

**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PARAÍBA**
Campus João Pessoa

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
UNIDADE ACADÊMICA DESIGN, INFRAESTRUTURA E AMBIENTE
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL**

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO CUIÁ, JOÃO
PESSOA/PB**

JOÃO PAULO RAMALHO LEITE

**JOÃO PESSOA – PB
2017**

JOÃO PAULO RAMALHO LEITE

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO CUIÁ, JOÃO PESSOA/PB

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – campus João Pessoa como requisito parcial para conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental.
Orientadora: Prof^a Dr^a. Keliana Dantas Santos

JOÃO PESSOA – PB
2017

TERMO DE APROVAÇÃO

João Paulo Ramalho Leite

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO CUIÁ, JOÃO PESSOA/PB

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado em 07 de abril de 2017, como requisito parcial para obtenção do grau de Tecnólogo em Gestão Ambiental no Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Campus João Pessoa, pela seguinte banca examinadora:

Profª. *Dr.^a* Keliana Dantas Santos
Orientadora

Prof. *Dr.* Gesivaldo Jesus Alves de Figueirêdo
Examinador

Prof. *M.Sc.* Rômulo Wilker Neri de Andrade
Examinador

DEDICATÓRIA

Dedico essa obra aos meus pais, Maria da Guia Ramalho e Gerlando de Araújo Leite, e familiares, que nunca deixaram a minha educação em segundo plano, sempre me incentivando e apoiando nas minhas decisões para concretização dos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, por ter me guiado nesses 3 anos (6 períodos) de curso, no qual me sinto muito feliz e orgulhoso. Além de que, Ele nunca me abandonou em nenhuma situação.

Aos meus pais, Maria da Guia Ramalho e Gerlando de Araújo Leite, por toda atenção, carinho e dedicação que se resume em apenas duas palavras: amor incondicional. Por me apoiar sempre quando preciso, em função de renúncia dos sonhos deles para que eu realizasse o meu.

À toda a minha família, em especial Pedro Ivo Ramalho, Maria do Socorro Ramalho, Maria da Salete Ramalho, Maria do Perpétuo Socorro Ferreira, Lindalva Amaral Costa.

À minha orientadora, professora Keliana Dantas Santos pela oportunidade de me orientar, pela confiança depositada desde o primeiro dia, por toda paciência e atenção. Por todos os puxões de orelha, pelos ensinamentos, por ser essa pessoa tão simples e humilde que a torna cativante, além de um exemplo de profissional que eu quero seguir na minha vida.

À todos os professores do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental, em especial à Keliana Dantas Santos, Arilde Franco Alves, Alexandre Fonseca D'Andrea, Mirella Leôncio Motta Costa, Gilcean Silva Alves, Maria Deise da Dores Duarte, Ismael Xavier Araújo.

Aos meus colegas do grupo de estudo GEAmbi – João Pessoa; Isla Marcolino da Silva; Maria Laiz de Fátima Cabral Pontes; Rômulo Wilker Neri de Andrade.

A todos os meus colegas e amigos de sala de aula, em especial, Josias Queiroz do Nascimento, Daisy Lee Sales de Araújo, Jaqueline Gomes de Amorim, Danielle Gomes de Araújo, Ana Paula de Sena Santos, Luanny Dantas de Brito.

Aos colegas do laboratório do Programa de Monitoramento de Águas – PMA;

Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica – PIBICT do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB como órgão fomentador da minha pesquisa.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização do meu curso de graduação. Meu muito obrigado!

RESUMO

O crescimento populacional e a urbanização contribuem com impactos significativos no meio ambiente, sobretudo nos recursos hídricos. Em geral, o ecossistema lótico é a principal via de depósito de resíduos sólidos, lançamento de efluentes domésticos, bem como, na maioria das vezes, o uso e ocupação do solo inadequados em suas margens, o que corrobora com o desmatamento da mata ciliar e, conseqüentemente, o seu assoreamento. A água apresenta um recurso natural finito e essencial para qualidade e existência de vida, logo a sua deterioração deve ser combatida, bem como seu desperdício. Este trabalho tem como objetivo monitorar e avaliar a qualidade da água do rio Cuiá dentro dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. Para tanto, foram demarcados 4 pontos em torno do rio Cuiá a fim de coletar amostras, mas também um ponto especial na ETE de Mangabeira, visto que o rio é o corpo hídrico receptor do efluente tratado desta ETE. Com isso, percebe-se vários pontos críticos ao longo do rio Cuiá comprometendo assim, a qualidade da água, o que pode indicar que as atividades antrópicas como, criação de animais em pocilgas e lançamento de esgotos domésticos estão impactando significativamente este corpo hídrico. Os dados recomendam uma atenção tanto para a implantação eficiente de um sistema de saneamento básico nas localidades próximas, como também maior atenção das autoridades públicas para a eficiência da estação de tratamento de efluentes.

Palavras-chave: Gestão Ambiental, Recursos Hídricos, Monitoramento Ambiental.

ABSTRACT

Population growth and urbanization contribute to significant impacts on the environment, especially on water resources. In general, the lotic ecosystem is the main way of depositing solid waste, the launching of domestic effluents, as well as, in most cases, the inadequate use and occupation of the soil in its margins, which corroborates with the deforestation of the riparian forest and, consequently, their silting. Water presents a finite natural resource and essential for quality and existence of life, so its deterioration must be combated as well as its waste. The objective of this work is to monitor and evaluate the Cuia River water quality within the physical, chemical and microbiological parameters. To do so, 4 points were demarcated around the Cuia River in order to collect samples, but also a special point in the ETE de Mangabeira, since the Cuiá river is a water body for the dilution of the treated effluent from this ETE. Thus, there may be several discrepancies along the Cuia River so that water quality is compromised compared to CONAMA Resolution No. 357/2005 and CONAMA Resolution No. 430/2011, which may indicate that anthropic activities such as, Raising animals in pens and launching domestic sewage are significantly impacting this water body. The data recommend an attention both to the efficient implementation of a basic sanitation system in the localities nearby, as well as greater attention of the public authorities in the efficiency of the effluent treatment plant.

Keys Words: Environmental Management, Water Resources, Monitoring Chemistry.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AESA	Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba
CONAMA	CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE
DBO	Demanda Biológica de Oxigênio
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Efluentes
IFPB	Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba
NTU	Nephelometric Turbidity Unit
pH	Potencial Hidrogeniônico
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
SUDEMA	Superintendência de Administração de Meio Ambiente
SEMAM	Secretaria do Meio Ambiente
SIG	Sistema de Informações Geográficas

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Exemplos de doenças de veiculação hídrica.....	16
Figura 02 - Gastos com internações por doenças Diarreicas por 100.000 habitantes.....	17
Figura 03 - Espacialização dos pontos de coleta no rio Cuiá.....	22
Figura 04 -Mapa de enquadramento do rio Cuiá.....	22
Figura 05 - Comparação dos índices de pluviosidade anual no Município de João Pessoa durante os anos de 2013, 2014 e 2015.....	23
Figura 06 -Nascente do rio Cuiá (ponto 1)	24
Figura 07 - Localização da nascente do rio Cuiá (ponto 1)	25
Figura 08 - Situação do Parque Municipal Natural Cuiá.....	26
Figura 09 - Localização do ponto 2, dentro de um Parque Municipal Natural do Cuiá.....	26
Figura 10 - Ponto de coleta entre os bairros de Mangabeira e Valentina de Figueiredo.....	27
Figura 11 - Localização do ponto 3, à 500 metros da Estação de Tratamento de Esgoto – ETE de João Pessoa.....	27
Figura 12 - Localização do ponto ETE, dentro da Estação de Tratamento de Esgoto – ETE de João Pessoa.....	28
Figura 13 - Localização do ponto 4,500 metros à jusante da Estação de Tratamento de Esgoto – ETE de João Pessoa.....	29
Figura 14 - Falha na galeria de coleta de esgoto em comunidade próxima a nascente do rio Cuiá.....	41
Figura 15 - Região do entorno da Estação Elevatória da CAGEPA.....	41

LISTA DE TABELA

Tabela 01 - Dados físico-químicos da Bacia Hidrográfica do rio Cuiá de maio a dezembro de 2015.....	32
Tabela 01 - Dados físico-químicos da Bacia Hidrográfica do rio Cuiá de maio a dezembro de 2015	33
Tabela 02 - Dados microbiológico da Bacia Hidrográfica do rio Cuiá de maio a dezembro de 2015.....	36
Tabela 03 - Dados físico-químicos da Bacia Hidrográfica do rio Cuiá de maio a dezembro de 2016.....	37
Tabela 03 - Dados físico-químicos da Bacia Hidrográfica do rio Cuiá de maio a dezembro de 2016.....	38
Tabela 04 - Dados microbiológico da Bacia Hidrográfica do rio Cuiá de maio a dezembro de 2016.....	40
Tabela 05 - Dados físico-químicos do efluente tratado de maio a dezembro de 2015.....	42
Tabela 06 - Dados microbiológicos do efluente tratado de maio a dezembro de 2015.....	43
Tabela 07 - Dados microbiológicos do efluente tratado de maio a dezembro de 2016.....	44
Tabela 08 - Dados microbiológicos do efluente tratado de maio a dezembro de 2016.....	45
Tabela 09 – Avaliação qualitativa do rio Cuiá durante os meses de março a setembro de 2016.....	47

