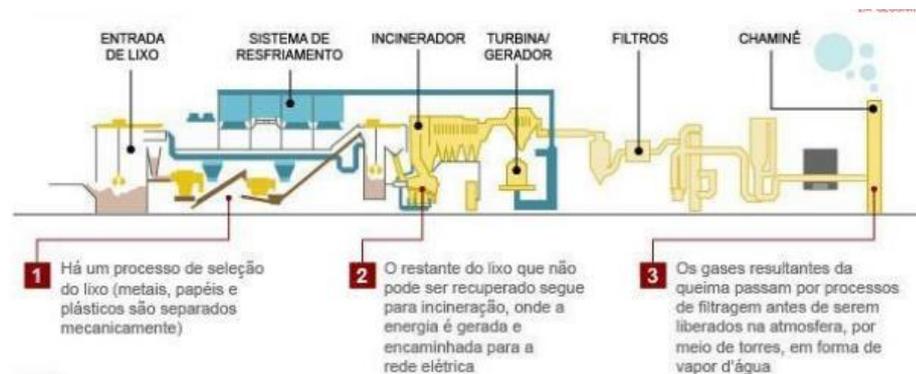
Fonte: Ambiental (2012).⁶

⁵ SENADO FEDERAL. **Municípios poderão ter mais quatro anos para acabar com lixões.** 2014. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2014/10/15/>. Acesso em 20 maio de 2021.

⁶ AMBIENTAL. **Resíduos.** 2012. Disponível em : <https://www.ambiental.sc/saiba-mais/residuos/>. Acesso em 20 maio de 2021.

A incineração é a eliminação dos resíduos através da queima do lixo, sendo utilizado em países desenvolvidos atualmente. O sistema de incineração gera a diminuição dos resíduos com redução de até 90% de seu volume. Um dos maiores benefícios deste sistema de disposição, é a eliminação de resíduos perigosos, e eliminação das características patogênicas do lixo. (MOTA *et al.*, 2009). Ainda o calor gerado pode ser aproveitado na geração de energia elétrica e aquecimento de água (Figura 9).

Figura 9 – Processo de incineração do lixo.



Fonte: Ambiental (2012).⁷

Segundo a NBR 10.004 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004), os resíduos sólidos podem ser classificados segundo o grau de biodegradabilidade:

Facilmente Degradáveis (FD): sobras de cozinha, folhas, capim, cascas de frutas, animais mortos e excrementos;

Moderadamente Degradáveis (MD): papel, papelão e outros produtos celulósicos;

Difícilmente Degradáveis (DD): trapo, couro, pano, madeira, borracha, cabelo, pena de galinha, osso, plástico;

Não Degradáveis (ND): metal não ferroso, vidro, pedras, cinzas, terra, areia, cerâmica.

Ainda, segundo a NBR 10.004 os resíduos sólidos podem ser classificados em quanto aos riscos potenciais de contaminação do meio ambiente em:

- **CLASSE (PERIGOSOS):** Apresentam riscos à saúde pública ou ao meio através de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Ocasionalmente causa danos ao meio ambiente quando manipulado ou acomodado de forma incorreta.

⁷ AMBIENTAL. **Resíduos**. 2012. Disponível em: <https://www.ambiental.sc/saiba-mais/residuos/>. Acesso em 20 maio de 2021.

Ex: As lâmpadas fluorescentes, baterias, pilhas, remédios vencidos, cartuchos de tinta, latas de tinta, etc.

- CLASSE II (NÃO-INERTES): Resíduos que podem ter propriedade de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade. Tem a possibilidade de ocasionar perigos à saúde ou ao meio ambiente, porém não se enquadram nas classificações de resíduos Classe I ou Classe III.
- CLASSE III (INERTES): São aqueles que por suas características intrínsecas, não oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente, quando em contato com a água não sofrem alterações por um longo período de tempo em suas composições químicas, biológicas ou físicas. Não se encaixam nas classificações de resíduos Classe I ou Classe III.

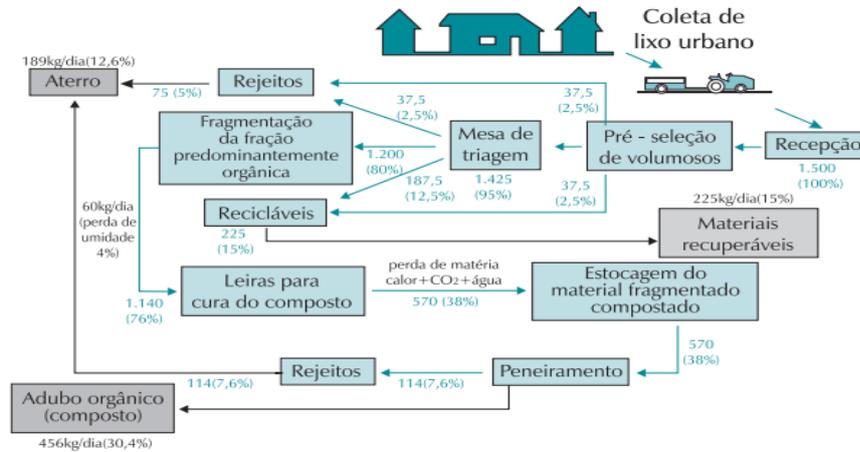
Ex: entulhos de demolição, pedras, areia e sucata de ferro.

Lima (2013) afirma que para a separação dos resíduos até a seu destino final há diversas possibilidades e se faz necessário compreender a sequência de procedimento com a função de diminuir os. Engloba a prevenção da degradação no meio ambiente em função dos resíduos, tomando cuidados para inibir o despejo inadequado ou para transformá-lo em matéria prima.

O problema da disposição dos resíduos traz um problema significativo. Percebe-se uma ação em aspecto geral dos gestores públicos das localidades ao decorrer do tempo um afastamento da disposição final das zonas urbanas, trazendo a consequência de depósitos em locais inadequados, “como encostas florestadas, manguezais, rios, baías e vales” (MONTEIRO, 2001 p. 3).

Nessa perspectiva o gerenciamento de resíduos sólidos tem a função de conter ou diminuir a geração de resíduos. Castilhos Júnior (2002) cita quatro procedimentos para exercer o gerenciamento de resíduos nos quais são: redução na fonte; o reaproveitamento; o tratamento e a disposição final. A Figura 10 mostra os procedimentos destinados a diminuir a quantidade de lixo, seja impedindo o descarte em local inadequado, seja reciclando, incinerando ou realizando compostagem.

Figura 10 - Fluxograma do processo de destinação Final



Fonte: Monteiro (2001)

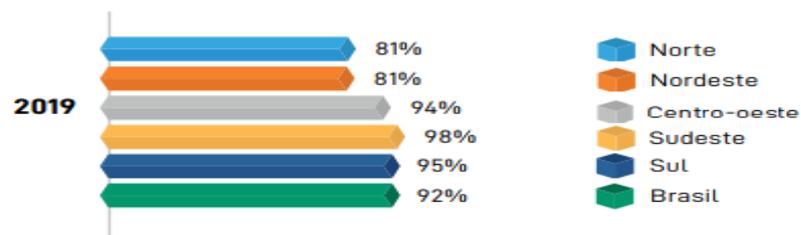
2.10 Resíduos sólidos no Brasil, Ceará e Fortaleza

No Brasil embora tenha ocorrido melhoria de alguns dados, ainda se faz necessário a cobrança pela universalização da prestação de serviço e disponibilização correta de seus resíduos.

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2020) entre 2010 e 2019 houve um considerável acréscimo na geração do resíduo sólido urbano, com um incremento de quase 18%, onde a produção passou de 67 milhões para 79 milhões de tonelada por ano. Consequentemente, aumentado a geração per capita de 348 kg/ano para 379 kg/ano.

Em contrapartida, com a produção houve um crescimento da cobertura da coleta pelo país, passando de 59 milhões de toneladas em 2010 para 72,7 milhões de toneladas em 2019. Onde os menores índices de cobertura de coleta são registrados nas regiões Norte e Nordeste, e os maiores índices estão na região Sudeste com 98% de cobertura (Figura 11).

Figura 11 - Índice de cobertura de coleta de RSU no Brasil e regiões (%).



Fonte: Abrelpe (2020)

Outro ponto destacado no panorama é a destinação final dos resíduos, onde houve uma melhora da disposição correta através de aterro sanitário ao longo da década. Passando de 33 milhões de toneladas por ano para 43 milhões de toneladas, correspondendo a 59,1% de destinação final. Em contraste com esse dado a disposição em unidades inadequadas (lixões e aterros controlados) também cresceu, passando de 25 milhões de toneladas por ano para pouco mais 29 milhões de toneladas por ano, correspondendo a 40,9% da destinação.

No estado do Ceará, seguindo a tendência crescente na geração do resíduo sólido urbano, em 2010 foi gerado cerca de 3.243.025 toneladas de resíduos gerados, e em 2019 um total de 3.534.660 toneladas. Um crescimento cerca de 9% durante a década. Além disso o índice de cobertura de coleta em 2019 saltou para 80,1% comparado com 76,4% em 2010. Em contrapartida no Ceará cerca de 1,9 milhões de toneladas de lixo produzidos no ano (54,2%) ainda são descartados de forma irregular dos 3,5 milhões gerados, isso significa que, a cada dia, 5.205 toneladas de resíduos são despejadas em lixões ou aterros controlados (ABRELPE, 2020).

No município de Fortaleza em 2011 foram depositados no Aterro Sanitário Metropolitano Oeste de Caucaia (ASMOC) cerca de 1,8 milhões de toneladas de resíduos, equivalente cerca de 4,8 mil toneladas por dia de geração de resíduo (ACFOR, 2011).

Os seguintes órgãos, SEMAM, ACFOR, EMLURB, MARQUISE, ECOFOR e Secretarias Executivas Regionais, trabalham em conjunto para manter a salubridade dos espaços urbanos da cidade, favorecendo a preservação da saúde pública e do meio ambiente das populações residente e flutuante, em Fortaleza (ACFOR, 2012).

2.11 Política Nacional de Resíduos Sólidos.

No Brasil, a disposição de resíduos sólidos a céu aberto é proibida pelo artigo 12 da Lei Federal nº 2.312, que fixou as “Normas Gerais de Defesa e Proteção da Saúde” no ano de 1954. Posteriormente, nos anos de 1981 e em 1998, as leis federais nº 6.938 e 9.605, tornaram crimes essas ações por meio da Política Nacional do Meio Ambiente (SELURB, 2019). Na Lei Federal 6.398 foi instituído o CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, que possui a finalidade de acompanhar e executar a lei citada.

A criação da lei 12.305/2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que estabelece instruções para gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos por parte dos municípios, sobre a responsabilidade dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis, divulgando uma análise da atual situação dos resíduos, alguns cenários, diretrizes, metas e estratégias para o seu cumprimento (BRASIL, 2010).

Nesse contexto Frankenberg (2011) descreve que os principais objetivos dessa lei, em síntese, são: redução, não geração, reutilização e tratamento dos resíduos sólidos; destinação final ambientalmente adequada aos rejeitos; incentivo ao aumento da reciclagem; promoção e incentivo à inclusão social; minimização do uso dos recursos naturais no processo de produção de novos produtos; intensificação das ações voltadas à educação ambiental; incentivo à geração de emprego e renda para catadores de matérias recicláveis.

As discussões e os estudos dessa temática se aprofundaram em 2008 entre entidades do governo, setor privado e a população, por meio da criação de uma lei que organizasse as responsabilidades do descarte e tratamento de lixo. Com o avanço do tempo, foram surgindo conferências, reuniões e debates sucessivos com a tentativa de não apenas diagnosticar, mas de trazer uma resolução do problema. Esses encontros trouxeram resultados e conseguiram minimizar os malefícios da má disposição dos resíduos e reutilizar o lixo como uma oportunidade de crescimento econômico e social do país, trazendo melhorias ao meio ambiente (BRASIL, 2013).

Dentre os principais avanços destacam-se a responsabilização do gerador pelos seus resíduos, desde a sua coleta até a disposição final ambientalmente adequada; a construção de planos de gestão integrada de resíduos sólidos pelo titular dos serviços; a análise e a avaliação do ciclo de vida do produto; e a logística reversa (BRASIL, 2019).

Com a finalidade de erradicar os lixões a lei exige, no prazo de dois anos contando com a sua regulamentação, uma construção de planos de resíduos sólidos em âmbitos nacional, estadual e municipal. Devendo apresentar metas gradativas de redução, reutilização e reciclagem, no êxito de diminuir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição no solo (JACOBI E BESEN, 2011).

Outro ponto destacado na lei por Jacobi e Besen (2011) é ampliação das metas de reciclagem e geração de postos de trabalho da reciclagem e na coleta seletiva para catadores, são previstos na PNRS acordos entre o poder público e a entidade dos empresários setoriais. Esses têm a finalidade de possibilitar a logística reversa e a implantação e universalização da coleta seletiva nos municípios. Assim como trazer uma melhoria nas condições de trabalho dos catadores.

Quanto ao conteúdo da Lei nº 12.305/2010, a mesma engloba apenas 57 artigos cuja essência se mantém desde o projeto de lei protocolado na Câmara dos Deputados que, como destaca Grimberg (2007), possui escopo bem definido, estabelecendo diretrizes, instrumentos e responsabilidades para a gestão dos resíduos sólidos.

2.12 Problemática do lixo

O lixo ainda constitui uma grande parcela da disposição final dos resíduos sólidos urbanos no Brasil, além de impactar o meio ambiente, o aspecto da poluição visual da área e o mau cheiro, traz consigo diversas consequências no que tange a saúde e qualidade de vida.

Besen *et al.*, (2010) cita que o gerenciamento e a disposição inadequada desses resíduos causam consequência no meio ambiente, como poluição dos corpos d'água, degradação do solo, aumento da quantidade de enchentes, corrobora com a poluição do ar e proliferação de vetores.

“Provocam impactos negativos também no aspecto social, com reflexos na autoestima, na saúde física, por meio de doenças de veiculação hídrica e doenças associadas a vetores do lixo, afetando, assim, a qualidade de vida dos habitantes do seu entorno.” Relata Lima (2013, p. 44).

Outro ponto a ser destacado é a presença de metais pesados que segundo Lima (2013) quando não essenciais podem alterar a biota e interferir nos processos bioquímicos dos seres vivos, trazendo complicações na qualidade da cadeia do ecossistema, contaminação/poluição atmosférica dos solos, subsolo e águas superficiais e subterrâneas.