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 Controle da qualidade da água	13
2.1.1 Características físicas, químicas e biológicas	13
2.1.2 A água como veiculador de doenças	15
2.2 Base legal da qualidade da água no Brasil	17
2.2.1 Base legal a nível Federal	18
2.2.2 Base legal a nível Estadual	20
3 MATERIAL E METÓDOS	21
3.1 Área de estudo	22
3.2 Análises laboratoriais e metodologia adotada	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
4.1 Avaliação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água do Rio Cuiá	32
4.1.1 Análise físico-químicas do efluente tratado em 2015	42
4.1.2 Análise microbiológica do efluente tratado em 2015.....	43
4.1.3 Análise físico-químicas do efluente tratado em 2016.....	44
4.1.4 Análise microbiológica do efluente tratado em 2016.....	45
4.1.5 Avaliação qualitativa do rio Cuiá	46
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

1 INTRODUÇÃO

A água possui peculiaridades, sendo essencial para os seres vivos e suas atividades. Além de fornecer conforto e lazer social quando em boa qualidade, a mesma pode estabelecer fonte de renda e bem-estar. Nesse sentido, a água constitui um fator importante em face da situação socioeconômica, sobretudo no Estado da Paraíba, pois é uma região semiárida com baixos índices pluviométricos e com desregular abastecimento dos mananciais.

O recurso hídrico possui valor econômico, estratégico e social, sendo sua gestão proporcionada ao uso múltiplo com prioridade ao consumo humano e a dessedentação de animais; além de ser um componente essencial para existência e qualidade de ecossistemas (BRASIL, 1997).

A capital do Estado, João Pessoa, por exemplo, é um município delimitado por alguns rios como o rio Cabelo, rio Jaguaribe, rio Sanhauá e o rio Cuiá. Este último é objeto de estudo deste trabalho, que por vezes é bastante impactado negativamente, haja vista que a ocupação urbana envolveu áreas até os limites desses mananciais e áreas de preservação, colocando em risco a população com maus cheiros, infestação de vetores e a impossibilidade de utilização da água para consumo.

O monitoramento ambiental, em especial dos corpos hídricos, está se tornando cada vez mais importante para prevenção e acompanhamento do grau de poluição, ele serve para conhecer o estado ou as tendências quali-quantitativas dos recursos naturais e principalmente, a influência exercida pelos humanos.

Com isso, pode-se implementar medidas mitigadoras que visam melhorar a qualidade das águas tendo como base um banco de dados a fim de encaminhar a tomada de decisão do gerenciamento dos recursos hídricos, sobretudo no semiárido nordestino e especificamente na Paraíba.

A partir das considerações acima citadas, este trabalho objetivou o monitoramento quantitativo e qualitativo em 4 pontos estratégicos e 1 um ponto especial dentro da Estação de Tratamento de Efluentes – ETE de Mangabeira, com análises da qualidade da água do rio Cuiá e na ETE, na cidade de João Pessoa, Paraíba, nos períodos de maio à dezembro de 2015 e maio à dezembro de 2016, tendo como base, legislações pertinentes à qualidade da água, e caracterização ambiental das margens.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Controle da qualidade da água

2.1.1 Características físicas, químicas e biológicas

A água é uma das substâncias de maior distribuição na crosta terrestre. Sua importância para a vida está no fato de que nenhum processo metabólico ocorre sem a sua ação direta ou indireta. Estas propriedades singulares possibilitaram o surgimento e a manutenção da vida na Terra (ESTEVES, 1996).

O monitoramento e conservação de rios e florestas urbanas, pois as mesmas possuem muitas importâncias, tais como: abrigo da vida silvestre, melhorar a climatização local, servir como fonte de subsistência das comunidades vizinhas e como recebimento de efluente da Estação de Tratamento de Esgoto – ETE para diluição.

Uma das mais importantes características e indicador de sustentabilidade é a qualidade dos recursos hídricos, visto que a partir do diagnóstico extraído de análises laboratoriais, pode-se concluir um prognóstico daquela área (REIS, 2010).

Os enquadramentos feitos pela Resolução CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente n° 357/2005, para águas doces, podem variar entre Classe Especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4. Deste modo, o grau de poluição é advindo a partir do uso que se pretende fazer da água, logo quanto mais exigente for o enquadramento, maior será os parâmetros que devem ser obedecidos (PHILIPPI Jr, 2014). De acordo com a Resolução CONAMA n° 357/05:

Classe Especial – são águas destinadas ao consumo humano sem qualquer tratamento a partir dos ecossistemas lóticos dentro de reservas em unidades de conservação de proteção integral como: Estação Ecológica, Reserva Biológica, Monumento Natural, Parque e Refúgio da vida silvestre.

Classe 1 - são águas destinadas ao consumo humano após o tratamento simplificado, mediante cloração para o abastecimento público;

Classe 2 – são águas destinadas ao consumo humano após tratamento convencional, passando por processos químicos, filtração e desinfecção. Mas também, para proteção da flora e fauna aquática;

Classe 3 – são destinadas ao consumo humano após tratamento convencional ou avançado, dessedentação de animais;

Classe 4 – são destinadas à navegação, harmonia paisagística.

Dessa forma, a água é dotada de parâmetros físicos, químicos e biológicos que podem alterar o seu grau de pureza, que alguns são caracterizados abaixo e discutidos por Von Sperling (1996):

- Parâmetros físicos:

Cor: tem sua origem natural através da decomposição da matéria orgânica e presença de ferro e manganês, assim como sua origem antrópica preconiza esgoto doméstico e resíduos industriais com sólidos dissolvidos.

Turbidez: representada pelo grau de influência na passagem da luz preconizando uma aparência turva. Com sólidos em suspensão, tem sua origem antrópica preconizada pela erosão, despejos industriais e domésticos, bem como sua origem natural a partir da rocha, argila e silte.

Temperatura: preconiza a intensidade do calor presente na água, de modo que o aumento de temperatura diminui a solubilidade dos gases, aumenta a velocidade das reações químicas e biológicas. É influenciadora de todos os processos químicos, físicos e biológicos presentes na água. Possui sua origem antrópica de despejos industriais e torres de resfriamento, como também em sua origem natural através da condução, convecção e radiação solar.

pH (potencial de hidrogênio): com fatores excepcionais, o pH nas águas naturais varia em torno de 6,5 e 8,5. Representa a atividade do íon de hidrogênio (H^+) indicando a acidez ou alcalinidade da água. Sua faixa varia entre 0 (mais ácido) a 14 (mais básico). Com origem natural a partir da dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, fotossíntese e oxidação da matéria orgânica, da mesma forma a sua origem antrópica é representada pelos despejos industriais e domésticos.

- Parâmetros químicos:

Alcalinidade: é uma aferição da capacidade da água em neutralizar os ácidos presentes, ou seja, verifica a resistência da mesma à mudanças de pH, tendo como principais compostos presentes o bicarbonato (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2-}) e hidróxidos (OH^-). Sua origem natural se toma através da dissolução de rochas, reação do CO_2 com a água. Assim como, sua origem antrópica preconiza-se de despejos industriais.

Acidez: ao contrário da alcalinidade, afere a capacidade da água em neutralizar as mudanças de pH, a partir das bases. Seu principal constituinte é devido a presença do gás carbônico livre.

Com pouco sentido sanitário, sua origem natural está no gás sulfídrico e no CO₂ absorvido na atmosfera.

Oxigênio dissolvido (OD): este é um dos indicadores mais importantes da qualidade da água, uma vez que a sua gestão é indispensável para o crescimento e reprodução dos seres vivos. Logo, a sua variação está intimamente ligada as atividades físicas, químicas e microbiológicas no corpo hídrico.

Dureza: a dureza pode ser associada a carbônica correspondendo à alcalinidade; ou a total, o que vai definir é a sua associação com o ânion, pois os cátions mais comumente relacionados são Ca²⁺ e Mg²⁺ cuja em altas concentrações formam-se precipitados. Sua origem natural se estende a dissolução de rochas cuja composição é de cálcio ou de magnésio e a sua origem antrópica são os despejos industriais.

Cloretos: em geral, os cloretos (Cl⁻), são advindos da dissolução das rochas minerais. Com sua origem natural pela intrusão de águas salinas e dissolução de minerais, bem como a sua origem antrópica advém dos despejos domésticos e industriais.

- Parâmetros biológicos:

Em suma, os microrganismos desempenham um papel fundamental na água, sobretudo na participação dos ciclos biogeoquímicos. Outrossim, é a aferição como indicador de enfermidade de veiculação hídrica, como os coliformes. Este grupo de coliforme é considerado indicador de contaminação fecal. As bactérias coliformes fecais se reproduzem ativamente a 44,5 °C e as coliformes totais a 35 °C; e são capazes de fermentar o açúcar. Estas bactérias são exclusivas ao trato intestinal dos animais de sangue quente, assumindo uma importância como indicador da possibilidade de existência de microrganismo patogênico, dotados de doenças de veiculação hídrica.