Como fator indireto, o lixo tem grande importância na transmissão de doenças através, por exemplo, de vetores que nele encontram alimento, abrigo e condições adequadas para proliferação. São muitas as doenças relacionadas ao acúmulo de lixo e a sua falta de tratamento, conforme mostra no Quadro 5.

Quadro 5 - Doenças relacionadas com o lixo e transmitidas por vetores.

Vetores	Formas de transmissão	Principais doenças
Ratos	através da mordida, urina e fezes;	peste bubônica; tifo murino; leptospirose.
	através da pulga que vive no corpo do rato.	
Moscas	por via mecânica (através das asas, patas e corpo);	febre tifóide; salmonelose; cólera; amebíase; disenteria; giardíase.
	através das fezes e saliva.	
Mosquitos	através da picada da fêmea.	malária; leishmaniose; febre amarela; dengue; filariose.
Baratas	por via mecânica (através das asas, patas e corpo);	febre tifóide; cólera; giardíase.
	através das fezes.	

Quadro 5 - Doenças relacionadas com o lixo e transmitidas por vetores (continuação).

Vetores	Formas de transmissão	Principais doenças
Suínos	pela ingestão de carne contaminada.	cisticercose; toxoplasmose; triquinelose; teníase.
Aves	através das fezes.	toxoplasmose.

Fonte: Barros *et al.* (1995)

2.13 Caracterização do Lixão do Jangurussu.

O lixão do Jangurussu, foi um local de despejo dos resíduos da cidade de Fortaleza, que mesmo desativado se assume como uma das fontes de poluição expressiva de comprometimento da qualidade de recursos hídricos ali presente, visto que possui uma alta carga poluidora em decorrência da decomposição dos resíduos orgânicos e presença de metais pesados (OLIVEIRA, 1997).

Planejado para funcionar temporariamente, cerca de 3 anos de vida útil, o mesmo ainda funcionou por 20 anos (1978 a 1998), recebendo o nome do bairro onde está inserido. Embora atualmente se encontrar inativo, acumulou-se uma montanha de lixo coberto, atingindo cerca de 20 a 40 metros de altura, e ocupando uma área de 21,6 hectares. Foi construído para funcionar como um aterro controlado, onde havia uma cobertura de seus resíduos com material argiloso, sofrendo uma compactação rasa. Não havia um sistema de coleta e tratamento para gases e o seu lixiviado. Com a precarização dessas instalações o chorume percola para as águas subterrâneas e superficiais provocando contaminação das mesmas. Esse problema se torna um fator preocupante devido estar apenas a 55 m do rio Cocó caracterizado com umas das principais fontes de poluição do mesmo (COGERH, 1999; OLIVEIRA, 1997).

Uma das possíveis fontes da contaminação das águas do rio Cocó nesse trecho é o chorume, que é um líquido percolado da massa de resíduos sólidos originado de processos biológicos, químicos e físicos da decomposição de resíduos orgânicos, apresenta alta carga de matéria orgânica, podendo possuir íons de metais pesados. A produção do lixiviado pode levar mais de 20 anos mesmo com o encerramento das atividades disposição final. Já a decomposição de um copo d'água contaminado por chorume de aterros de resíduos sólidos urbanos pode levar em torno de dezenas de anos (Figura 12) (BRASIL, 2019).

Figura 12 – Lixão do Jangurussu.



Fonte: O autor (2021).

3 METODOLOGIA

3.1 Tipologia da Pesquisa

O estudo possui abordagem quali-quantitativa, onde as técnicas de coletas de dados são: pesquisa documental, pesquisa bibliográfica, experimental e de campo (GIL, 2002).

A revisão bibliográfica foi apresentada no objetivo de caracterizar o rio Cocó no que diz respeito aos parâmetros físicos e químicos que foram analisados, além de trazer a descrição do antigo lixão do Jangurussu e os impactos que um lixão traz no meio ambiente e na saúde humana. É classificado em função do propósito descritivo e explicativo. Os conhecimentos dos principais parâmetros apresentam-se de grande relevância para a avaliação da característica do rio Cocó possibilitando o estudo de seu uso com vistas à possível fonte hídrica potável (Figura 13).

Figura 13 – Etapas da metodologia.



Fonte: O autor (2021).

3.2 Caracterização da Área de Estudo

A bacia hidrográfica do rio Cocó situa-se na região a leste da cidade de Fortaleza. Durante seu percurso da nascente até o deságue no mar recebe um conjunto de nomes. Na sua nascente o rio é intitulado de riacho Pacatuba. Após passar pela cidade de Pacatuba, ao chegar no açude Gavião, tem suas águas barradas por um reservatório (Figura 14) que abastece a região metropolitana de Fortaleza, onde neste local o rio é caracterizado de riacho Gavião. Então na sequência, após o encontro com o riacho Timbó recebe a nomeação de rio Cocó (SILVA, 2013).

Figura 14 - Barragem do rio Cocó.



Fonte: Globo (2019).⁸

Com a finalidade de produção deste trabalho foram realizadas quatro coletas da água do rio Cocó, tendo a orientação o sentido do fluxo do rio, duas antes (P1 e P2), à montante do lixão do Jangurussu, e duas depois, à jusante do lixão do Jangurussu (P3 e P4).

Estes pontos foram destacados devido ao aumento de grau da degradação do meio aquático em função do leito do rio percorrido até seu encontro com o mar. Estes foram baseados nas análises de dados, informações e documentação realizadas na pesquisa bibliográfica que auxiliaram nas definições dos pontos analisados.

Como base no exposto foram selecionados os seguintes pontos de coleta de água do rio para análise:

a) Escolha do Ponto (P1):

Esse local foi proposto em função da localização, onde se inicia o curso d'água do rio Cocó, na serra da Aratanha no município da Pacatuba – Ce (Figura 15). O local apresenta uma baixa intervenção humana relacionados à degradação do rio e devido estar à montante do Lixão.

⁸ GLOBO. Barragem do Rio Cocó, em Fortaleza, atinge volume máximo após chuva de 120 mm. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2019/02/24/barragem-do-rio-coco-em-fortaleza-atinge-volume-maximo-apos-chuva-de-120-mm.ghtml>. Acesso em 20 maio de 2021.

Figura 15 - Balneário das Andréias (Próximo a nascente do rio Cocó). Pacatuba – CE.



Fonte: Aryane Teixeira (2016).⁹

b) Escolha do ponto (P2):

Localizado na ponte do anel viário de Fortaleza, à montante do lixão do Jangurussu. Este local é caracterizado por alcançar as águas servidas do riacho Timbó, após a passagem dos municípios de Pacatuba e Maracanaú.

c) Escolha do ponto (P3):

Situado na ponte do rio Cocó no bairro do Jangurussu, o local encontra-se à jusante do lixão. Local determinante na pesquisa nos estudos, pois é onde encontra-se a possível influência do lixão (Figura 16).

⁹ ARYANE TEIXEIRA. **Balneário das Andréias**. 2016. Disponível em: <https://aryteixeiradotcom.wordpress.com/2016/08/03/pacatuba-ce-balneario-das-andreas/>. Acesso em 28 Mar. de 2021

Figura 16- Vista do lixão do Jangurussu.



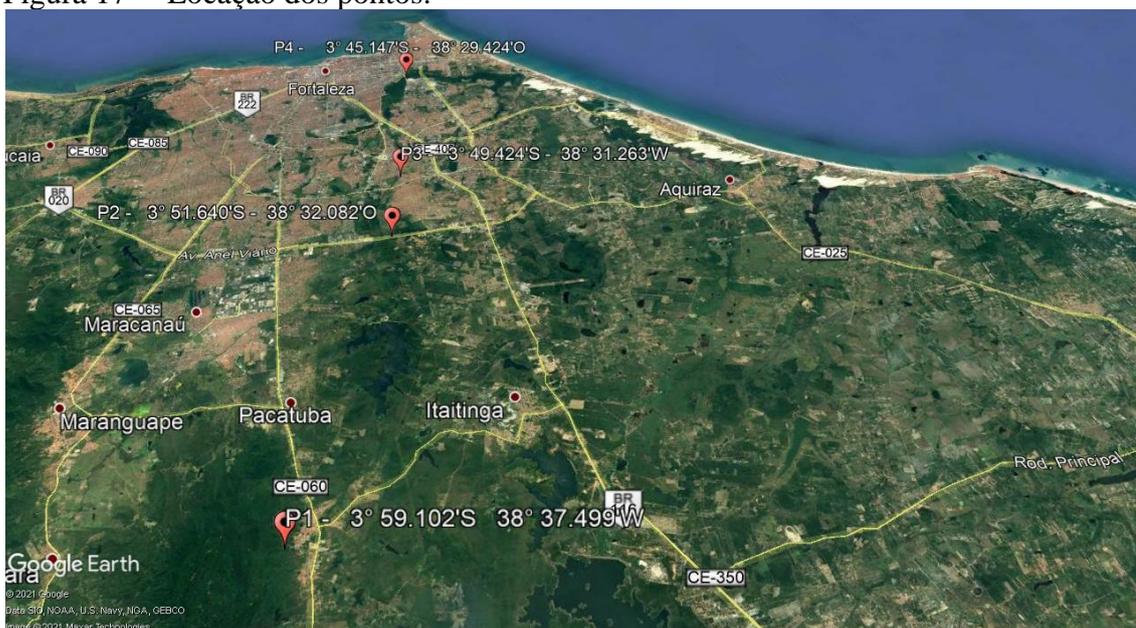
Fonte: O autor (2021).

D) Escolha do ponto (P4):

Localizado à jusante do lixão, no ponto mais distante da coleta, na ponte do rio Cocó na Av. General Murilo Borges, Fortaleza - CE, o ponto foi definido por estar na área de preservação do rio Cocó, possuindo uma ampla largura de passagem do rio.

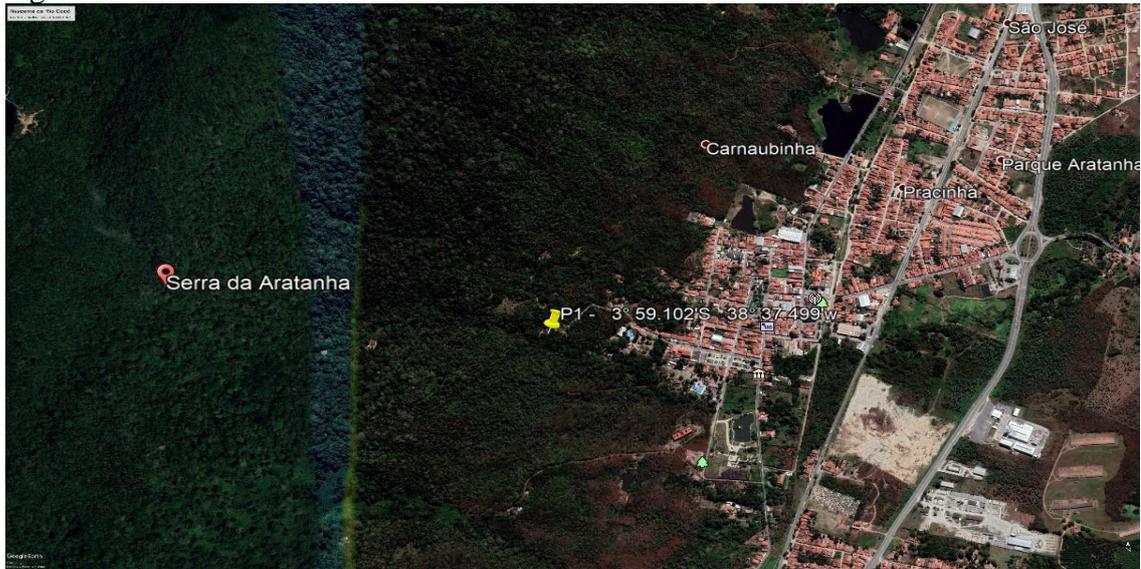
As coordenadas e imagens dos pontos de coletas do presente trabalho foram fornecidas através de imagens de satélites pelo programa Google Earth (Figuras 17, 18, 19, 20 e 21).

Figura 17 – Localização dos pontos.



Fonte: Adaptado pelo autor do site do Google Earth (2021).

Figura 18 - Nascente do rio Cocó – Serra da Aratanha – Pacatuba – CE.



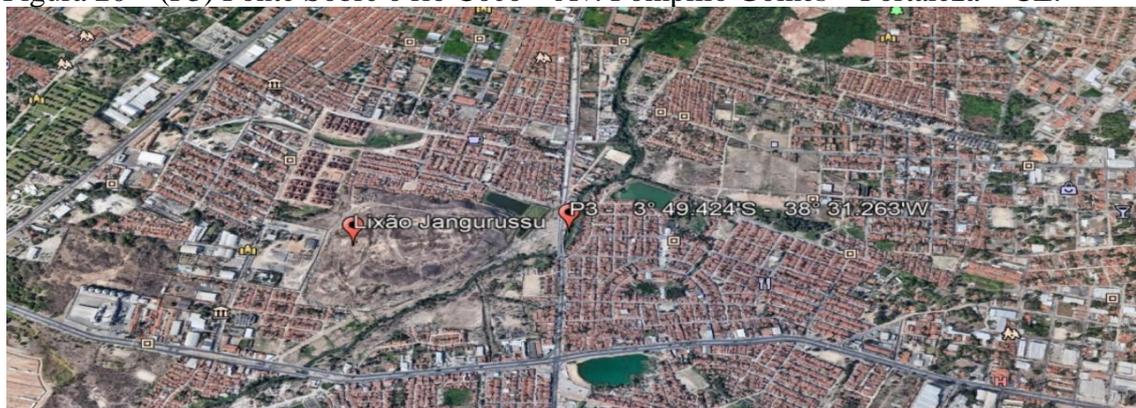
Fonte: Adaptado pelo autor do site do Google Earth (2021).

Figura 19 – (P2) Ponte sobre o rio Cocó – 4º Anel Viário – Fortaleza – CE.



Fonte: Adaptado pelo autor do site do Google Earth (2021).

Figura 20 – (P3) Ponte Sobre o rio Cocó – Av. Pompílio Gomes – Fortaleza – CE.



Fonte: Adaptado pelo autor do site do Google Earth (2021).

Figura 21 – (P4) Ponte sobre o rio Cocó - Av. Murilo Borges.