2.1.2 A água como veiculador de doenças

As doenças de origem hídrica têm como fator alguma substância química em concentrações inadequadas, enquanto que as doenças de veiculação hídrica são aquelas onde a água atua como veículo do agente patogênico que pode ser vírus, helmintos, ou protozoários (PHILIPPI Jr, 2014).

Assim, a água funciona como veículo de doenças para a população tais como: Leptospirose, Amebíase, Diarréias e Disenterias, Febre Tifóide, Cólera, Hepatite A, entre outras.

A Figura 1 correlaciona o grupo de doenças, a forma de transmissão e as principais doenças relacionadas cuja origem da grande maioria é por meio da falta de saneamento básico.

Figura 1. Exemplos de doenças de veiculação hídrica.

GRUPO DE DOENÇAS	TRANSMISSÃO	PRINCIPAIS DOENÇAS RELACIONADAS
Feco-orais (bacterianas)	Contato de pessoa para pessoa, ingestão e contato com alimentos contaminados e contato com fontes de águas contaminadas por fezes.	Febre tifóide Febre paratifóide Diarreias e disenterias bacterianas, como a cólera
Transmitidas pela via feco-oral (alimentos contaminados por fezes)	O organismo patogênico (agente causador da doença) é ingerido	Leptospirose Amebíase Hepatite infecciosa Diarreias e disenterias, como a giardíase
Controladas pela limpeza com água	A falta de água e higiene pessoal insuficiente criam condições favoráveis para a sua disseminação	Infecções na pele e nos olhos, como o tifo e o tracoma relacionados com piolhos, e a escabiose
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 Elefantíase

Fonte: Adaptado de Esgoto é vida, 2008. Disponível em: http://www.esgotoevida.org.br/saude_saneamento.php

A Figura 2 demonstra quantitativamente o quão são onerosas as doenças resultantes da má qualidade da água para o governo. Certamente, se a qualidade da água for monitorada e fiscalizada muitas internações serão evitadas e conseqüentemente menos custos serão necessários para manter esses pacientes em hospitais. Não obstante, quando um cidadão contrai uma enfermidade, ele também para de trabalhar e de gerar renda para a sociedade.

Figura 2. Gastos com internações por doenças Diarreicas por 100.000 habitantes.

Anos	Gastos totais com internações por diarreias por 100 mil habitantes (RS/100 mil hab.)
2003	48.336,37
2004	47.371,34
2005	34.057,58
2006	43.386,76
2007	35.724,63
2008	31.512,98
2009	26.002,81
2010	20.924,88
2011	18.666,44
2012	11.880,13
2013	10.618,12
2014	16.638,07
2015	10.763,45

Fonte: KRONEMBERGER, 2016. Disponível em: <http://www.aguasguariroba.com.br/wp-content/uploads/2014/11/Relat%C3%B3rio_redu%C3%A7%C3%A3o-de-doen%C3%A7as.pdf>.

2.2 Base legal da qualidade da água no Brasil

2.2.1 Base legal a nível Federal

Nas últimas décadas do século XX, atribuiu-se tanto ao poder público quanto a população, o dever de preservar e conservar os bens naturais e imateriais para as futuras gerações poder desfrutarem dos mesmos recursos ambientais.

Desta forma, surgiu a PNMA – Política Nacional do Meio Ambiente, em seu artigo 2º, que define sua formulação e aplicação:

A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana (BRASIL, 1981).

Em razão do norteamento do Governo Federal e da população, nasce a Constituição Federal em 1988, em seguida as Leis Federais a partir da Constituição como a Política Nacional de Recursos Hídricos, diretrizes nacionais para o Saneamento Básico, Novo Código Florestal, Educação Ambiental, Lei de Crimes Ambientais, entre outras. Estas balizam as Leis Estaduais

e Municipais, pois quando nos remetemos à cidade, fala-se de área urbana e também de área rural com Lei Orgânica e Planos Diretores.

Na Constituição Federal de 1988, surge o artigo 225, específico para disciplinar o uso e dever da população para com o meio ambiente, como segue:

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

A PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelece que o monitoramento dos corpos hídricos é um dos instrumentos para gestão ambiental, visando o uso preponderante que o manancial foi enquadrado (BRASIL, 1997). Além disso, a mesma Lei Federal, em seu inciso II, art. 9º afirma que o enquadramento visa “diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes.”

Isto é, a caracterização dos recursos hídricos é essencial para a efetiva gestão da qualidade da água. Logo, existe um enquadramento da qualidade do corpo hídrico segregado em classes, seguidos de diretrizes visando a qualidade de vida e uso sustentável (CONAMA, 2005).

No artigo 3º, inciso I, o saneamento básico constitui-se em:

- a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;
 - b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;
 - c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;
 - d) drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas;
- (BRASIL, 2007).

O saneamento básico apresenta fundamental importância tanto para o abastecimento de água potável, manejo dos resíduos sólidos e das águas pluviais urbanas, quanto para o

esgotamento sanitário, pois, com isso, observa-se um conjunto de instalações e operações na cidade, por exemplo, que irão beneficiar a população com mais estrutura, acessibilidade, menor número de doenças de veiculação hídrica que por consequência irá diminuir os custos com a saúde pública (BRASIL, 2007).

No Capítulo V, da Lei de Crimes Ambientais, que rege dos crimes contra o meio ambiente, em seu artigo 33, “Provocar, pela emissão de efluentes ou carreamento de materiais, o perecimento de espécimes da fauna aquática existentes em rios, lagos, açudes, lagoas, baías ou águas jurisdicionais brasileiras” (BRASIL, 1998). Ou seja, aqueles que praticarem tal medida são passíveis de pena pelo órgão ambiental competente.

A Lei do Novo Código Florestal, define em seu artigo 3º, inciso II, o que são APP - Área de Preservação Permanente:

Área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;
(BRASIL, 2012).

Desta forma, compreende em seu artigo 4º, da mesma Lei Federal, as APP em áreas urbanas devem obedecer uma metragem pelo inciso I e IV, da alínea a) e b):

I - as faixas marginais de qualquer curso d’água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:
a) 30 (trinta) metros, para os cursos d’água de menos de 10 (dez) metros de largura;
b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d’água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d’água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;
(BRASIL, 2012).

Com efeito, tanto a largura do rio Cuiá, como qualquer rio perene do território nacional deve possuir uma margem que corresponda com a sua largura, sobretudo para melhoria e preservação do corpo hídrico.

2.2.2 Base legal a nível Estadual

O Estado da Paraíba, em sua Constituição Estadual (PARAÍBA, 1989), define no Capítulo IV, sobre proteção do meio ambiente e do solo, em seu art. 227:

Art. 227. O meio ambiente é do uso comum do povo e essencial à qualidade de vida, sendo dever do Estado defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Parágrafo único. Para garantir esse objetivo, incumbe ao Poder Público

III - proibir as alterações físicas, químicas ou biológicas, direta ou indiretamente nocivas à saúde, à segurança e ao bem-estar da comunidade;

VI - preservar os ecossistemas naturais, garantindo a sobrevivência da fauna e da flora silvestres, notadamente das espécies raras ou ameaçadas de extinção;

Neste artigo, a Constituição Estadual compila a relação holística do homem e a natureza, correlacionando a diversos saberes e disciplinas ambientais. Com isso, fica ratificado a presença da interdisciplinaridade para se discutir o meio ambiente.

3 MATERIAL E METÓDOS

3.1 Área de estudo

A escolha do rio Cuiá se deu devido a importância da qualidade da água para a população local, e além de ser um rio cuja nascente e foz é delimitada dentro do município de João Pessoa, bem como recebe o efluente tratado da ETE – Estação de Tratamento de Efluentes de Mangabeira. Com isso se fez necessário estabelecer pontos de coleta estrategicamente localizados, para que também realizasse um balanço da qualidade da água deste manancial em uma escala temporal de 2 (dois) anos:

Ponto 1 (P1): Nascente do rio;

Ponto 2 (P2): Dentro da Área de Preservação Ambiental, o Parque Cuiá;

Ponto 3 (P3): 500 m à montante do ponto de lançamento da estação de tratamento de efluentes da CAGEPA;

Ponto Especial: Dentro da Estação de Tratamento de Efluentes – ETE de Mangabeira no município de João Pessoa;

Ponto 4 (P4): 500 m à jusante do ponto de lançamento da estação de tratamento de efluentes da CAGEPA.

A bacia hidrográfica do rio Cuiá fica localizada no Estado da Paraíba, na Mesorregião do Litoral Paraibano e Microrregião de João Pessoa, no Município de João Pessoa e na parte sul. Com o clima local sendo tropical úmido, a precipitação média anual de 2.000 mm e temperatura média entre 26 e 27° C (REIS, 2010). Onde se concentram bairros populosos, os quais pressionam o rio Cuiá com a expansão imobiliária, falta de saneamento básico e infraestrutura.

A Figura 3 representa a espacialização do ponto de coleta, a partir do georreferenciamento realizado na área utilizando o *software* Quantum Gis 2.4.0. Software, o qual pode subsidiar os estudos e pesquisas ambientais, integrando os resultados com eficiência, bem como contribuindo para um melhor planejamento a partir da espacialização visual

Figura 3. Espacialização dos pontos de coleta no rio Cuiá.



Fonte: Autor e Google.

A Paraíba é composta por inúmeras bacias hidrográficas tais como: Camaratuba, Grajaú, Mamanguape, Miriri, Gramame, Paraíba e Abiaí, mas também possui pequenas bacias hidrográficas, sendo uma delas a bacia hidrográfica do rio Cuiá (REIS, 2010). O rio Cuiá é enquadrado, segundo a AESA (2012), em 2 trechos como sendo da nascente até a bifurcação com o rio Laranjeiras como Classe 1, em seguida é enquadrado como sendo Classe 2 até à foz, como segue na Figura 4:

Figura 4. Mapa de enquadramento do rio Cuiá.

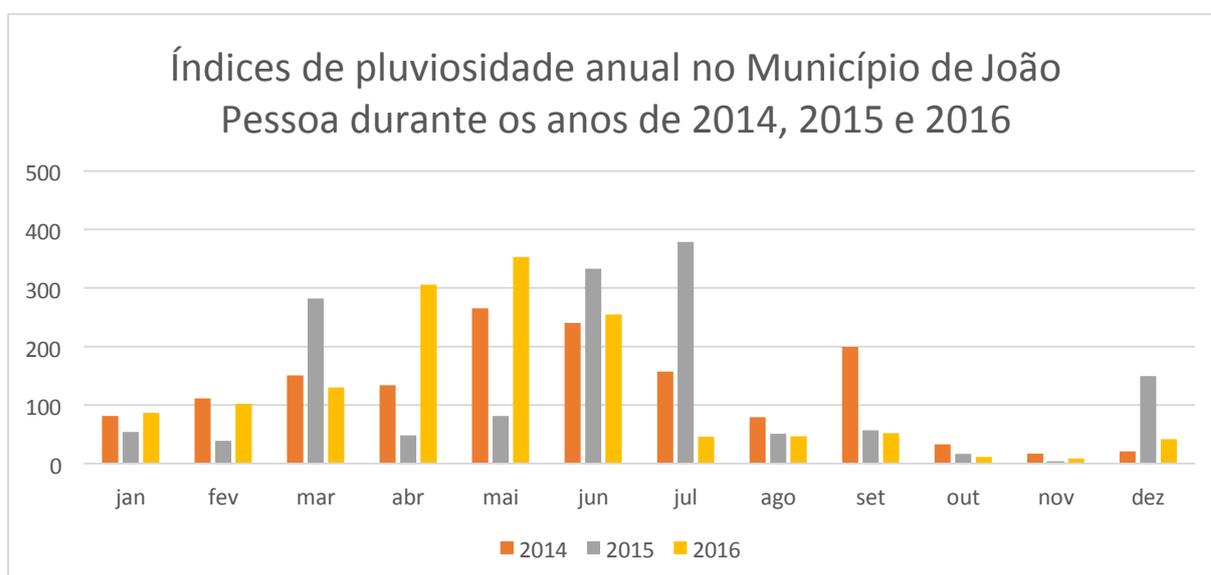


Fonte: AESA (2012).

Um fator preponderante para ser considerada em uma Bacia Hidrográfica é a estação chuvosa, sobretudo na região do Litoral da Paraíba que pode ser observada a partir da Figura 5, como sendo nos meses de maio, junho e julho.

Também, pode-se observar que o período chuvoso no município de João Pessoa, dos últimos três anos, coincidiu com o período de inverno, ou seja, sendo um evento climático de efeito significativo no Litoral, podendo haver previsibilidade e medidas mitigadoras podem ser adotadas nessas regiões onde há um considerável risco de ocorrer eventos de enchentes e/ou inundações.

Figura 5. Comparação dos índices de pluviosidade anual no Município de João Pessoa durante os anos de 2013, 2014 e 2015.



Fonte: Dados fornecidos no site da AESA (até março de 2017).

Segundo Reis (2010), o rio Cuiá compreende, em toda sua extensão, inserida no meio urbano. Com isso, o mesmo é submetido a diferentes magnitudes de degradação, como por exemplo a expansão imobiliária, casas nas margens do rio, vacarias, etc. Com essa expansão imobiliária também surgiram bairros como: Grotão, Gramame, Mangabeira, Valentina, Paratibe, Colibris e José Américo.

Com efeito, esse uso e ocupação desordenado do solo nas margens e periferias do rio Cuiá desqualificam e degradam seu enquadramento. Além disso, há supostamente potencial risco de enfermidade de veiculação de hídrica devido à má qualidade da água.

O potencial degradador do rio Cuiá, supostamente, começa a partir da CAGEPA – Companhia de Água e Esgoto da Paraíba, e parte da população ribeirinha com esgotamento

clandestino, e com águas pluviais sendo lançados no rio em alguns trechos por conta da ausência de saneamento básico.

De acordo com Souza (2003) o desenvolvimento urbano tem o crescimento do tecido horizontal e a sofisticação vertical da zona urbana, não restringindo a um crescimento pontual. Nesse sentido, Souza (2003), relata que para alcançar o real desenvolvimento urbano é necessário alcançar um número crescente de pessoas com qualidade de água e qualidade de vida, assim como na prática da justiça social e equidade dos direitos geopolíticos.

O espaço das cidades brasileiras, muitas vezes, acompanha uma ampliação de bens e serviços, esquecendo dos aspectos sócio espacial e ambiental, juntamente com a cultura de cada região. Logo, falar de desenvolvimento sem qualidade não resulta em coerência, haja vista que à luz do século XXI, um país corroborar com problemas socioeconômicos discrepantes, preconiza uma péssima qualidade de vida e bem-estar para a população.

A Figura 6 é um registro *in loco* da nascente do rio Cuiá:

Figura 6. Nascente do rio Cuiá (ponto 1).



Fonte: Autor.

A Figura 6 destacada em (A) que existe uma placa enquadrando a área de nascente como APP, em (B) o registro elucida uma área de fragilidade com vegetação em seu em torno e em (C) retrata a nascente do rio Cuiá sem nenhuma cerca de proteção para evitar lançamento de resíduos sólidos ou esgotamento clandestino através da população

A nascente do rio Cuiá fica situada no bairro do Grotão, Figura 7, precisamente numa comunidade. Assim a população local utiliza a nascente como ponto de lazer tais como: cadeiras, mesas e balneário; pois cavaram e represaram a nascente a fim da balneabilidade e lazer local como foi observado. Uma maneira de mitigar o impacto da nascente seria a desapropriação das casas vizinhas a nascente por meio de instrumentos urbanísticos, haja vista

que há livre circulação de pessoas e animais e toda e qualquer nascente de manancial é uma Área de Preservação Ambiental – APP e com isso a área ao entorno deve ser protegida com raio mínimo de 50 metros (BRASIL, 2012).

Outrossim, a vegetação também acentua o problema como o dendezeiro (*Elaeis guineenses*), que é uma planta exótica e invasora. Faz-se necessário a sua retirada através de uma solicitação de supressão vegetal através da SUDEMA, com isso deveria ser implantada para melhoria de uma determinada área, uma vegetação nativa.

Figura 7. Localização da nascente do rio Cuiá (ponto 1).



Fonte: Autor e Google.

O Parque Municipal Natural Cuiá é uma Unidade de Conservação – UC, de caráter municipal, o qual foi decretado em abril de 2011, pelo prefeito Luciano Agra, mas que até a presente data não foi implementada apesar da realização do cercamento (SILVA, 2012).

A criação e manutenção de uma área verde, visa agregar a população ao entorno, visto que a comunidade será diretamente beneficiada. Todavia, o que se observa é um abandono e depósito de resíduos sólidos, Figura 8, providos da comunidade ribeirinha. Considerando o trecho remanescente da Mata Atlântica, há de cobrar e instigar as autoridades públicas pela sua atuação.

Figura 8. Situação do Parque Municipal Natural Cuiá.



Fonte: Autor, 2016.

A Figura 8 destacada em (A) o lançamento de resíduos sólidos e completo abandono do local, em (B) o registro apresenta o cercamento e lançamento de resíduos sólidos e em (C) o completo descaso do poder público com a Unidade de Conservação Municipal. A Figura 9 mostra a localização do ponto 2:

Figura 9. Localização do ponto 2, dentro de um Parque Municipal Natural do Cuiá.



Fonte: Autor e Google.

O Ponto 3 está localizado entre os bairros de Mangabeira e Valentina de Figueiredo. É considerado o ponto mais crítico do rio, está a cerca de 500 m à montante do ponto de lançamento do efluente tratado da ETE de João Pessoa – Unidade Mangabeira. Este ponto, Figura 10, conta com uma comunidade ribeirinha que lança seus esgotos no leito do rio, contribuindo com a eutrofização, isto é, tendo uma concentração de matéria orgânica,

especificamente de nitrogênio e fósforo e por conseguinte a deterioração da qualidade da água do rio Cuiá, bem como a mortandade do ecossistema.

Figura 10. Ponto de coleta entre os bairros de Mangabeira e Valentina de Figueiredo.