Fonte: Adaptado pelo autor do site do Google Earth (2021).

3.3 Procedimento experimental

O presente trabalho se deu através da técnica de recolhimento dos dados experimentais obtidos com base nas amostras coletadas no campo, que na sequência foram analisados, no propósito de adquirir uma conclusão a respeito do tema abordado.

Além das análises *in loco*, a excursão em campo juntamente com os registros fotográficos serviu para investigar as possíveis fontes de degradação do rio juntamente com a análise dos parâmetros.

As amostras de água para análises físicas e químicas foram coletadas na superfície do rio (Figura 22), por meio de recipientes higienizados, colocado em recipientes adequados e posteriormente transportadas ao laboratório de análises da H2O ANALYSIS.

Figura 22 - coleta da água do rio Cocó, próximo do lixão.



Fonte: O autor (2021).

Foram realizadas as análises de pH, alcalinidade parcial, alcalinidade total, amônia (NH³), cloretos, condutividade, cor aparente, dureza total, estimativa de tds, ferro, fósforo total, nitrato, nitritos, potássio, salinidade, sulfato e turbidez.

Os parâmetros físico-químicos analisados serviram de embasamento para o comparativo na questão de qualidade de água seguindo a resolução CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005 do Ministério do Meio Ambiente, em função da condição padrão águas doces de classe 1. Para a referência das diretrizes dos padrões de potabilidade, foram estabelecidos pela PORTARIA GM/MS N° 888, DE 4 DE MAIO DE 2021 para posteriormente ser comparados com os dados obtidos e analisar a degradação e seu potencial do rio estudado.

A resolução do CONAMA N° 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências nesse sentido. A Tabela 1 apresenta os valores máximos permitidos pela a resolução.

Tabela 1 - Padrão de qualidade de água bruta segundo resolução CONAMA N° 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005.

Parâmetros	Valor Máximo
pH	6,0 a 9,0.
Sólidos dissolvidos totais (TDS)	500 mg/L
Cloretos	250 mg/L Cl
Ferro	1,4 mg/L Fe
Fosforo Total	0,1 mg/L P
Nitratos	10,0 mg/L N
Nitritos	1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	3,7mg/L N, para pH >7,5 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH < 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg/L N, para pH > 8,5
Sulfato	250 mg/L SO ₄
Turbidez	40 (UNT)

Fonte: Conama (2005).

Na Tabela 2 estão apresentados os valores máximos permitidos da PORTARIA GM/MS N° 888, DE 4 DE MAIO DE 2021. Esta portaria dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Tabela 2 – Padrão de Potabilidade (PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021).

Parâmetro	Unidade	VMP(¹)
Amônia (como N)	mg/L	1,2
Cloreto	mg/L	250
Cor Aparente (²)	uH	15
Dureza total	mg/L	300
Ferro	mg/L	0,3
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	500
Sulfato	mg/L	250
Turbidez (3)	uT	5

Fonte: Brasil (2021).

As análises dos parâmetros físico-químicos foram determinadas segundo metodologias recomendadas pela *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23 nd edition* (SMEWW) no qual é utilizada pelo laboratório da H2O ANALYSIS apresentado no Quadro 6.

Quadro 6 - Variáveis analisadas e metodologias.

VARIÁVEIS	DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
pH à 25°C	Método eletrométrico	SMEWW 23ª edição. Método 2320 B
Alcalinidade Parcial	Método Titulométrico.	SMEWW 23ª edição. Método 2320 B
Alcalinidade Total	Método Titulométrico.	SMEWW 23ª edição. Método 2320 B
Amônia (NH ₃)	Método Fenato	PTE-210.36:00
Bicarbonatos	Método Titulométrico	SMEWW 23ª edição. Método 2320 B
Cálcio	Titulometria com EDTA	SMWW, 23ª Edição, Método 3500 Ca B
Carbonatos	Método Titulométrico.	SMEWW 23ª edição. Método 2320 B
Cloretos	Método Argentométrico	SMWW, 23ª Edição, Método 4500Cl- B – Argentometric
Condutividade	Condutivimétrico	SMWW, 23ª Edição, Método 2510B
Cor Aparente	Método espectrofotométrico	SMWW, 23ª Edição, Método 2120B

Quadro 6 - Variáveis analisadas e metodologias (Continuação).

VARIÁVEIS	DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
Determinação de Aspecto	Determinação de sólidos flutuantes pelo Aspecto Físico	SMWW, 23ª Edição, Método 2110
Dureza Total	Titulometria com EDTA.	SMWW, 23ª Edição, Método 2340C
Estimativa de TDS		PEDROSA E CAETANO, 2002
Ferro	Método colorimétrico de fenantrolina.	SMWW, 23ª Edição, Método 3500-Fe B
Fósforo Total	Método colorimétrico com ácido ascórbico	SMWW , 23ª edição, Método 4500 C
Hidróxido	Método titulométrico	SMWW, 23ª Edição, Método 2320B
Magnésio	Método matemático (diferença entre a dureza total e a concentração de Cálcio (CaCO ₃))	SMWW, 23ª Edição, Método 3500 Mg B
Nitratos	Método da coluna de cádmio	SMWW , 23ª edição, Método 4500NO ₃ – D
Nitritos	Método colorimétrico	SMWW, 23ª Edição, Método 4500NO ₂ -B
Potássio	Fotômetro de chama	SMWW, 23ª Edição, Método 3500-K B
Salinidade	Método da condutividade eletrolítica	SMWW. 23ª edição, Método 2520 B
Sódio	Método fotométrico de emissão de chama	SMWW, 23ª Edição, Método 3500-Na B
Sulfato	Método Turbidimétrico	SMEWW 23ª Ed. Método 4500 SO ₄ 2 E
Turbidez	Método nefelométrico.	SMWW, 23ª Edição, Método 2130B

Fonte: Laboratório H2O Analysis. Adaptador pelo autor (2021)

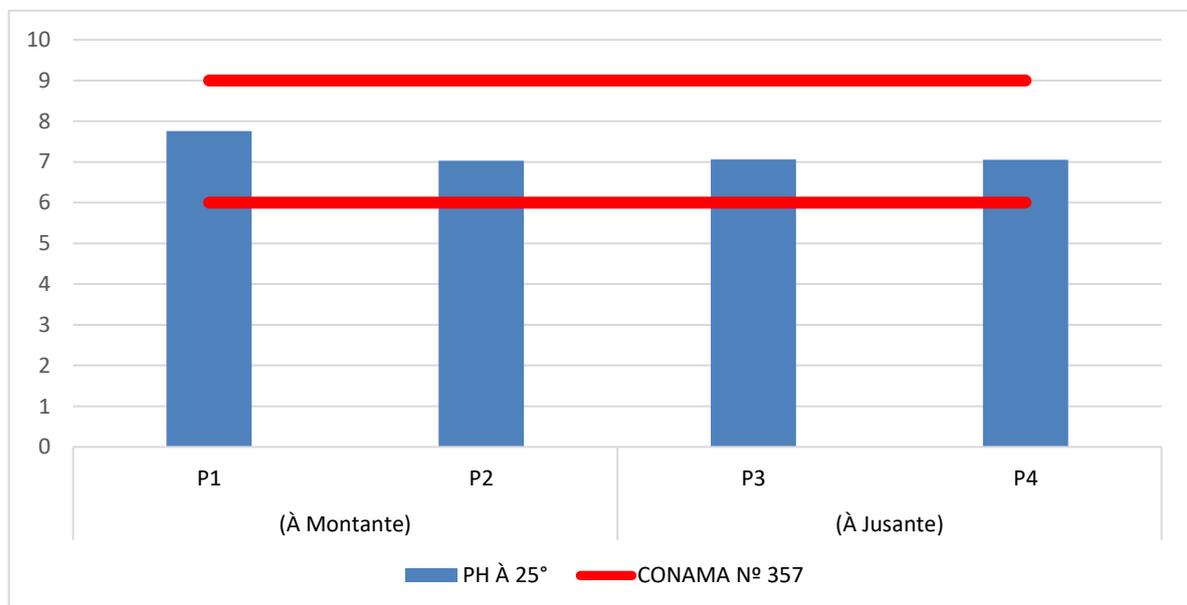
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Parâmetros físico-químicos

4.1.1 pH

As águas do rio Cocó apresentaram o pH neutro ao longo do percurso das amostras, com tendência a alcalino com uma média de 7,225. No ponto (P1) nascente houve um maior valor da série, entretanto esse valor se estabilizou quanto percorria o seu curso. Todos esses valores estão dentro dos intervalos da resolução do CONAMA 357 de 2005, para águas doces classe 1, situado entre 6 e 9 (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Parâmetro pH



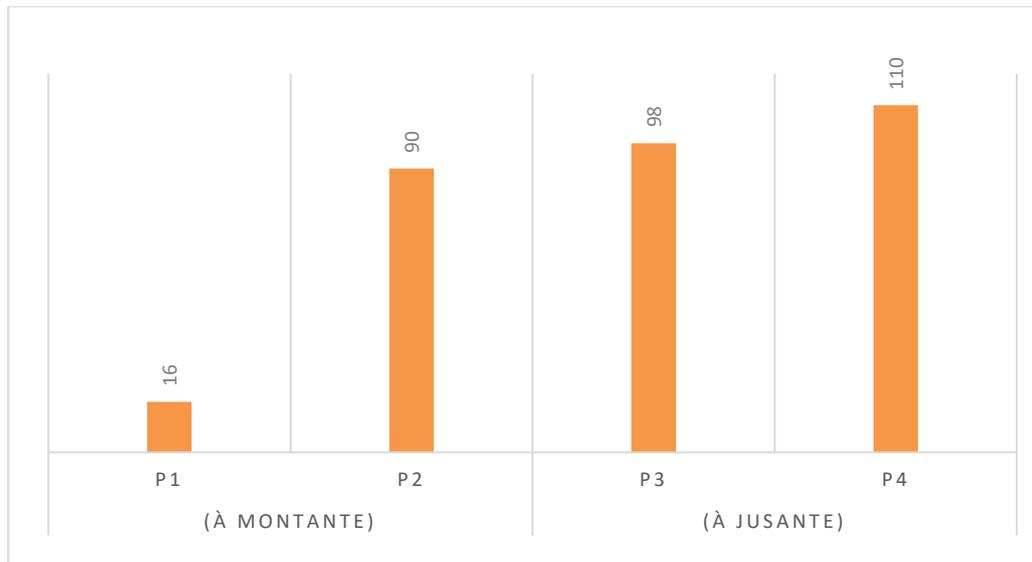
Fonte: autor (2021).

O pH influi na intensidade de dissolução em diversas substâncias, trazendo alterações na intensidade da cor, na distribuição das formas livre e ionizada de diversos compostos químicos (LIBÂNIO, 2010).

4.1.2 Alcalinidade

Embora haja um crescimento ao longo dos pontos de coleta, a alcalinidade se manteve dentro da faixa da maioria das águas naturais (30 a 500 mg/L de CaCO₃). Esse parâmetro não se constitui no padrão de potabilidade, porém esta traduz a capacidade de neutralizar ácidos e seus valores podem se relacionar com o lançamento de efluentes (Gráfico 3).

Gráfico 3 – Parâmetro de Alcalinidade Total.



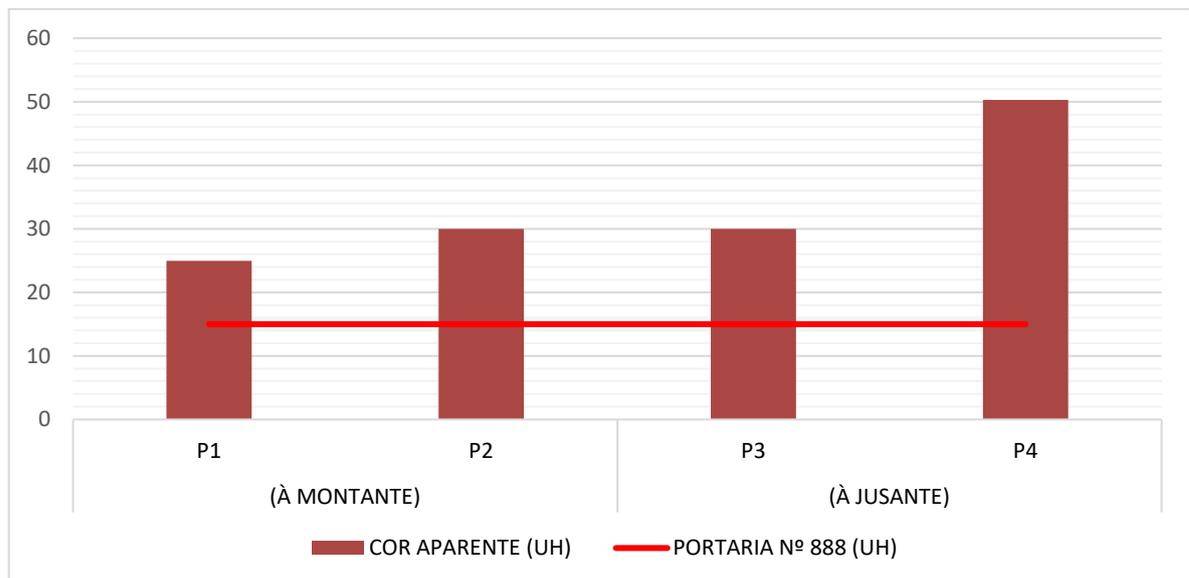
Fonte: Adaptado da H2O Analysis (2021).

O aumento da quantidade de alcalinidade no P4 associado com a dureza total que nesse local apresentou 164,656 (mg/L) podem estar associados aos processos de decomposição de despejos de esgoto lançado de forma irregular (SILVA, 2013).

4.1.3 Cor Aparente

No que se refere à cor, foi verificado um crescimento entre os pontos P1 e P2, uma estabilização nos pontos P2 e P3, seguindo de um crescimento no P4 (Gráfico 4).

Gráfico 4 – Parâmetro Cor aparente



Fonte: Adaptado da H2O Analysis (2021).

No que se refere a PORTARIA GM/MS Nº 888 de 2021, todos os valores encontram-se em desconformidade ao padrão de potabilidade apresentando valores acima de 15 unidades de cor hazem, mg/L NO_3^- .

Pode estar relacionado com a presença de matéria orgânica natural, caracterizada por matéria dissolvida acrescentada da matéria em suspensão. A importância da sua determinação na água potável é de ordem estética, pois causa um efeito repulsivo para o consumidor e pode causar a produção de produtos com potencial cancerígeno (Figura 23) (BRASIL 2014).

Figura 23 – Cor da amostra da água coletada próximo ao lixão.



Fonte: O autor (2021).

4.1.4 Nutrientes

Segundo Brasil (2014), a fonte artificial de nitrogênio tem uma significativa origem antropogênica, onde sua constatação nos corpos hídricos se dá pelos despejos de esgoto doméstico, industrial e criatórios de animais, sem um tratamento prévio, lançado nos corpos de água.

O estágio da poluição da água pode ser notado com a presença de compostos nitrogenados. As bactérias utilizam o processo de nitrificação e desnitrificação oxidando o gás amônia (NH_3) a nitrito e posteriormente a nitrato. A característica do nitrogênio pouco oxidado, caracterizado na forma orgânica e amoniacal, é encontrado quando a poluição ainda está recente. Já as concentrações de nitrato e nitrito, de característica oxidada, indicam que o recurso passou por um processo de poluição (LIBÂNIO, 2010).

O nitrogênio, agregado com o fósforo, concebe como um nutriente essencial ao crescimento de algas, cianobactérias e plantas aquáticas, facilmente assimilável nas formas de amônio e nitrato (LIBÂNIO, 2010).

4.1.4.1 Amônia

Todos os resultados da amostra apresentaram abaixo do limite de quantificação nos pontos P1, P2, P3 e P4, apresentando valores menores que 0,3 (mg/L) (Tabela 3).

Tabela 3 – Parâmetro Amônia.

Amônia (mg/L)			
(Á Montante)		(Á Jusante)	
P1	P2	P3	P4
<0,3	<0,3	<0,3	<0,3

Fonte: Adaptado da H2O Analysis (2021).

A Resolução CONAMA 357 de 2005 estabelece uma concentração de Nitrogênio amoniacal de 3,7mg/L N, para pH menor que 7,5 e 2,0 mg/L N, para pH entre 7,5 a 8,0. A PORTARIA GM/MS Nº 888 de 2021. Embora os resultados apresentarem valores abaixo do limite de quantificação que é de (0,3 mg/L), todas as amostras estão conforme o padrão estabelecido.

Os valores de amônia estão associados à contaminação recentes, provavelmente a esgotos clandestinos.

4.1.4.2 Nitratos

Os valores de nitrato nos pontos das amostras, estão de acordo com o estabelecido pela legislação do CONAMA 357 de 2005 que tem como limite 10 mg/L de NO₃. Onde todos os pontos resultaram em concentrações abaixo de 0,1 mg/L, corresponde ao limite de quantificação (Tabela 4).

Tabela 4 – Parâmetro Nitrato.

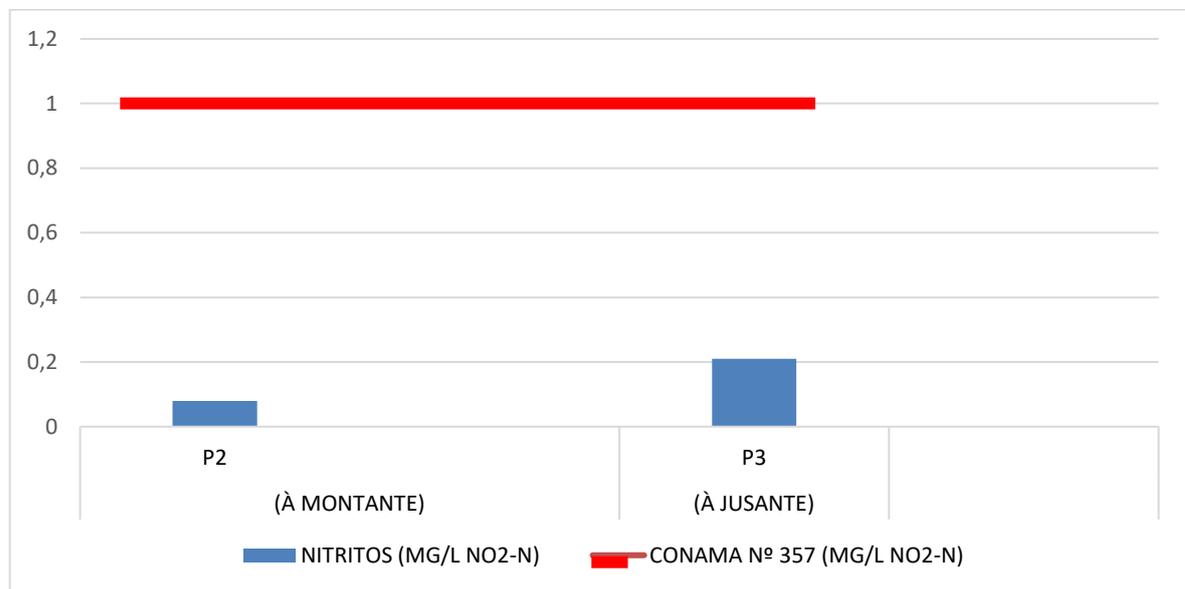
Nitratos (mg/L NO₃-N)			
(Á Montante)		(Á Jusante)	
P1	P2	P3	P4
< 0,1	< 0,1	<0,1	<0,1

Fonte: Adaptado da H2O Analysis (2021).

4.1.4.3 Nitritos

Comparando-se as quatro coletas, verificou-se que as concentrações de nitrito tiveram uma elevação nos locais P2 e P3. Os locais P1 e P2 obtiveram resultados abaixo do limite de quantificação que é de 0,1 (mg/L). Na área próxima ao lixão (P3) foi constatado uma quantidade maior da concentração do composto (0,21 mg/L), onde teve um aumento de 263% relativo ao ponto de coleta anterior (Gráfico 5).

Gráfico 5 – Parâmetro Nitrito.



Fonte: Adaptado da H2O Analysis (2021).

Embora essa verificação os valores médios, de nitrito, encontram-se de acordo com o estabelecido pela legislação do CONAMA 357 de 2005 menores que 1,0 mg/l de N.

Durante a coleta das amostras no local mais próximo do lixão (P3), foi observado o despejo de efluentes sem um tratamento prévio e da verificação da população morando em residências em situação de vulnerabilidade (Figura 24).

Figura 24 – Despejo de efluentes não tratados (em destaque) e ocupação de irregular de residências na margem do rio Cocó



Fonte: O autor (2021)

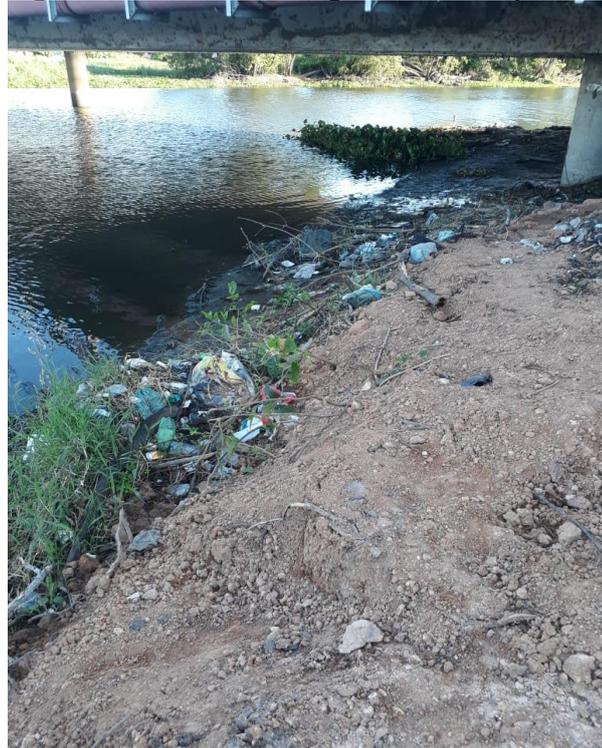
Notou-se, também, a presença de despejo de resíduos próximo à margem do rio nos pontos P1 e P2. Além do lixão, esses pontos de degradação ambiental podem ter influenciado no aumento de nitrito nesse local (Figura 25) (Figura 26).

Figura 25 – Descarte irregular de lixo e entulho próximo à margem do rio no Jangurussu.



Fonte: O autor (2021).

Figura 26 – Lixo na margem do rio na ponte do anel viário (P2).

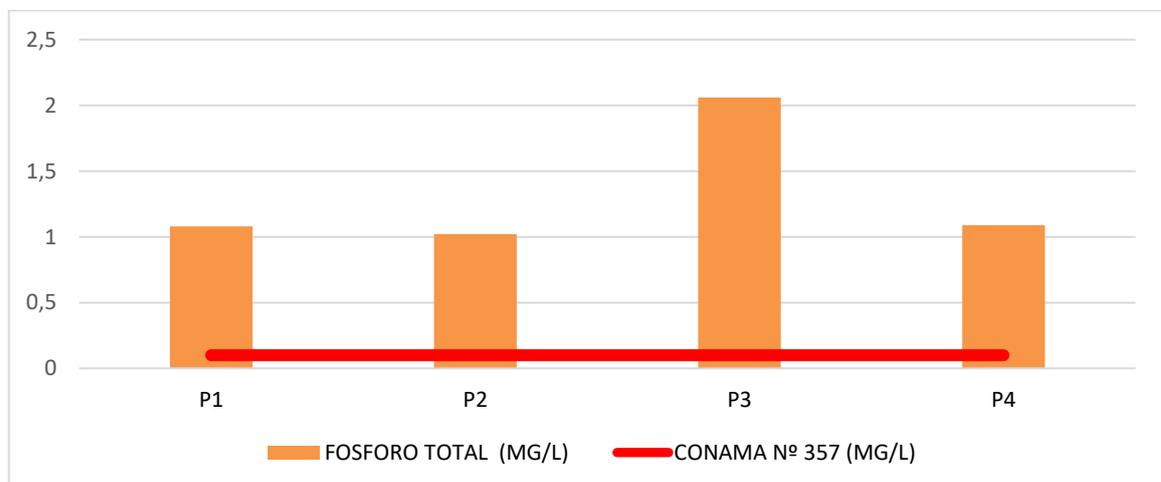


Fonte: O autor (2021)

4.1.4.4 Fósforo

Os valores médios de fósforo em todas as estações de coleta nos locais P1, P2, P3 e P4, obtiveram valores respectivamente 1,08, 1,02, 2,06 e 1,09. Todos os valores característicos excederam o padrão legal permitidos pela Legislação do CONAMA 357 de 2005 ($\leq 0,1$ mg/L P) (Gráfico 6).

Gráfico 6 – Parâmetro Fósforo Total



Fonte: Adaptado da H2O Analysis (2021).

Pode-se destacar o ponto próximo do lixão (P3) que indicou o maior resultado entre os locais, no qual pode indicar que, para a variável do Fósforo, o lixão pode exercer uma forte influência.

A poluição do meio ambiente, contribuída pelo o homem, através do lançamento de esgotos e fertilizantes, traz a consequência do acréscimo de fósforo no meio aquático. O fósforo tem um importante papel na eutrofização dos recursos hídricos. Compreende-se como principal fator para o desenvolvimento de algas e plantas no meio aquático. A alta concentração deste nutriente tem sido apresentado como mensurador de qualidade de água, já outros indicadores como sólidos em suspensão e turbidez estão associados ao transporte de fósforo (BARBOSA *et al*, 2012).

O principal efeito do aumento da concentração de fósforo nas águas superficiais é a eutrofização, responsável pelo aparecimento de cianotoxinas (microcistinas). As microcistinas (MC) constituem um risco para a saúde pública, havendo então uma grande necessidade de evitar a contaminação das águas com fósforo.

A característica da presença do fósforo, em boas concentrações, pode ter relação com a presença de plantas aquáticas encontradas *in loco*, supostamente são oriundas da superfertilização do rio (Figura 27).

Figura 27 – Presença de plantas aquáticas no rio.



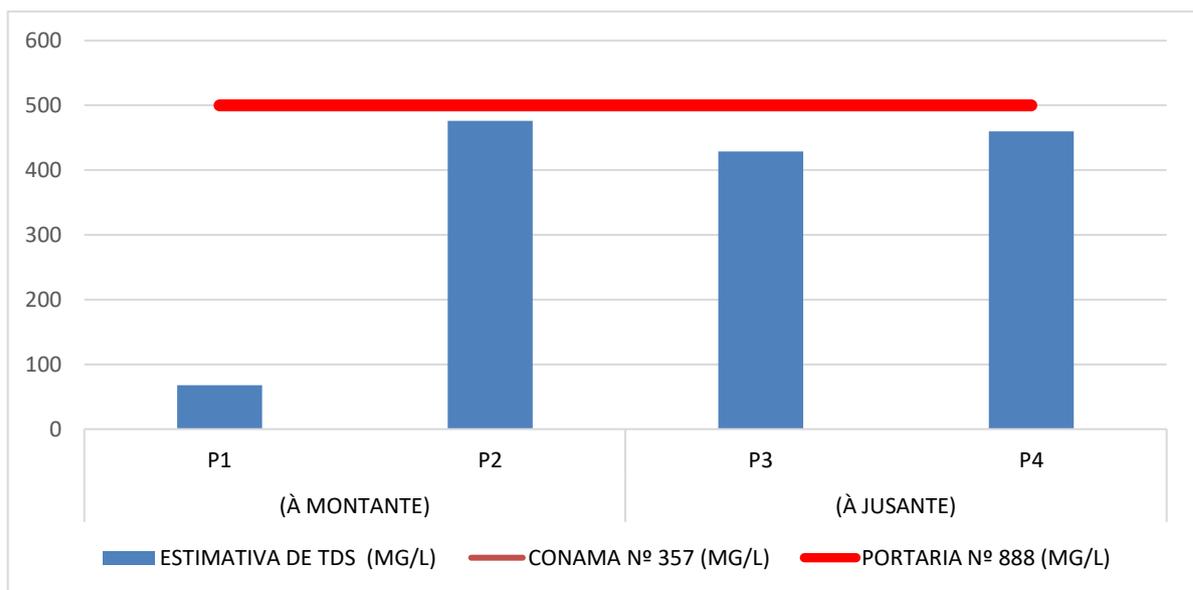
Fonte: O autor (2021)

Desse modo, fica caracterizado o rio Cocó nos pontos amostrados P1, P2, P3 e P4 em processo de eutrofização.