Fonte: Autor.

Em João Pessoa há duas Estações de Tratamento de Esgoto - ETE, sendo uma situada no bairro de Mangabeira e outra no bairro do Roger. A unidade de Mangabeira, Figura 11, recebe o esgoto doméstico do bairro de Mangabeira, Valentina e uma parte do Geisel e todo o restante é direcionado para unidade do bairro do Roger.

Figura 11. Localização do ponto 3, à 500 metros à montante da Estação de Tratamento de Esgoto – ETE de João Pessoa.



Fonte: Autor e Google.

Com efeito, nota-se a importância de obras de saneamento, coletando e tratando o esgoto para poder ser lançado no meio ambiente. A Resolução CONAMA nº 430/2011, “Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes”. Limitando os parâmetros onde o efluente final dentro dos padrões estabelecidos podem ser lançados no rio, e no caso da ETE de Mangabeira o efluente é lançado no rio Cuiá. O intuito da análise da qualidade deste efluente tratado, zona de mistura, Figura 12, é para um conhecimento mais amplo sobre o possível potencial poluidor deste efluente.

Figura 12. Localização do ponto ETE, dentro da Estação de Tratamento de Esgoto – ETE de João Pessoa



Fonte: Autor e Google.

Por fim, o ponto 5, Figura 13, localiza-se às margens da PB008, uma rodovia estadual, no território da praia de Jacarapé. O local de coleta da amostragem deste ponto se localiza abaixo de uma ponte com 100 m de extensão. A escolha deste último se deu pelo acesso restrito a partir dele até a foz do rio, quando se encontra a principal desembocadura do rio Cuiá ao Oceano Atlântico.

Figura 13. Localização do ponto 4, 500 metros à jusante da Estação de Tratamento de Esgoto – ETE de João Pessoa.



Fonte: Autor e Google.

3.2 Análises laboratoriais e metodologia adotada

As coletas de amostra de água seguiram os padrões descritos pela Fundação Nacional da Saúde (FUNASA), através do Manual Prático de Análises de Água (2013) e ocorreram com periodicidade mensal. Os resultados foram confrontados com os parâmetros da Resolução CONAMA n° 357/2005 e n° 430/2011 para o lançamento de efluente tratado.

As amostras foram analisadas de acordo com as metodologias do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA *et al.*, 2012). Analisaram-se os parâmetros físicos: temperatura, turbidez, cor e condutividade; químicos: alcalinidade, acidez total, acidez carbônica, dureza total, dureza de cálcio e cloretos e físico-químicos: potencial hidrogeniônico (pH) e DBO₅, como também os parâmetros microbiológicos: coliformes totais e termotolerantes. As análises foram realizadas no laboratório do PMA - Programa de Monitoramento de Águas – do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, campus João Pessoa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Avaliação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água do Rio Cuiá entre 2015 e 2016

A seguir, um banco de dados é apresentado, através de tabelas, fomentadas por meio das análises físico-químicas e microbiológicas. Os resultados foram correlacionados com o enquadramento da Resolução CONAMA n° 357/2005 sobre a classificação dos corpos hídricos e diretrizes ambientais no seu enquadramento e a n° 430/2011 sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, para Água Doce de Classes 1 e 2 (AESAs, 2012).

Como visto, as Tabela 1 e Tabela 2, ilustram quantitativamente as análises físico-químicas e as Tabela 3 e 4 microbiológica entre 2015 e 2016:

Tabela 1. Dados físico-químicos da Bacia Hidrográfica do rio Cuiá de maio a dezembro de 2015.

Parâmetros	Maio				Junho				Julho				Agosto				Setembro			
	P1	P 2	P 3	P 4	P 1	P 2	P 3	P 4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
Temperatura [°C]	26	25	25	25	25	25	25	24,8	22	22	22	22	23,8	24,1	24,1	23,7	29,5	29	30	29
pH	5,42	7,24	7,15	7,06	5,98	7,12	6,82	7,05	5,34	6,94	6,89	7,17	5,83	7,19	7,18	7,11	5,6	6,83	6,7	6,95
Cor [UC]	0	20	25	60	0	70	50	90	1	35	40	70	1	30	40	50	0	25	50	60
Condutividade [uscma-1]	261,9	149,3	202,4	255,6	257,3	150,3	201,8	230,1	244,1	135,9	205	240	231	131,8	191,2	222,9	280,5	147,7	256,3	299,1
Turbidez (NTU)	10,1	10,8	8,4	12,1	10	25	15,4	13,3	14,2	17,3	13,4	22	2,5	9,2	9,7	4,4	8	11,8	19,2	16,6
Cloretos [mgL-1]	40	25	46	40	38	20	28	33	41	22	30	38	40	22	30	36	46	35	44	49
Dureza cálcio [mgL-1]	18	32	40	36	38	48	48	42	8	26	24	40	30	44	80	50	40	40	34	36
Dureza total [mgL-1]	68	60	72	80	72	80	80	84	80	88	48	96	80	128	92	168	132	108	96	140
Alcalinidade [mgL-1]	14	46	75	62	11	48	73	82	11	45	73	92	17	45	80	185	15	38	88	109
Acidez total [mgL-1]	54	21	36	32	52	24	50	19	9	22	68	78	46	12	31	30	39	39	45	37
Acidez carbônica [mgL-1]	5	2	36	32	5	24	50	19	8	22	68	78	10	12	31	30	9	39	45	37
DBO ₅ [O ₂ L-1]	–	–	–	–	10	21	–	37	0	5	5	27	0	10	16	21	0	0	0	32

Fonte: Autor.

Tabela 1. Dados físico-químicos da Bacia Hidrográfica do rio Cuiá de maio a dezembro de 2015 (continuação).

Parâmetros	Outubro				Novembro				Dezembro			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
Temperatura [°C]	29	29	30	28	26	25,6	25,1	25,7	30	29	28,3	28
pH	5,65	6,83	6,64	6,96	5,32	7	6,71	7,08	5,94	6,84	6,78	10,2
Cor [UC]	0	25	80	40	20	27,5	27,5	40	0	30	30	40
Condutividade [μS cm ⁻¹]	270,7	149,8	223,4	269,4	235	124	186,3	249	250,1	140,2	206	266
Turbidez (NTU)	4	9,1	38	12,3	21	12,2	10,9	9,6	6,3	10,2	11,1	10,5
Cloretos [mg L ⁻¹]	42	22	32	45	43	25	34	40	44	25	32	44
Dureza cálcio [mg L ⁻¹]	30	26	40	26	20	36	34	32	46	34	40	44
Dureza total [mg L ⁻¹]	148	92	96	88	120	108	180	112	136	80	80	172
Alcalinidade [mg L ⁻¹]	21	44	73	116	16	40	71	90	24	43	78	104
Acidez total [mg L ⁻¹]	36	14	30	37	49	13	37	41	72	29	68	63
Acidez carbônica [mg L ⁻¹]	6	14	30	37	9	12	37	41	12	11	19	30
DBO ₅ [mg O ₂ L ⁻¹]	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Fonte: Autor.

É importante ressaltar que a temperatura se elevou conforme o desenvolvimento das análises desde maio até dezembro, ou seja, este parâmetro é diretamente influenciado por fatores físicos como o período chuvoso ou seco na região (PHILIPPI Jr., 2014).

Tendo em vista, que a periodicidade deste trabalho foi na ordem de 8 meses no ano de 2015, confrontou-se o período chuvoso com o seco. Assim, o mês de julho como o menor valor (22°C) em todos os pontos e setembro e outubro com (30 °C) no ponto 3 como também dezembro (30 °C) no ponto 1, com os maiores.

O pH devendo ser considerado como importante parâmetro, bem como possui uma inter-relação com demais parâmetros tais como a alcalinidade, acidez total e carbônica e DBO₅. Nesse sentido, observa-se que o pH define o caráter ácido, neutro ou básico da solução, variando entre 0 a 14. Abaixo de 7 a solução é ácida e acima de 7 é considerada alcalina. Já o pH com valor 7, é neutra (FUNASA, 2013). Assim, o mês de julho apresentou o menor valor com (5,3) de pH no ponto 1. O mês de dezembro foi o mês mais alcalino com seu pH (10) no ponto 4.

O parâmetro cor, segundo a Resolução CONAMA n° 357/2005 (2005), para Classe 1 tem que haver a cor natural do corpo hídrico e Classe 2 deve constar até 75 mg PtL⁻¹. Logo, nos meses de junho no ponto 4 (90 UC) e outubro ponto 3 (80 UC) houve alteração quando confrontado com a legislação. Enquanto no ponto 1 da nascente do rio Cuiá, apresentou (1 UC) nos meses de julho e agosto, e o restante foi (0 UC). O parâmetro de cor preconiza a diluição dos resíduos sólidos e se deve diferenciar entre cor aparente cuja coloração é após o processo de centrifugação e a cor verdadeira que foi utilizada neste estudo (VON SPERLING, 1996).