4.1.5 Sólidos Dissolvidos

A estimativa de sólidos dissolvidos totais apresentou-se menor na nascente(P1), 68,068 mg/L, e ao longo do percurso foi apresentado uma tendência com baixa amplitude nos pontos P2, P3 e P4, apresentando uma média 459,816 mg/L nesses locais. Todos os valores da amostra estão de acordo com os padrões da qualidade de água CONAMA 357 de 2005 e da PORTARIA GM/MS N° 888 de 2021, no qual todos os locais apresentam valores menores que 500 mg/L. (Gráfico 7).

Gráfico 7 – Parâmetro Sólidos Dissolvidos



Fonte: Adaptado da H2O Analysis (2021).

Esses maiores valores podem estar relacionados com as fontes potenciais de contaminação, após a passagem do nascente sentido à capital.

(LIBÂNIO, 2010) explica que a segurança relativa da água depende de quais sólidos estão presentes, dessa maneira, o TDS não é necessariamente uma medida da segurança da água potável, pois não menciona quais sólidos estão dissolvidos. O TDS geralmente afeta os padrões organolépticos como sabor, o cheiro e a cor da água.

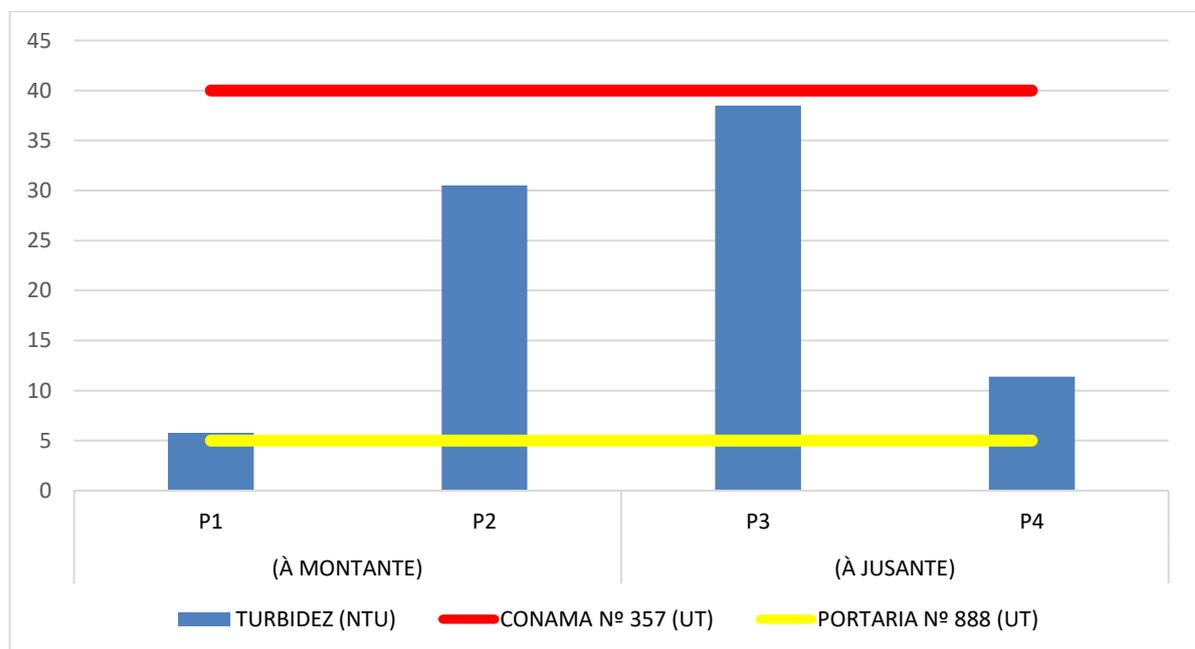
4.1.6 Material em Suspensão

Os dados sobre a turbidez nas águas do rio Cocó apresentaram variação ao longo do sistema. Houve um crescimento até a passagem do lixão do Jangururu (P1, P2 e P3) com valores correspondentes de 2,78 NTU na nascente, 30,5 NTU chegando a 38,5 NTU próximo ao antigo lixão. Após passar pelo o lixão, houve diminuição considerável no local mais distante da coleta (P4), chegando a 11,4 NTU (Gráfico 8).

Todos os valores registrados da turbidez do rio Cocó nos pontos coletados, encontram-se em conformidade com a resolução CONAMA no 357/2005, que estabelece um valor para turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT). O local de coleta próxima do lixão chegou próximo do limite estabelecido, demonstrando um provável impacto que o lixão traz à qualidade do rio.

Porém em conformidade com a PORTARIA GM/MS Nº 888 de 2021 todos os valores estão acima de 5 unidades de turbidez, demonstrando que esses locais, mesmo em sua nascente, se encontram inapropriados para o consumo humano para esse parâmetro.

Gráfico 8 – Turbidez.



Fonte: Adaptado da H2O Analysis (2021).

Outro ponto a ser destacado é o (P4), que teve uma forte diminuição do seu valor. A interferência da passagem pelo percurso do rio, após passar pela área de preservação do rio Cocó, além dos depósitos de sedimentos no leito do rio e a presença da mata ciliar podem ter auxiliado na possível preservação da qualidade da água (Figura 28).

Figura 28 – Passagem do rio Cocó pela ponte na Av. Murilo Borges, Fortaleza – Ce.



Fonte: O autor (2021).

Entretanto, no local verificou-se a presença de pontos de assoreamento e da retirada da mata ciliar, observados na (Figura 29).

Figura 29 - Locais de assoreamento sobre o rio Cocó.

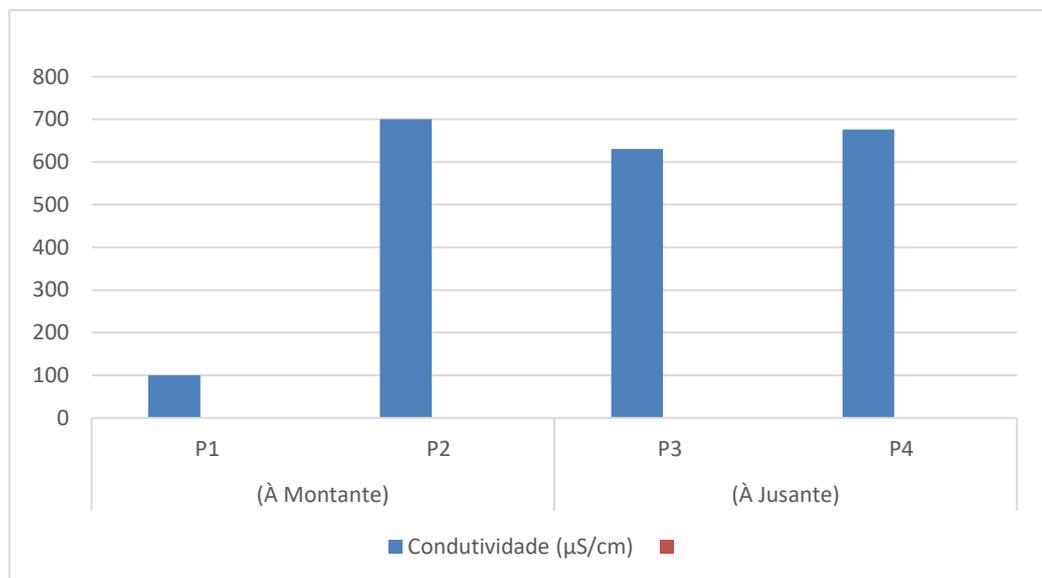


Fonte: O autor (2021).

4.1.7 Condutividade Elétrica

O parâmetro de Condutividade está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente. Nas amostras coletadas, na nascente do rio (P1) apresentou baixa quantidade de íons, já nos pontos seguintes houve uma baixa flutuação havendo uma média de 669,066 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) (Gráfico 9).

Gráfico 9 – Parâmetros Condutividade Elétrica.



Fonte: Adaptado da H2O Analysis (2021).

A condutividade elétrica, por estar relacionada à concentração de sólidos dissolvidos, pode ser determinante como indicador de eventual lançamento de despejos domésticos e industriais. Nas águas diluídas a condutividade elétrica comumente é inferior a $100 \mu\text{S}/\text{cm}$, podendo atingir $1000 \mu\text{S}/\text{cm}$ em corpos d'água receptores de elevadas cargas de efluentes domésticos e industriais (LIBÂNIO, 2010).

Dessa maneira pode-se relacionar as altas concentrações de sólidos aos despejos irregulares de efluentes sem tratamento no rio.

4.1.8 Dureza Total

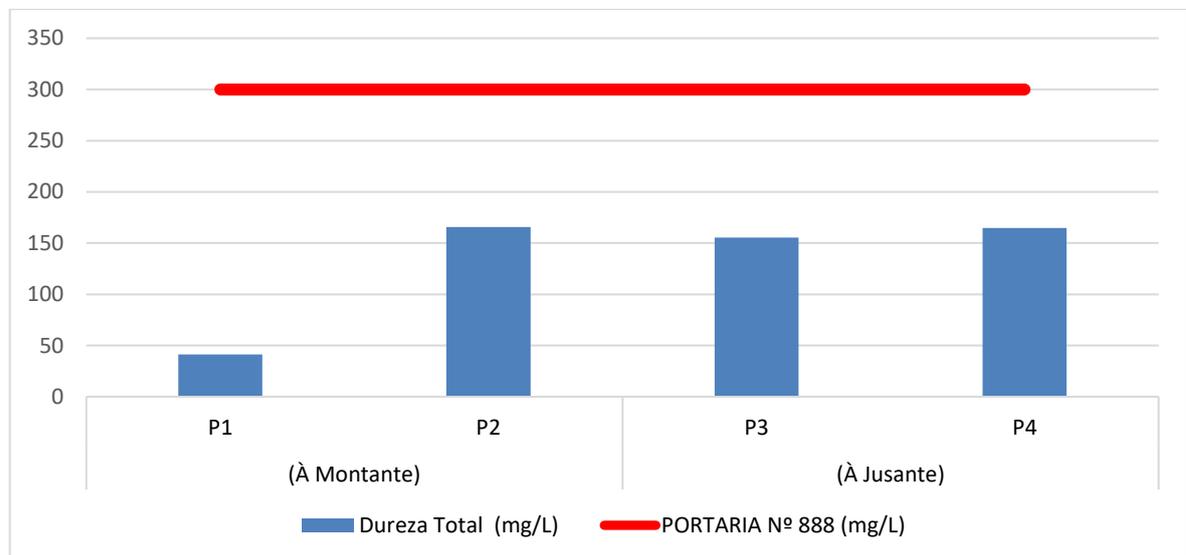
Libânio (2010) classifica a água em quatro (4) classes: branda, pouco dura, dura e muito dura classificadas na sequência.

- mole ou branda: $< 50 \text{ mg}/\text{L}$ de CaCO_3 ;
- dureza moderada: entre 50 e $150 \text{ mg}/\text{L}$ de CaCO_3 ;

- dura: entre 150 e 300 mg/L de CaCO₃;
- muito dura: > 300 mg/L de CaCO₃.

Dessa maneira, a nascente do rio Cocó, é denominada de água branda. Já os pontos P2, P3 e P4 apresentam aspectos de natureza dura, podem estar associados aos processos de decomposição de esgoto lançado de forma contínua. Tal parâmetro não está enquadrado na resolução da qualidade de águas do Conama, mas se encontra em conformidade com a PORTARIA GM/MS Nº 888 de 2021 apresentando todos os valores abaixo 300 mg/L. A dureza possui característica de natureza econômica, diminuindo a formação de espuma durante a lavagem dos objetos (Gráfico 10).

Gráfico 10 – Parâmetros de Dureza

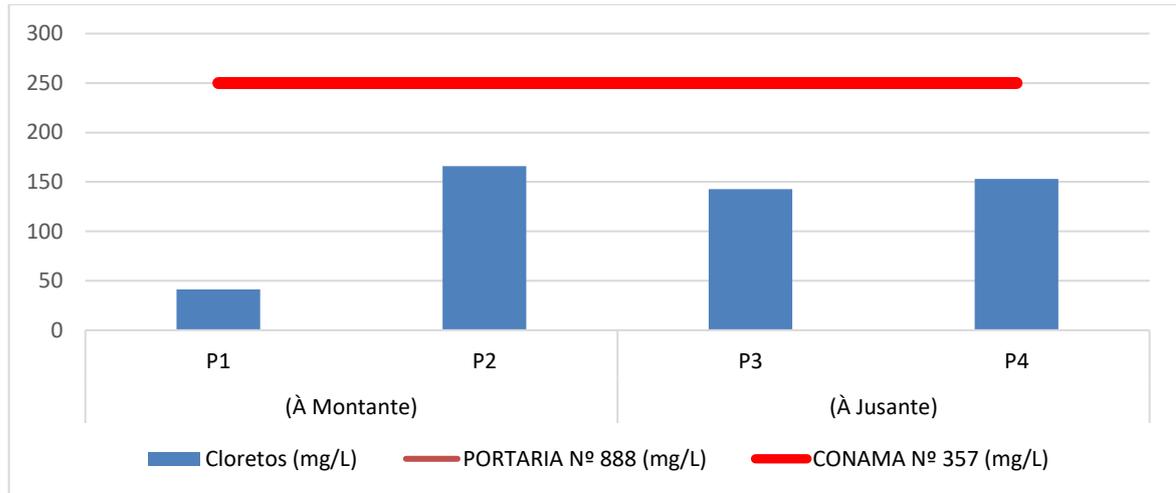


Fonte: Adaptado da H2O Analysis (2021).

4.1.9 Cloretos

A presença de cloreto tem origem na dissolução de minerais, e elevados teores tornam a água com gosto desagradável ao consumo (Gráfico 11).