A condutividade corresponde ao parâmetro que afere os elétrons livres no corpo hídrico, isto é, a capacidade de conduzir eletricidade. Assim, quanto maior o valor da condutividade, maior será a quantidade de sólidos dissolvidos e portanto funcionando como indicador (PHILIPPI Jr., 2014). O ponto 4 em setembro correspondeu ao maior valor (299,1 $\mu\text{s cm}^{-1}$) e o ponto 2 em novembro com (124 $\mu\text{s cm}^{-1}$).

A turbidez é uma propriedade que caracteriza a água com seus resíduos sólidos em suspensão fazendo com que a luz seja absorvida e espalhada, não corroborando para que o feixe de luz seja contínuo. Para a Resolução CONAMA n° 2357/05 a Classe 1 é até 40 UNT e a Classe 2 de 100 UNT. Desta forma, no ponto 3 em outubro registrou (38) como maior valor e (2,5) no ponto 1 em agosto como menor valor.

Os cloretos comumente tem sua origem das dissolução de minerais, ou de origem antrópica que advém dos despejos domésticos e industriais. De acordo com a Resolução

CONAMA n° 357/05, o limite estabelecido é de 250 mg L⁻¹ onde o ponto 4 em setembro registrou (49 mg L⁻¹) como maior de todos os índices e o ponto 2 em junho foi de (20 mg L⁻¹).

Já a dureza total e de cálcio, pode ser pertinente a carbônica correspondendo à alcalinidade; ou a total com sua origem natural que se estende a dissolução de rochas cuja a sua origem antrópica são os despejos industriais. Esse parâmetro não consta na lista da atual Resolução vigente. Os pontos analisados como o ponto 3 em agosto foi (80 mg L⁻¹) com valor mais significativo e (8 mg L⁻¹) no ponto 1 em julho para dureza para dureza de cálcio. Com a dureza total com (141 mg L⁻¹) como maior valor e (60 mg L⁻¹) no ponto 2 em maio como menor valor.

Alcalinidade é uma aferição da capacidade da água em neutralizar os ácidos presentes, ou seja, verifica a resistência da mesma à mudanças de pH. O ponto 4 com (184 mg L⁻¹) tem seu maior valor do ano e o ponto teve (11 mg L⁻¹) nos meses de junho e julho, respectivamente, sendo os menores.

Acidez total e carbônica ao contrário da alcalinidade, afere a capacidade da água em neutralizar as mudanças de pH, a partir das bases. A acidez total teve seu maior registro em julho no ponto 1 com (99 mgL⁻¹) e no ponto 2 em novembro (13 mgL⁻¹) como seu menor valor. A acidez carbônica com (78 mgL⁻¹) no ponto 4 em julho e (2 mgL⁻¹) no ponto 2 em maio, foram os maiores e menores valores respectivamente.

Por fim, a DBO₅ é manifestada pela correlação com o OD - Oxigênio Dissolvido, se manifestada a presença de microrganismos com grande quantidade de matéria orgânica, preconiza-se que a DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio será elevada, tendo uma redução da OD do corpo hídrico (REIS, 2010). Para a Resolução CONAMA n° 357/05 a Classe 1 são 3 mg O₂ L⁻¹ e a Classe 2 de 5 mg O₂ L⁻¹. No mês de junho no ponto 4 (37 mg O₂ L⁻¹) foi o maior valor e (5 mg O₂ L⁻¹) no mês de julho nos pontos

Tabela 2. Dados microbiológicos da Bacia Hidrográfica do rio Cuiá de maio a dezembro de 2015.

Meses/Parâmetros	Coliformes totais [NMP]				Coliformes termotolerantes [NMP]			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
Maio	–	–	–	–	–	–	–	–
Junho	–	–	–	–	40	6	26	70
Julho	–	–	–	–	49	63	17	70
Agosto	–	–	–	–	–	–	–	–
Setembro	9	34	>2400	–	2	4	1600	–
Outubro	220	–	–	34	43	–	–	21
Novembro	350	1600	>2400	>2400	6	6	34	12
Dezembro	–	–	–	–	–	–	–	–

Fonte: Autor.

Como pode ser observada na Tabela 2, os índices de coliformes termotolerantes encontrados nos 4 pontos corresponderam a trajetória do rio Cuiá, apenas no mês de setembro o Ponto 3 (>2400 NMP) e no mês de novembro os Pontos 3 e 5 (>2400 NMP), obtiveram resultados em desacordo com o que determina a Resolução CONAMA n° 357/05, em que afirma que corpos de água doce em Classe 2 deve conter o teor máximo de 1000 NMP. As bactérias do grupo coliformes são indicadores da ocorrência de lançamento de esgoto nos corpos aquáticos, consequentemente de contaminação fecal (PHILIPPI Jr., 2014).

Em seguida, a Tabela 3 explana sobre os dados registrados no ano de 2016 entre os meses maio a dezembro para se comparar com o mesmo período de 2015.

Tabela 3. Dados da Bacia Hidrográfica do rio Cuiá de maio a dezembro de 2016.

Parâmetros	Maio				Junho				Julho				Agosto				Setembro			
	P1	P 2	P 3	P 4	P1	P 2	P 3	P 4	P1	P 2	P 3	P 4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
Temperatura [°C]	24	29	29	29	23,3	25	25	25	23	25	27	28	23,8	24	23,9	24,2	_	24,5	25,4	26,1
pH	5,04	7,24	7,3	7,3	5,5	6,93	7,5	7	5,83	6,7	7,4	7,69	5,83	7,25	7,19	7,38	_	7,2	6,8	7
Cor [UC]	2,5	80	40	200	1	90	50	70	0	40	45	70	0	20	50	90	_	30	20	20
Condutividade [µS cm ⁻¹]	176,2	170,6	173,5	113,5	219,8	183	205	320,8	257,3	150,8	189	203	211,1	158,8	207,6	291,1	_	152	219,5	273,9
Turbidez (NTU)	0,88	30	12,4	2,3	0,47	5,9	15,4	2,3	10	10,8	13,9	13,3	10,1	10,8	8	16,3	_	3,5	1,83	3,4
Cloretos [mg L ⁻¹]	33	17	33	22	37	28	28	37	40	25	18	33	40	20	30	44	_	26	33	43
Dureza cálcio [mg L ⁻¹]	22	56	90	110	42	50	44	42	38	26	67	80	18	38	80	32	_	62	40	50
Dureza total [mg L ⁻¹]	108	100	84	124	68	164	84	132	68	88	84	92	68	61	92	137	_	180	204	144
Alcalinidade [mg L ⁻¹]	19	64	74	45	13	54	68	86	11	46	71	73	14	48	80	110	_	56	75	97
Acidez total [mg L ⁻¹]	12	8	84	49	88	19	10	29	54	22	43	78	41	41	35	36	_	26	20	24
Acidez carbônica [mg L ⁻¹]	5	8	84	88	58	19	10	29	54	22	43	78	38	41	35	36	_	26	6	24

Fonte: Autor.

Tabela 3. Resultados da Bacia do rio Cuiá de maio a dezembro de 2016 (continuação).

Parâmetros	Outubro				NOVEMBRO				DEZEMBRO			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
Temperatura [°C]	–	–	–	–	28	29	30	30	25,1	25	25,5	25
pH	–	–	–	–	5,39	7,3	6,7	7,0	5,7	6,9	6,7	6,9
Cor [UC]	–	–	–	–	0	27,5	50	40	2,5	40	60	40
Condutividade [µScm-1]	–	–	–	–	227,3	154,8	220,5	267,6	240,2	182	266	318
Turbidez (NTU)	–	–	–	–	0,33	3,2	6,3	2,2	0,14	4,2	6,6	3,7
Cloretos [mg L-1]	–	–	–	–	37	26	52	86	38	30	41	54
Dureza cálcio [mg L-1]	–	–	–	–	18	14	50	10	12	46	68	40
Dureza total [mg L-1]	–	–	–	–	328	172	164	96	88	112	160	140
Alcalinidade [mg L-1]	–	–	–	–	8	52	74	86	11	68	95	110
Acidez total [mg L-1]	–	–	–	–	32	33	54	61	28	21	20	39
Acidez carbônica [mg L-1]	–	–	–	–	9	33	54	61	8	21	13	39

Fonte: Autor.

A temperatura mínima foi de (23 °C) no ponto 1, e em julho (30 °C) no ponto 3 em novembro foi a máxima, corroborando entre o período chuvoso e o período seco. É importante ressaltar que a temperatura se elevou conforme o desenvolvimento das análises desde maio até dezembro como foi analisado em 2015 também.

Já o pH foi de (5,04) em maio no ponto 1, considerado o ponto mais ácido entre as 4 amostras e (7,69) em julho no ponto 4 o mais básico. Da mesma forma, em 2015, o ponto 1 foi o mais ácido entre as demais amostras.

O parâmetro cor reflete os sólidos dissolvidos, no ponto 4 no mês de maio foi (200 UC), já em o ponto 1 ficou entre 0 ou 1, onde explicita que a nascente é, aparentemente, livre de poluição. Em 2015 também o ponto 4 no mês de maio foi alto (60 UC).

A condutividade teve (320,8 $\mu\text{s cm}^{-1}$) no ponto 4 no mês de junho, e (113,5 $\mu\text{s cm}^{-1}$) no ponto 4 no mês de maio. Em 2015, os maiores índices foram no 2º semestre.