Gráfico 11 - Cloretos



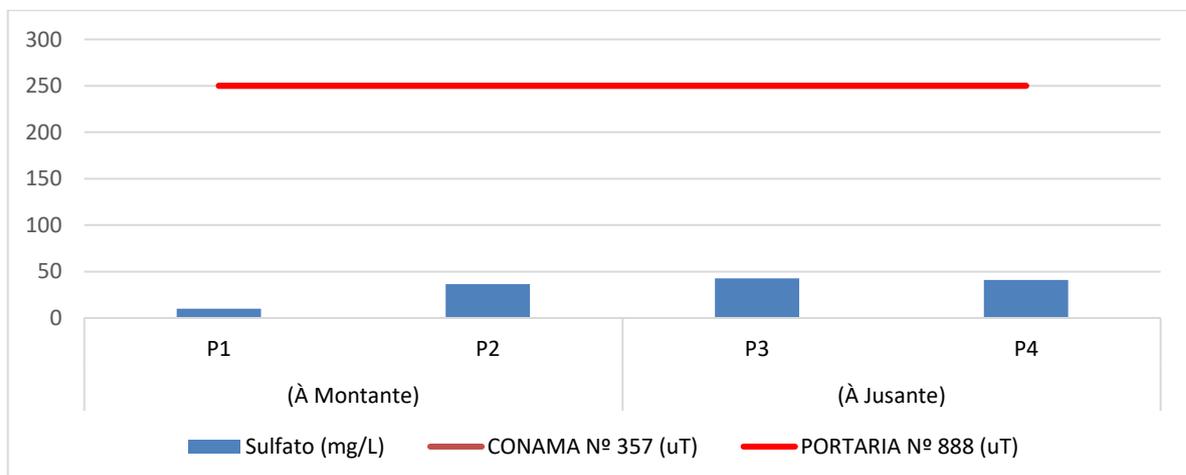
Fonte: Adaptado da H2O Analysis (2021).

Nos pontos caracterizados no rio Cocó, a presença do cloreto encontra-se de acordo com o estabelecido pela legislação do CONAMA 357 de 2005 e pela PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021. Todos os pontos encontram-se abaixo de 250 mg/L Cl.

4.1.10 Sulfatos

A presença do sulfato nos pontos P1, P2, P3 E P4 encontra-se de acordo com o estabelecido pela legislação do CONAMA 357 de 2005 e PORTARIA GM/MS Nº 888 de 2021. Todos os pontos encontram-se abaixo de 250 mg/L SO₄ para ambas. Observa-se uma forte presença do composto no ponto P3, próximo ao lixão. Seu excesso pode ser prejudicial à saúde causando diarreias, vômitos e outros problemas (Gráfico 12).

Gráfico 12 – Parâmetros de Sulfatos



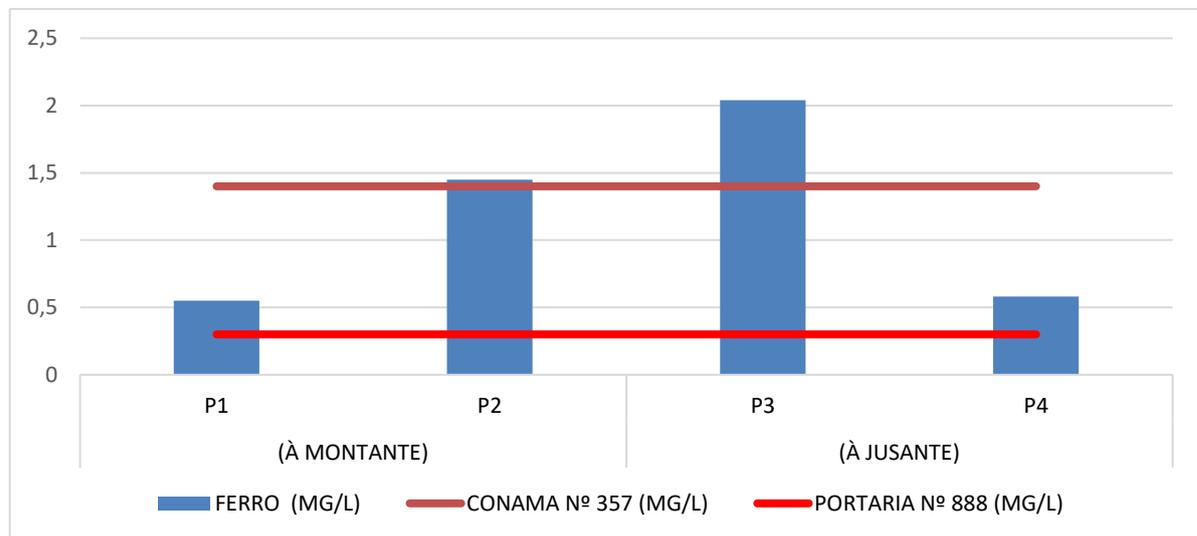
Fonte: Adaptado da H2O Analysis (2021).

4.1.11 Ferro

Nos pontos observados do rio Cocó, foram caracterizados diferentes valores no percorrer das águas. Todos os valores característicos dos pontos P1 e P4 mantiveram-se no padrão legal permitidos pela Legislação do CONAMA 357 de 2005 ($\leq 1,4$ mg/L). Entretanto, os pontos P2 e P3 houveram alteração e excedeu a legislação (Gráfico 13).

Já para os valores permitidos da PORTARIA GM/MS Nº 888 de 2021 para o padrão de potabilidade todos os valores encontram-se acima de 0,3 mg/L, caracterizando essa água imprópria para o consumo.

Gráfico 13 – Ferro.



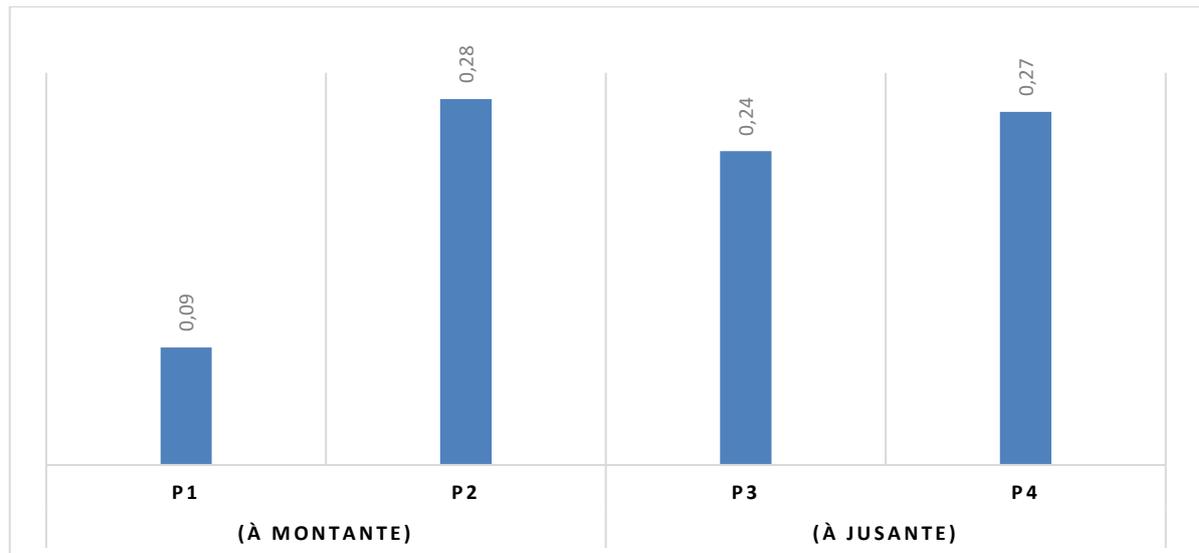
Fonte: Adaptado da H2O Analysis (2021).

Silva (2013) explica que presença um teor de Fe dissolvido em grande porcentagem pode estar associado ao despejo incorreto de material que possuem ferro, vindo de lixo domiciliar, sucatas que estão em processo de decomposição no lixão, no qual podem durar 10 anos o tempo para se degradar. Também pode estar associado a causa natural vindo da dissolução de rochas e de solos. Dessa maneira pode-se salientar o possível impacto que o lixão traz nas águas do rio Cocó em função do Ferro, assim como a presença de resíduos oriundos de ocupação irregular no entorno.

4.1.12 Salinidade

A presença da salinidade nos pontos P1, P2, P3 E P4 encontra-se de acordo com o estabelecido pela legislação do CONAMA 357 de 2005. Todos os pontos encontram-se abaixo de 500 mg/L para o aspecto da salinidade (Gráfico 14).

Gráfico 14 – Parâmetro de Salinidade.



Fonte: Adaptado da H2O Analysis (2021).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo, observou-se que o rio recebe quase em todas suas áreas focos de poluição. O processo de crescimento da cidade aliado à falta de saneamento básico traz impactos consideráveis no rio. Essa degradação se dá através da ação antrópica, por meio de despejo de dejetos domésticos e industriais, resíduos sólidos sem tratamento, retirada da mata ciliar e ocupação indevida diretamente nas margens do rio.

Através das análises notou-se que os parâmetros pH, sólidos dissolvidos totais (tds), cloretos, nitratos, nitritos, nitrogênio amoniacal total, sulfato e turbidez, relativos à resolução CONAMA 357 de 2005 estão de acordo com as condições e padrões relacionados as águas doces de classe 1.

Com relação ao fósforo, observou-se que esse parâmetro não atendeu aos padrões de qualidade relativos à resolução CONAMA 357 de 2005, excedendo em todos os pontos coletados. Além de se verificar um aumento expressivo próximo ao lixão foi observado em campo a presença de plantas macrófitas, onde provavelmente, a decomposição da matéria orgânica do antigo lixão, atrelado aos despejos de efluentes podem estar intervindo na qualidade da água. Caracterizando, dessa maneira, um estágio de eutrofização nesses pontos.

Quanto ao ferro identificou-se que os pontos P1 e P4 estão dentro dos padrões de qualidade do Conama. Porém, os pontos P2 e P3 excederam os limites do padrão estabelecido. No ponto P3 houve uma maior concentração, possivelmente com a influência do lixão através da decomposição de materiais ferrosos.

Com relação aos padrões de potabilidade relacionados à PORTARIA GM/MS N° 888 de 2021 os parâmetros cloreto, dureza total, sólidos dissolvidos, sulfato e amônia apresentaram valores de acordo com o grau de aceitação para o consumo em todos os pontos coletados. Entretanto, a cor aparente, ferro e a turbidez apresentaram inconformidade ao longo das amostras em função da sua potabilidade, se fazendo necessário um tratamento da água antes de ser consumida.

No trecho mais distante da pesquisa (P4) observou-se uma diminuição na turbidez e na e do composto nitrito. Nesse local a caracterização da área de proteção ambiental, associado à mata ciliar podem ter auxiliada na diminuição da concentração desses compostos.

Pode-se concluir que não somente o lixão do Jangurussu influenciou negativamente no rio Cocó, mas também ocupações irregulares, em descumprimento com a Lei N°. 12.651/12 o novo código florestal brasileiro, encontrado nas proximidades do rio e conseqüente despejo de efluentes sem tratamento, presença de resíduos sólidos, degradação da mata ciliar e

assoreamento auxiliam no aumento da degradação desse importante recurso da cidade de Fortaleza.

Propõe-se as seguintes medidas para diminuição dos impactos relativos à degradação do Rio Cocó:

- Programa de controle de qualidade da água e controle dos despejos do lixiviado no curso d'água.
- Sistema de captação e tratamento de efluentes das comunidades em torno do rio.
- Manutenção e controle da vegetação e mata ciliar.
- Restruturação urbana, com enfoque na obediência do código florestal em função da área de preservação.
- Coleta e disposição final dos resíduos além de reeducação para coleta seletiva, sistema de compostagem e reciclagem dos materiais.

Sugere-se a continuação dessa pesquisa, com coletas de pontos em toda a extensão do rio Cocó, nas estações chuvosa e estação seca com o objetivo de traçar um perfil mais realista da atual situação do rio. Além, do mapeamento de esgotos clandestinos; criação de estudos para a reabilitação da mata ciliar ao longo do rio Cocó e mapeamento de locais próximo ao rio onde há ocupações desordenadas.

REFERÊNCIAS

- ACFOR. **Resíduos Dispostos no ASMOC** – 2011. Fortaleza. CE, 2011
- ACFOR. **Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos de Fortaleza Estado do Ceará. RELATÓRIO IV.** Fortaleza. CE, 2012
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10.004: Resíduos Sólidos: classificação**, Rio de Janeiro, 1987. 63p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil / Agência Nacional de Águas.** -Brasília: ANA, 2020. 75 p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017: relatório pleno.** Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2017. 53p.
- ARAÚJO, L.H.S. **Diagnóstico georreferenciado do uso e ocupação do solo nas áreas de preservação permanente (APP) da sub-bacia B1, bacia do rio Cocó.** Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, na área de concentração em Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil - 2020.** São Paulo: Abrelpe; 2020.
- ATLAS BRASIL: **ABASTECIMENTO URBANO DE ÁGUA: PANORAMA NACIONAL / AGÊNCIA NACIONAL DE AGUAS: ENGECORPS/COBRAPE.** Brasília : ANA : Engecorps/Cobrape. 2010a. 1 v. il.
- ATLAS BRASIL : **ABASTECIMENTO URBANO DE AGUA : PANORAMA NACIONAL / AGÊNCIA NACIONAL DE AGUAS: ENGECORPS/COBRAPE.** Brasília : ANA : Engecorps/Cobrape. 2010b. 2 v. il.
- BARBOSA, B. C. *et al.* **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE UM TRECHO DO RIO COCÓ SOB POSSÍVEL INFLUÊNCIA DO LIXÃO DESATIVADO DO JANGURUSSU FORTALEZA/CE.** Conexões-Ciência e Tecnologia, v. 6, n. 3, 2012.
- BARROS, R. T. V. *et al.* **Saneamento (Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios – volume 2.** Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995.).
- BARRETO, L. V. *et al.* **Eutrofização em rios brasileiros.** Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 9, n. 16; p. 2.165, 2013.
- BESSEN, G. R. *et al.* Resíduos sólidos: vulnerabilidades e perspectivas. In: SALDIVA P. *et al.* **Meio ambiente e saúde: o desafio das metrópoles.** São Paulo: Ex Libris, 2010.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Institui o novo código florestal brasileiro.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 18. Mai. 2021

BRASIL. Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Planalto, Casa Civil, **Diário Oficial da União** 3 ago. 2010.

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, 2020b. 183 p.: il.

BRASIL. Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984... e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. **Diário Oficial da União**, Brasília, 16 jul. 2020a.. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm>. Acesso em: 09 abr. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional da Saúde. **Manual de controle de qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAs**. Brasília:FUNASA, 1 ed. 2014. 112 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento** 5.ed. Brasília: Funasa, 2019. 545 p.: il.

BRASIL. Ministério da Saúde. 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. portaria gm/ms nº 888, de 4 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Responsabilidade sócio ambiental**. 2013. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/separe-o-lixo-e-acerte-na-lata>> Acesso em: 09 abr 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Boas práticas no abastecimento de água : procedimentos para a minimização de riscos à saúde**. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

CASTILHOS JUNIOR, A. B. , ed. **Alternativas de disposição de resíduos sólidos urbanos para pequenas comunidades**. São Carlos-SP: ABES/RiMa, 2002.

CEARÁ. ASSEMBLEIA LEGISLATIVA. **CADERNO REGIONAL DAS BACIAS METROPOLITANAS / CONSELHO DE ALTOS ESTUDOS E ASSUNTOS ESTRATÉGICOS**, ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO CEARÁ; EUDORO WALTER DE SANTANA (COORDENADOR). – FORTALEZA : INESP, 2009. 136P. : IL. – (COLEÇÃO CADERNOS REGIONAIS DO PACTO DAS ÁGUAS, V. 9)

COGERH-CE – COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ. **Plano de Gerenciamento de Águas das Bacias Metropolitanas FASE 1:**

Estudos Básicos e Diagnóstico – COGERH/CE Nov 2010.

COGERH. Plano De Gerenciamento das Águas Das Bacias Metropolitanas. 1999

CONAMA 357- Conselho Nacional do Meio Ambiente Resolução CONAMA 357-17/ março de 2005. IN: **Diário Oficial da União** - Seção 1, N° 53, ISSN 1677-7042

DIÓGENES, L. G. G. *et al*; . Achados recentes sobre a qualidade da água do rio cocó em um trecho urbano da cidade de Fortaleza – Ceará. In: ENCONTRO NACIONAL DE ÁGUAS URBANAS, XIII., 19 e 20 out. 2020, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil; SIMPÓSIO DE REVITALIZAÇÃO DE RIOS URBANOS, III., 21 e 22 out. 2020. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Anais online[...]** Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2020.

GUEDES, A. F. *et al*. Tratamento da água na prevenção de doenças de veiculação hídrica. **Journal of Medicine and Health Promotion**. Paraíba: Faculdades Integradas de Patos Curso de Medicina, v. 2, n. 1, jan./mar 2017, p.452-461 ISSN: 2448-1394.

FAVERI C,. **Saneamento e epidemiologia ambiental: doenças de veiculação hídrica.** Fórum Ambiental da Alta Paulista [Internet]. 2013;9(11):575-80. Disponível em: http://www.amigosda natureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/699. Acesso em: 11 abr 2021

FELIPE, J. M. A; FAGUNDES, D. A; VIEIRA, V. L. S, **História, Meio Ambiente e Educação Ambiental – Contextos e Desafios.** Visconde do Rio Branco: Suprema Editora, 2012.

FLORENÇANO, J.C. **Sistemas de Tratamento e Distribuição de Água.** Material Didático, 2011.

FONSECA, G.A.B; **2010 Contribuição Antrópica na Poluição de Reservatórios Hidrelétricos: o Caso da Usina Hidrelétrica de São Simão** Rio de Janeiro. Dissertação Mestrado em Ciências em planejamento energético UFRJ/COPPE, 2010.

FRANZ, G. A. S.; CUNHA, C. L. N.; GOBBI, M. F. Eutrofização em um reservatório Destinado ao abastecimento público: O Caso do Reservatório do Iraí-PR. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos/ **8º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa**,2007.

FRANKENBERG, C. L.C. **Resíduos Sólidos: Geração, gestão e responsabilidade.** (2011)

FREITAS, M. B.; FREITAS, C. M. **A vigilância da qualidade da água para consumo humano -desafios e perspectivas para o Sistema Único de saúde.** Ciência & Saúde Coletiva, n. 10, v.4, p.993-1004, 2005. 26

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento.** 2º. ed. rev. Brasília:, 2006.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento.** 3ª ed. revista. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2007.

FUNASA - FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de saneamento**. Brasília, 2004.

GIL, A. C. *et al.* **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GRIMBERG, E. **Política Nacional de Resíduos Sólidos: o desafio continua**. Instituto Pólis: São Paulo, out. 2007.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – Brasil 2015**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2017: abastecimento de água e esgotamento sanitário** / IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais. - Rio de Janeiro :, 2020.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Benefícios econômicos e sociais da expansão do saneamento no brasil**. 2010.

IPECE. Secretaria do Planejamento e Gestão. Governo do Estado do Ceará. **Perfil Básico Municipal 2018 Fortaleza**. Fortaleza/CE: IPECE, 2018.

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **CEARÁ EM NÚMEROS. 2011**. Disponível em: < <http://www2.ipece.ce.gov.br/>>. Acesso em: 27 maio 2021.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. **Gestão de resíduos em São Paulo: desafios da sustentabilidade**. *Estudos Avançados*, v. 25, n. 71, p. 135–158, 2011.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas, SP: Editora Átomo, 2010. 3a Edição

LIMA, C. R. G. de. **Análise socioambiental da área do lixão do Jangurussu (Fortaleza-CE) e os impactos na comunidade do entorno**. 2013. 146 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2013.

LOPES, F. T. M. T. **A importância do Parque Ecológico do Rio Cocó como potencial atrativo turístico**. 2010. 144 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA, Fortaleza-CE, 2010.

MAIA, M. G. **Poluição do Rio Maranguapinho Fortaleza-CE: causas e conseqüências** [manuscrito / Maria das Graças Maia, 2008.

MARENGO, J. A.; CUNHA, A. P.; ALVES, L. M. A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. *Revista Climanalise*, v. 3, p. 49-54, 2016.

MEDEIROS, C.N. *et al* (Org). **Os Recursos Hídricos do Ceará: Integração, Gestão e Pontecialidades**. IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Governo do Estado do Ceará. Fortaleza, 2011. p.286.

MIRANDA, L. A. S.. **Sistemas e processos de tratamento de águas de abastecimento /**

Luis Alcides Schiavo Miranda e Luis Olinto Monteggia. - Porto Alegre: (S. n.), 2007. 148p.

MONTEIRO, J. H. P. (org.). **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos** / José Henrique Penido Monteiro ...[*et al.*]; coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

MOTA, J.C.; ALMEIDA, M.M.; ALENCAR, V.C.; CURI, W.F. Características e Impactos Ambientais Causados pelos Resíduos Sólidos: Uma Visão Conceitual. **Anais. I Congresso Internacional de Meio Ambiente Subterrâneo**, São Paulo: 2009.

OLIVEIRA. M. R. **L Caracterização do percolado do Lixão do Jangurussu e seu possível impacto no rio Cocó**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 1997.

PIVELI, P. D. R. P. Aula 10 - **Oxigênio Dissolvido e Matéria Orgânica em Águas**. [S.l.], p. 12. 2010. Disponível em : http://www.leb.esalq.usp.br/leb/disciplinas/Fernando/leb360/Fasciculo%2010%20-%20Oxigenio%20Dissolvido%20e%20Materia_Organica.pdf. Acesso em 25 abr. 2021.

RESENDE, L.A., 2013. *et al.* Fertilidade do solo em aterro controlado e sua influência na Sobrevivência de espécies arbóreas em diferentes modelos de plantio. In: Jornada Científica e Tecnológica, 5. 2013. Inconfidentes. **Anais... Inconfidentes: Ifsuldeminas**. p 287-298.

RIBEIRO. L. G. G., ROLIM. N. D., **Planeta água de quem e para quem: uma análise da água doce como direito fundamental e sua valoração mercadológica**. RDAS. 2017; 7(1):7-33

SEMA - SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. **Parque Estadual do Cocó**. 2017. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/parque-do-coco-pa>. Acesso em: 15 maio 2021.

SINDICATO NACIONAL DAS EMPRESAS DE LIMPEZA URBANA – SELURB. **Índice de Sustentabilidade da Limpeza urbana para os municípios brasileiros**. Edição 2019.

SOARES, J. M. B.. **Parque ecológico do Cocó: a produção do espaço urbano no entorno de áreas e proteção ambiental**. 2005. 150 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós- Graduação, Programa Regional de Pós-Graduação em desenvolvimento e Meio Ambiente-Prodema, Fortaleza,CE, 2005.

SOUZA FILHO, F. A. **Ceará 2050 – Juntos pensando o futuro**. 2018. Disponível em: <http://www.ceara2050.ce.gov.br/api/wp-content/uploads/2018/10/ceara-2050-estudosetorial-especial-recursos-hidricos.pdf>. Acesso em: 20 Mar. 2021.

SOUSA, L. C. O. de *et al.* **Avaliação de alternativas direcionadas à redução do consumo de água potável em residências: estudo de caso em Caruaru, PE, Brasil**. *Ambient. constr.*, Porto Alegre , v. 20, n. 4, p. 465-487, Dec. 2020 .

SILVA, J. C. C. **A POLUIÇÃO NO RIO COCÓ, SUB-BACIA B-2, MARGEM DIREITA, E A EXPANSÃO URBANA DE FORTALEZA-CE**. Tese (doutorado). Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro, 2013.

TSUTIYA, M. T.. **Abastecimento de Água**. 3. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

ANEXOS

ANEXO A – Resultados dos parâmetros no ponto 1 (Nascente do Rio Cocó, Pacatuba - Ce)



Rua Chico Lemes, 1250 | Bairro Cidade dos Funcionários
 CEP 60.822-785 | Tel: (85) 3021-2094 | contato@h2oanalysis.com.br
 CNPJ: 11.071.357/0001-87 | Insc. Mun: 248259-2

Relatório de Ensaio Nº: 6905.2021.B- V.0							
Dados Contratação:							
Solicitante:							
Razão Social:	JOSÉ LUCAS DOS REIS GOMES - JOSÉ LUCAS DOS REIS GOMES						
CNPJ/CPF:	061.916.183-36						
Endereço:	RUA GENERAL MURILO BORGES ,S/N CAIS DO PORTO - FORTALEZA/CE CEP: 60180010						
Contato:	Sra. Kamila Gomes E-mail: kamillagomez-123@hotmail.com						
Proposta Comercial:	1684.2021.V0						
Dados da Amostragem:							
Descrição da Amostra:	MONTANTE						
Endereço Amostragem:	RUA SERRA DA ARATANHA,S/N LUZARDO VIANA Cidade: PACATUBA/CE CEP: 61910466						
Condições Ambientais:	Chuva Ausente na Coleta, Chuva Fina nas 24h, Chuva Fina nas 48h, Tempo: Sol entre nuvens, Vento médioTemp Ambiente: 28.00°C						
Responsável pela Amostragem:	Cliente						
Matriz e Origem Amostra:	Água - Água Bruta - Manancial Superficial						
Data de Amostragem:	02/05/2021 12:30:00	Característica da Amostra:	Simples				
Data Recebimento:	03/05/2021 13:15:00	Data Conferência:	12/05/2021 12:52:30				
		Responsável pela Conferência:	Ana Claudia				
Data Início Amostra:	04/05/2021 16:00:00	Data Conclusão Amostra:	07/05/2021 12:40:00				
Resultados							
Parâmetros	Resultados	Un Trab	Conama 357 Art 14	Un	L.Q.	Metodologia	Início Ensaio
pH à 25°C	7,760		de 6,000 a 9,000		-	SMWW, 23ª Edição, Método 4500 - B - Eletrometric Method	05/05/2021
Alcalinidade Parcial	<10,000	mg/L	N.A	mg/L	10,000	SMWW, 23ª Edição, Método 2320B	05/05/2021
Alcalinidade Total	16,000	mg/L	NA	mg/L	10,000	SMWW, 23ª Edição, Método 2320B	05/05/2021
Amônia (NH3)	<0,300	mg/L	N.A	mg/L	0,300 mg/L	PTE-210.36:00	05/05/2021
Bicarbonatos	16,000	mg/L	N.A	mg/L	2,000	SMWW, 23ª Edição, Método 2320B	05/05/2021
Cálcio	6,680	mg/L	NA	mg/L	-	SMWW, 23ª Edição, Método 3500 Ca B	05/05/2021
Carbonatos	<2,000	mg/L	N.A	mg/L	2,000	SMWW, 23ª Edição, Método 2320B	05/05/2021
Cloretos	41,402	mg/L	até 250,000	mg/L	2,000	SMWW, 23ª Edição, Método 4500Cl- B - Argentometric Method	05/05/2021
Condutividade	100,100	µS/cm	NA	µS/cm	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2510B	05/05/2021
Cor Aparente	24,94	uH (mg Pt-Co/L)	NA	uH	10,00	SMWW, 23ª Edição, Método 2120B	05/05/2021
Determinação de Aspecto	COLORADO		N.A		-	SMWW, 23ª Edição, Método 2110	05/05/2021
Dureza Total	41,165	mg/L	NA	mg/L	2,000 mg/L	SMWW, 23ª Edição, Método 2340C	05/05/2021
Estimativa de TDS	68,068	mg/L	N.A	mg/L	1,360	PEDROSA E CAETANO, 2002	05/05/2021
Ferro	0,550	mg/L	até 1,400	mg/L	0,100 mg/L	SMWW, 23ª Edição, Método 3500-Fe B	05/05/2021
Fósforo Total	1,080	mg/L	Vide Legislação	mg/L	0,010	SMWW, 23ª edição, Método 4500 C	04/05/2021
Hidróxido	<2,000	mg/L	N.A	mg/L	2,000	SMWW, 23ª Edição, Método 2320B	05/05/2021
Magnésio	5,960	mg/L	NA	mg/L	2,000	SMWW, 23ª Edição, Método 3500 Mg B	05/05/2021
Nitratos	<0,100	mg/L NO3-N	até 10,000	mg/L NO3-N	0,100	SMWW, 23ª edição, Método 4500NO3 - D	05/05/2021
Nitritos	<0,050	mg/L NO2-N	até 1,000	mg/L NO2-N	0,050	SMWW, 23ª Edição, Método 4500NO2-B	05/05/2021

Software Ultra Líms - Versão:v.00 - Amostra: 6905.2021

Data Emissão:12/05/2021 - Página.:1/2

Fonte: Laboratório H2O Analyses (2021).

ANEXO B – Resultados dos parâmetros no ponto 2 (Ponte sobre o rio Cocó no anel viário de Fortaleza.)