Por ora a turbidez representa os sólidos em suspensão, no mês de maio no ponto 2 foi (30 NTU) e em dezembro no ponto 1 foi (0,1 NTU). Claramente a turbidez é uma medida de qualidade estética da água, de uso determinante da sua produtividade (PARRON, 2011). Para a Resolução CONAMA nº 357/05 a Classe 1 é até 40 UNT e a Classe 2 de 100 UNT. Assim, esse parâmetro não ultrapassou o limite nos 2 anos.

Já para o parâmetro cloreto seu maior valor no ponto 4 foi (86 mgL^{-1}) em novembro e no ponto 2 em maio foi (17 mgL^{-1}) seu menor. Esse parâmetro indica uma possível poluição de esgoto haja vista que o cloreto está presente na urina (PHILIPPI Jr., 2014). Para tanto, a Resolução CONAMA nº 357/05, o limite estabelecido é de 250 mgL^{-1} . Em 2015, não houve esse aumento acentuado.

O parâmetro dureza de cálcio no ponto 4 no mês de maio foi (110 mgL^{-1}), já o ponto 4 no mês de novembro foi (10 mgL^{-1}) sendo o menor valor representado. De imediato a dureza total no ponto 3 em setembro foi (204 mgL^{-1}), e o ponto 2 em agosto foi (61 mgL^{-1}). Dito isso, observa-se que a dureza de cálcio no ano de 2016 foi maior que 2015. E a dureza de total, também seguiu o mesmo padrão.

Já a alcalinidade foi representada com maior valor simultaneamente (110 mgL^{-1}) em dezembro e em agosto ambos no ponto 4, e o menor valor foi no ponto 1 em novembro com (8 mgL^{-1}). A alcalinidade no de 2015 foi maior que em 2016. Sabendo que esse parâmetro é a quantidade de

substâncias na água que são capazes de atuar como tampão, ou seja, expressa em CaCO_3 é um parâmetro importante para neutralizar ácidos (PARRON, 2011).

A acidez carbônica se manifestou, em geral, nos pontos 2, 3 e 4 com valor mais alto (58 mgL^{-1}) no ponto 1 em julho, e (5 mgL^{-1}) no ponto 1 em maio. Já a acidez total manteve (88 mgL^{-1}) no ponto 4 em maio e (8 mgL^{-1}) no ponto 2 em maio. Tanto a acidez carbônica quanto a acidez total foi maior em 2016.

Tabela 4. Dados microbiológico do rio Cuiá de maio a dezembro de 2016

Meses/Parâmetros 2016	Coliformes totais [NMP]				Coliformes termotolerantes [NMP]			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
Rio Cuiá (2016)								
Maio	–	–	–	–	1600	22	1600	350
Junho	>2400	420	>2400	>2400	44	33	920	350
Julho	23	34	–	1600	23	17	920	1600
Agosto	350	>2400	>2400	>2400	2	>2400	1600	>2400
Setembro	–	47	1600	430	–	47	15	48
Outubro	–	–	–	–	–	–	–	–
Novembro	5	–	34	1600	40	220	17	34
Dezembro	920	1600	350	34	43	>2400	>2400	920

Fonte: Autor.

Por fim, os coliformes totais é o teste presuntivo e consta a presença de fezes na água, nos pontos 2, 3 e 4 foram ($> 2400 \text{ NMP}$) em agosto, sendo os maiores registros longe da nascente e (5 NMP) no ponto 1 em novembro foi o menor registrado. Logo, os coliformes termotolerantes confirmam a presença de contaminação por fezes, no ponto 2 e 3 foram ($>2400 \text{ NMP}$) os maiores e (17 NMP) no ponto 3 em novembro foi o menor.

O rio Cuiá, portanto, elucidou resultados em desacordo com o que preconiza a Resolução CONAMA n° 357/05, em a qual afirma que corpos de água doce em Classe 2 tem o teor máximo de 1000 NMP . As bactérias do grupo coliformes são indicadores da ocorrência de lançamento de esgoto nos corpos aquáticos, consequentemente de contaminação fecal (PHILIPPI Jr., 2014).

A Figura 14, demonstra que ocorrem falhas em tubulações de galeria da coleta de esgoto no bairro Cuiá, próximo a nascente. Havendo um lançamento *in natura* do efluente doméstico no próprio rio, devido à falta de manutenção e encanações antigas.

Figura 14. Falha na galeria de coleta de esgoto em comunidade próxima a nascente do rio Cuiá.



Fonte: Autor.

Ratifica-se o ponto 3, como forma de recebimento constante de efluente doméstico de vários bairros circunvizinhos que deveria ser destinado para a ETE, mas que quando está, também, com falhas mecânicas é lançado diretamente no rio Cuiá.

Figura 15. Região do entorno da Estação Elevatória da CAGEPA.

(A)

(B)

(C)



Fonte: Autor.

Com efeito, em (A) ocorre uma erosão causada por lançamento direto de efluente doméstico no rio Cuiá, quando o emissário, encanação que transporta o efluente para a Estação de Tratamento de Esgoto – ETE, está com falhas. Em (B) o rio Cuiá logo atrás da Estação Elevatória da CAGEPA. Por fim, em (C) Estação Elevatória da CAGEPA.

Assim, foi constatado que o rio Cuiá tem a função de diluir o efluente tratado da ETE – Estação de Tratamento de Esgoto de Mangabeira, as Tabelas 5, Tabela 7 ilustra quantitativamente as análises físico-químicas e as Tabela 6 e 8 microbiológica entre 2015 e 2016 da ETE:

4.1.1 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICAS DO EFLUENTE TRATADO EM 2015

Realizaram-se análises no efluente tratado da ETE – Mangabeira a fim de conhecer o seu impacto ambiental no rio Cuiá, e sua correlação com a qualidade da água elucidada neste trabalho. A Tabela 5 e 6, exibe os valores desse monitoramento entre maio a dezembro de 2015.

Tabela 5. Dados físico-químicos do efluente tratado de maio a dezembro de 2015.

Parâmetros	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
Temperatura [°C]	23.6	25	24	23,7	30	30	25,7	30
pH	8.3	8.2	7,8	8	8	7,9	7,7	7,9
Cor [UC]	180	150	150	180	150	100	240	280
Condutividade [μS cm ⁻¹]	601.3	523.1	486,6	471,3	649,8	651,3	598,6	620
Turbidez (NTU)	134	129	110	112	142	120	184	208
Clorretos [mg L ⁻¹]	91	82	74	73	101	93	95	101
Dureza cálcio [mg L ⁻¹]	138	142	40	150	40	80	48	130
Dureza total [mg L ⁻¹]	80	64	76	100	39	136	132	148
Alcalinidade [mg L ⁻¹]	189	166	175	185	205	214	215	200
Acidez total [mg L ⁻¹]	71	78	99	102	76	94	71	178
Acidez carbônica [mg L ⁻¹]	71	78	99	102	76	94	71	47
DBO ₅ [mg O ₂ L ⁻¹]	–	48	54	37	118	–	–	–

Fonte: Autor.

A temperatura seguiu o aumento climatológico entre o período chuvoso e frio para o período seco e quente. Nesse sentido, os meses mais quentes foram setembro, outubro e dezembro com (30 °C). A Resolução CONAMA nº 430/2011, estabelece como padrão até 40 °C (BRASIL, 2011).

O pH em maio foi o valor mais alcalino registrado com (8,3) e o mais ácido no mês de novembro (7,7). Dentre o parâmetro analisado o pH assume até 5 a 9 (BRASIL, 2011).

A cor em dezembro foi o valor mais elevado com (280 UC). Bem como em outubro foi o menor valor (100 UC).

A condutividade não é um parâmetro analisado mas precisa de atenção, pois se manteve elevado na maioria dos meses, sendo outubro o mês mais significativo com (651,3 $\mu\text{s cm}^{-1}$).

Já a turbidez teve seu aumento dos valores acompanhados com a sazonalidade do período chuvoso para o seco onde em dezembro representou seu maior valor (208 NTU).

Os cloretos em setembro e dezembro foram (101 mgL^{-1}), assim como seu menor valor foi em agosto (73 mgL^{-1}), com uma leve influência da diluição das chuvas.

A dureza de cálcio em agosto teve seu maior valor (150 mgL^{-1}), e seu menor valor (40 mgL^{-1}) em julho e setembro. Já a dureza total representa seu maior valor em dezembro (148 mgL^{-1}) e seu valor mais baixo em setembro (38 mgL^{-1}).

A alcalinidade em novembro representou (215 mgL^{-1}) como maior valor e em junho seu menor valor (66 mgL^{-1}).

A acidez total, em dezembro foi (178) como maior valor, mas em maio e novembro foram os mais baixos com (71 mgL^{-1}). A acidez carbônica, não se manifestou em nenhum período da sazonalidade.

Por fim, a DBO_5 , em setembro atingiu (118 O_2L^{-1}), sendo superior a Resolução CONAMA 430/2011, a qual estipula que seja 20. O excesso de carga orgânica preconiza a eutrofização do corpo hídrico, e conseqüentemente extermínio da vida aquática, fazendo necessário um estudo do grau de autodepuração do rio Cuiá.