Rua Chico Lames, 1250 | Bairro Cidade dos Funcionários
CEP 60.822-785 | Tel: (85) 3021-2094 | contato@h2oanalysis.com.br
CNPJ: 11.071.357/0001-87 | Insc. Mun.: 248259-2

Relatório de Ensaio Nº: 6906.2021.B- V.0			
Dados Contratação:			
Solicitante:			
Razão Social:	JOSÉ LUCAS DOS REIS GOMES - JOSÉ LUCAS DOS REIS GOMES		
CNPJ/CPF:	061.916.183-36		
Endereço:	RUA GENERAL MURILO BORGES ,S/N CAIS DO PORTO - FORTALEZA/CE CEP: 60180010		
Contato:	Sra. Kamila Gomes E-mail: kamillagomez-123@hotmail.com		
Proposta Comercial:	1684.2021.V0		
Dados da Amostragem:			
Descrição da Amostra:	BARRAGEM DO RIO COCÓ		
Endereço Amostragem:	ROD. 4ª ANEL VIÁRIO,S/N PEDRAS Cidade: FORTALEZA/CE CEP: 60874401		
Condições Ambientais:	Chuva Ausente na Coleta, Chuva Fina nas 24h, Chuva Fina nas 48h, Tempo: Sol entre nuvens, Vento médioTemp Ambiente: 28.00°C		
Responsável pela Amostragem:	Cliente		
Matriz e Origem Amostra:	Água - Água Bruta - Manancial Superficial		
Data de Amostragem:	02/05/2021 13:00:00	Característica da Amostra:	Simplex
Data Recebimento:	03/05/2021 13:15:00	Data Conferência:	12/05/2021 13:03:07
		Responsável pela Conferência:	Ana Claudia
Data Início Amostra:	04/05/2021 16:00:00	Data Conclusão Amostra:	07/05/2021 12:40:00

Resultados							
Parâmetros	Resultados	Un Trab	Conama 357 Art 14	Un	L.Q.	Metodologia	Início Ensaio
pH à 25°C	7,030		de 6,000 a 9,000		-	SMWW, 23ª Edição, Método 4500 - B - Eletrometric Method	05/05/2021
Alcalinidade Parcial	<10,000	mg/L	N.A	mg/L	10,000	SMWW, 23ª Edição, Método 2320B	05/05/2021
Alcalinidade Total	90,000	mg/L	NA	mg/L	10,000	SMWW, 23ª Edição, Método 2320B	05/05/2021
Amônia (NH3)	<0,300	mg/L	N.A	mg/L	0,300 mg/L	PTE-210.36:00	05/05/2021
Bicarbonatos	90,000	mg/L	N.A	mg/L	2,000	SMWW, 23ª Edição, Método 2320B	05/05/2021
Cálcio	27,524	mg/L	NA	mg/L	-	SMWW, 23ª Edição, Método 3500 Ca B	05/05/2021
Carbonatos	<2,000	mg/L	N.A	mg/L	2,000	SMWW, 23ª Edição, Método 2320B	05/05/2021
Cloretos	165,819	mg/L	até 250,000	mg/L	2,000	SMWW, 23ª Edição, Método 4500Cl- B - Argentometric Method	05/05/2021
Condutividade	700,300	µS/cm	NA	µS/cm	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2510B	05/05/2021
Cor Aparente	30,00	uH (mg Pt-Co/L)	NA	uH	10,00	SMWW, 23ª Edição, Método 2120B	05/05/2021
Determinação de Aspecto	COLORADO		N.A		-	SMWW, 23ª Edição, Método 2110	05/05/2021
Dureza Total	165,660	mg/L	NA	mg/L	2,000 mg/L	SMWW, 23ª Edição, Método 2340C	05/05/2021
Estimativa de TDS	476,204	mg/L	N.A	mg/L	1,360	PEDROSA E CAETANO, 2002	05/05/2021
Ferro	1,450	mg/L	até 1,400	mg/L	0,100 mg/L	SMWW, 23ª Edição, Método 3500-Fe B	05/05/2021
Fósforo Total	1,020	mg/L	Vide Legislação	mg/L	0,010	SMWW, 23ª edição, Método 4500 C	04/05/2021
Hidróxido	<2,000	mg/L	N.A	mg/L	2,000	SMWW, 23ª Edição, Método 2320B	05/05/2021
Magnésio	23,554	mg/L	NA	mg/L	2,000	SMWW, 23ª Edição, Método 3500 Mg B	05/05/2021
Nitratos	<0,100	mg/L NO3-N	até 10,000	mg/L NO3-N	0,100	SMWW, 23ª edição, Método 4500NO3 - D	05/05/2021
Nitritos	0,080	mg/L NO2-N	até 1,000	mg/L NO2-N	0,050	SMWW, 23ª Edição, Método 4500NO2-B	05/05/2021

Software Ultra Lims - Versão cv.00 - Amostra: 6906.2021

Data Emissão: 12/05/2021 - Página: 1/2

ANEXO C – Resultados dos parâmetros no ponto 3 (Próximo ao lixão do Jangurussu)



Rua Chico Lemes, 1250 | Bairro Cidade dos Funcionários
 CEP 60.822-785 | Tel: (85) 3021-2094 | contato@h2oanalysis.com.br
 CNPJ: 11.071.357/0001-87 | Insc. Mun: 248259-2

Relatório de Ensaio Nº: 6907.2021.B- V.0	
Dados Contratação:	
Solicitante:	
Razão Social:	JOSÉ LUCAS DOS REIS GOMES - JOSÉ LUCAS DOS REIS GOMES
CNPJ/CPF:	061.916.183-36
Endereço:	RUA GENERAL MURILO BORGES ,S/N CAIS DO PORTO - FORTALEZA/CE CEP: 60180010
Contato:	Sra. Kamila Gomes E-mail: kamillagomez-123@hotmail.com
Proposta Comercial:	1684.2021.V0
Dados da Amostragem:	
Descrição da Amostra:	PONTE RIO COCÔ
Endereço Amostragem:	AVENIDA POMPILHO GOMES ,S/N PASSARÉ Cidade: FORTALEZA/CE CEP: 60861790
Condições Ambientais:	Chuva Ausente na Coleta, Chuva Fina nas 24h, Chuva Fina nas 48h, Tempo: Sol entre nuvens, Vento médioTemp Ambiente: 28.00°C
Responsável pela Amostragem:	Cliente
Matriz e Origem Amostra:	Água - Água Bruta - Manancial Superficial
Data de Amostragem:	02/05/2021 13:30:00
Data Recebimento:	03/05/2021 13:15:00
Data Início Amostra:	04/05/2021 16:00:00
Característica da Amostra:	Simplex
Data Conferência:	12/05/2021 13:04:16
Responsável pela Conferência:	Ana Claudia
Data Conclusão Amostra:	07/05/2021 12:40:00

Resultados							
Parâmetros	Resultados	Un Trab	Conama 357 Art 14	Un	L.Q.	Metodologia	Início Ensaio
pH à 25°C	7,060		de 6,000 a 9,000		-	SMWW, 23ª Edição, Método 4500 - B - Eletrometric Method	05/05/2021
Alcalinidade Parcial	<10,000	mg/L	N.A	mg/L	10,000	SMWW, 23ª Edição, Método 2320B	05/05/2021
Alcalinidade Total	98,000	mg/L	NA	mg/L	10,000	SMWW, 23ª Edição, Método 2320B	05/05/2021
Amônia (NH3)	<0,300	mg/L	N.A	mg/L	0,300 mg/L	PTE-210.36:00	05/05/2021
Bicarbonatos	98,000	mg/L	N.A	mg/L	2,000	SMWW, 23ª Edição, Método 2320B	05/05/2021
Cálcio	30,663	mg/L	NA	mg/L	-	SMWW, 23ª Edição, Método 3500 Ca B	05/05/2021
Carbonatos	<2,000	mg/L	N.A	mg/L	2,000	SMWW, 23ª Edição, Método 2320B	05/05/2021
Cloretos	142,583	mg/L	até 250,000	mg/L	2,000	SMWW, 23ª Edição, Método 4500Cl- B - Argentometric Method	05/05/2021
Condutividade	630,700	µS/cm	NA	µS/cm	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2510B	05/05/2021
Cor Aparente	30,00	uH (mg Pt-Co/L)	NA	uH	10,00	SMWW, 23ª Edição, Método 2120B	05/05/2021
Determinação de Aspecto	COLORADO		N.A		-	SMWW, 23ª Edição, Método 2110	05/05/2021
Dureza Total	155,419	mg/L	NA	mg/L	2,000 mg/L	SMWW, 23ª Edição, Método 2340C	05/05/2021
Estimativa de TDS	428,876	mg/L	N.A	mg/L	1,360	PEDROSA E CAETANO, 2002	05/05/2021
Ferro	2,040	mg/L	até 1,400	mg/L	0,100 mg/L	SMWW, 23ª Edição, Método 3500-Fe B	05/05/2021
Fósforo Total	2,060	mg/L	Vide Legislação	mg/L	0,010	SMWW, 23ª edição, Método 4500 C	04/05/2021
Hidróxido	<2,000	mg/L	N.A	mg/L	2,000	SMWW, 23ª Edição, Método 2320B	05/05/2021
Magnésio	19,161	mg/L	NA	mg/L	2,000	SMWW, 23ª Edição, Método 3500 Mg B	05/05/2021
Nitratos	<0,100	mg/L NO3-N	até 10,000	mg/L NO3-N	0,100	SMWW, 23ª edição, Método 4500NO3 - D	05/05/2021
Nitritos	0,210	mg/L NO2-N	até 1,000	mg/L NO2-N	0,050	SMWW, 23ª Edição, Método 4500NO2-B	05/05/2021

Software Ultra Lims - Versão:v.00 - Amostra: 6907.2021

Data Emissão:12/05/2021 - Página.:1/2

Fonte: Laboratório H2O Analyses (2021).

ANEXO D – Resultados dos parâmetros no ponto 4. Ponte do rio Cocó na Av. Murilo Borges, Fortaleza – Ce.



Rua Chico Lames, 1250 | Bairro Cidade dos Funcionários
CEP 60.822-785 | Tel: (85) 3021-2094 | contato@h2oanalysis.com.br
CNPJ: 11.071.357/0001-87 | Insc. Mun: 248259-2

Relatório de Ensaio Nº: 6908.2021.B- V.0	
Dados Contratação:	
Solicitante:	
Razão Social:	JOSÉ LUCAS DOS REIS GOMES - JOSÉ LUCAS DOS REIS GOMES
CNPJ/CPF:	061.916.183-36
Endereço:	RUA GENERAL MURILO BORGES ,S/N CAIS DO PORTO - FORTALEZA/CE CEP: 60180010
Contato:	Sra. Kamila Gomes E-mail: kamillagomez-123@hotmail.com
Proposta Comercial:	1684.2021.V0
Dados da Amostragem:	
Descrição da Amostra:	JUSANTE
Endereço Amostragem:	RUA GENERAL MURILO BORGES ,S/N CAIS DO PORTO Cidade: FORTALEZA/CE CEP: 60180010
Condições Ambientais:	Chuva Ausente na Coleta, Chuva Fina nas 24h, Chuva Fina nas 48h, Tempo: Sol entre nuvens, Vento médioTemp Ambiente: 28.00°C
Responsável pela Amostragem:	Cliente
Matriz e Origem Amostra:	Água - Água Bruta - Manancial Superficial
Data de Amostragem:	02/05/2021 14:00:00
Data Recebimento:	03/05/2021 13:15:00
Data Início Amostra:	04/05/2021 16:00:00
Característica da Amostra:	Simplex
Data Conferência:	12/05/2021 13:16:56
Responsável pela Conferência:	Ana Claudia
Data Conclusão Amostra:	07/05/2021 12:40:00

Resultados							
Parâmetros	Resultados	Un Trab	Conama 357 Art 14	Un	L.Q.	Metodologia	Início Ensaio
pH à 25°C	7,050		de 6,000 a 9,000		-	SMWW, 23ª Edição, Método 4500 - B - Eletrometric Method	05/05/2021
Alcalinidade Parcial	<10,000	mg/L	N.A	mg/L	10,000	SMWW, 23ª Edição, Método 2320B	05/05/2021
Alcalinidade Total	110,000	mg/L	NA	mg/L	10,000	SMWW, 23ª Edição, Método 2320B	05/05/2021
Amônia (NH3)	<0,300	mg/L	N.A	mg/L	0,300 mg/L	PTE-210.36:00	05/05/2021
Bicarbonatos	110,000	mg/L	N.A	mg/L	2,000	SMWW, 23ª Edição, Método 2320B	05/05/2021
Cálcio	33,239	mg/L	NA	mg/L	-	SMWW, 23ª Edição, Método 3500 Ca B	05/05/2021
Carbonatos	<2,000	mg/L	N.A	mg/L	2,000	SMWW, 23ª Edição, Método 2320B	05/05/2021
Cloretos	152,934	mg/L	até 250,000	mg/L	2,000	SMWW, 23ª Edição, Método 4500Cl- B - Argentometric Method	05/05/2021
Condutividade	676,200	µS/cm	NA	µS/cm	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2510B	05/05/2021
Cor Aparente	50,28	uH (mg Pt-Co/L)	NA	uH	10,00	SMWW, 23ª Edição, Método 2120B	05/05/2021
Determinação de Aspecto	COLORADO		N.A		-	SMWW, 23ª Edição, Método 2110	05/05/2021
Dureza Total	164,656	mg/L	NA	mg/L	2,000 mg/L	SMWW, 23ª Edição, Método 2340C	05/05/2021
Estimativa de TDS	459,816	mg/L	N.A	mg/L	1,360	PEDROSA E CAETANO, 2002	05/05/2021
Ferro	0,580	mg/L	até 1,400	mg/L	0,100 mg/L	SMWW, 23ª Edição, Método 3500-Fe B	05/05/2021
Fósforo Total	1,090	mg/L	Vide Legislação	mg/L	0,010	SMWW, 23ª edição, Método 4500 C	04/05/2021
Hidróxido	<2,000	mg/L	N.A	mg/L	2,000	SMWW, 23ª Edição, Método 2320B	05/05/2021
Magnésio	19,843	mg/L	NA	mg/L	2,000	SMWW, 23ª Edição, Método 3500 Mg B	05/05/2021
Nitratos	<0,100	mg/L NO3-N	até 10,000	mg/L NO3-N	0,100	SMWW, 23ª edição, Método 4500NO3 - D	05/05/2021
Nitritos	<0,050	mg/L NO2-N	até 1,000	mg/L NO2-N	0,050	SMWW, 23ª Edição, Método 4500NO2-B	05/05/2021

Software Ultra Lims - Versão: v.00 - Amostra: 6908.2021

Data Emissão: 12/05/2021 - Página: 1/2