4.1.2 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DO EFLUENTE TRATADO EM 2015

Da mesma forma, realizaram-se análises microbiológicas no efluente tratado da ETE de Mangabeira, a fim de compilar o banco de dados e conhecer o seu impacto no rio Cuiá, como segue na Tabela 6:

Tabela 6. Dados microbiológicos do efluente tratado de maio a dezembro de 2015.

Meses/Parâmetros	Coliformes totais [NMP]		Coliformes termotolerantes [NMP]	
	P1		P1	
ETE (2015)	P1		P1	
Maio	-		-	
Junho	>2400		-	
Julho	280		-	
Agosto	-		350	
Setembro	>2400		17	
Outubro	-		34	
Novembro	>2400		>2400	
Dezembro	-		-	

Fonte: Autor.

Para a avaliação dos coliformes termotolerantes utilizou-se a técnica do Número Mais Provável (NMP) também conhecido como método de tubos múltiplos. Conforme os dados obtidos o mês de menor valor dos coliformes totais foi o de julho (280 NMP) e junho, setembro e novembro (>2400 NMP) sendo os meses de maior valor. Os coliformes totais indicam a presença de contaminação fecal (FUNASA, 2013). Já os coliformes termotolerantes o maior valor foi registrado em novembro com (>2400 NMP) e o menor valor (17 NMP) em setembro.

4.1.3 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICAS DO EFLUENTE TRATADO EM 2016

Em seguida, tem-se a Tabela 7 e 8, para confrontar com os dados de 2016 entre os meses de maio a dezembro de 2016.

Tabela 7. Dados físico-químicos do efluente tratado de maio a dezembro de 2016.

Parâmetros	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
Temperatura [°C]	32	25	28	25	–	–	30	25,5
pH	8	7,6	7,8	8,4	–	–	7,3	7,9
Cor [UC]	300	180	180	150	–	–	300	300
Condutividade [µscma-1]	488,5	620,3	601,8	501,3	–	–	557,1	606,5
Turbidez (NTU)	111	111	138	119	–	–	117	108
Cloretos [mgL ⁻¹]	77	71	91	73	–	–	97	96
Dureza cálcio [mgL ⁻¹]	90	50	142	150	–	–	10	70
Dureza total [mgL ⁻¹]	136	140	100	80	–	–	84	120
Alcalinidade [mgL ⁻¹]	195	177	168	165	–	–	181	187
Acidez total [mgL ⁻¹]	11	4	105	100	–	–	93	79
Acidez carbônica [mgL ⁻¹]	11	4	105	100	–	–	93	70

Fonte: Autor.

A temperatura em maio teve seu maior valor (32 °C). Segundo a Resolução nº 430/2011, a condição de lançamento de efluentes é que esteja abaixo de 40 ° C. Ou seja, está dentro do esperado.

O pH manifestou seu maior valor no mês de agosto com (8,4 °C) e da mesma forma segue o que a Resolução estabelece como parâmetro entre 5 e 9 (BRASIL, 2011).

A cor em maio, novembro e dezembro foi o valor mais elevado com (300 UC). Demonstrando valores maiores que em 2015.

A condutividade em julho apresentou (620, 3 $\mu\text{s cm}^{-1}$) mas os maiores dados foram em 2015, alcançando registo mais significativo com (651,3 $\mu\text{s cm}^{-1}$).

Já a turbidez se manteve constante nos meses analisados com maior valor em julho (138 NTU). Mas, os dados de turbidez em 2015 foram maiores.

Os cloretos registrou maior valor em novembro (97 mgL^{-1}), assim como seu menor valor foi em agosto (73 mgL^{-1}), com uma leve influência da diluição das chuvas.

A dureza de cálcio em agosto teve seu maior valor (150 mgL^{-1}), e seu menor valor (10 mgL^{-1}) novembro. Já a dureza total representou seu maior valor em junho (140 mgL^{-1}) e seu valor mais baixo em agosto (80 mgL^{-1}).

A alcalinidade em maio representou (195 mgL^{-1}) como maior valor e em julho seu menor valor (168 mgL^{-1}).

A acidez total, foi (105 mgL^{-1}) em julho como maior valor, mas em maio e junho foram os mais baixos com (11 mgL^{-1}) e (4 mgL^{-1}), respectivamente. Já a acidez carbônica registrou alteração apenas em dezembro (70 mgL^{-1}).

Comparando as análises de 2015 e 2016, este último ano foi relativamente menor que em 2015, fazendo-se necessário uma escala constante de monitoramento desse efluente que é lançado no rio Cuiá.

4.1.4 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DO EFLUENTE TRATADO EM 2016

A Tabela 8, apresenta os dados microbiológicos do efluente tratado da ETE de Mangabeira, entre os meses de maio a dezembro de 2016:

Tabela 8. Dados microbiológicos do efluente tratado de maio a dezembro de 2016

Meses/Parâmetros	Coliformes totais [NMP]	Coliformes termotolerantes [NMP]
ETE (2016)	P1	P1
Maio	>2400	12
Junho	>2400	1600
Julho	>2400	>2400
Agosto	>2400	>2400
Setembro	–	–
Outubro	–	–
Novembro	–	>2400
Dezembro	>2400	>2400

Fonte: Autor.

Tendo como base a Tabela 8, observa-se que seja no período chuvoso, seja no período seco, os coliformes totais se mantiveram constante em (> 2400 NMP) em todos os meses. Como também,

os coliformes termotolerantes tiveram (> 2400 NMP) nos meses de julho, agosto, novembro e dezembro como valor máximo e o valor mínimo foi (12 NMP) no mês de maio. 1

Como segue aos resultados, foi constatado que o rio Cuiá apresenta diversos problemas, desde a ausência dos órgãos públicos a fim de conscientizar os moradores circunvizinhos, como também o desrespeito dos moradores contribuindo com a degradação de uma APP - Área de Preservação Permanente seja por lançamento de efluentes domésticos, seja por despejo de resíduos sólidos, seja pela criação de alguns animais, seja pela falha da própria CAGEPA - Companhia de Águas e Esgoto da Paraíba.

4.1.5 AVALIAÇÃO QUALITATIVA DO RIO CUIÁ

Foi realizado em 2016, uma avaliação qualitativa do rio Cuiá dos 5 pontos analisados, com periodicidade mensal entre os meses de junho, julho, agosto e setembro; destacando características em transparência da água; espumas; lixos flutuantes ou acumulados nas margens; cheiro; material sedimentável; peixes; larvas e vermes vermelhos; larvas e vermes transparentes ou escuro. Com efeito de ser ponderado de acordo com o somatório das características: entre 14 e 20 pontos, péssima; entre 21 e 26, ruim; entre 27 e 35, aceitável; entre 36 e 40, boa; acima de 40, ótima. Dentro das características as larvas vermelhas correspondem a presença da matéria orgânica. Já as larvas transparentes, escuras ou pequenos moluscos são indicadores de boa qualidade de água para sobreviver. Por fim, os peixes são indicadores de oxigênio dissolvido presente na água para sua sobrevivência.

Logo, o ponto 1 foi classificado como péssimo em junho (14) e agosto (18), em julho foi enquadrado como ruim (22). O ponto 2 foi classificado como péssimo em todos os meses junho (20), julho (20), agosto (16) e setembro (17). O ponto 3, da mesma forma foi classificado como péssimo, dentro da avaliação qualitativa, julho (16), julho (15), agosto (15) e setembro (12). O ponto especial foi enquadrado como péssimo no mês de junho (13), julho (15), agosto (18). Por último, o ponto 4 como ruim (23) no mês de junho, péssimo (19) em julho, péssimo (19) em agosto e péssimo (20) em setembro.

Salientando que no mês de setembro, devido a problemas técnicos, não teve possibilidade de realizar a avaliação qualitativa dos pontos 1 e no ponto especial.

Tabela 9. Avaliação qualitativa do rio Cuiá durante os meses de março a setembro de 2016.

AVALIAÇÃO QUALITATIVA DO RIO CUIÁ	P1	P2	P3	Ponto especial	P4	Pontos
1- Transparência da água						
Poucos centímetros abaixo da superfície						1
Entre 50 cm e 1 m						2
Abaixo de 1 m						3
2- Espumas						
Grande quantidade						1
Pouca quantidade						2
Ausente						3
3- Lixos flutuantes ou acumulados nas margens						
Muito lixo (plástico, papéis, vidros, etc)						1
Pouco lixo (galhos, folhas, aguapés)						2
Ausente						3
4- Cheiro						
Fedido ou cheiro de ovo podre						1
Fraco						2
Nenhum						3
5- Material Sedimentável						
Muito alto (mais de 3 milímetros)						1
Baixa (observável)						2
Nenhum						3
6- Peixes						
Nenhum						1
Poucos						2
Muitos						3
7- Larvas e vermes vermelhos						
Muitos						1
Poucos						2
Nenhum						3
8- Larvas e vermes transparentes ou escuros						
Muitos						1
Poucos						2
Nenhum						3
TOTAL						

PONTUAÇÃO

Entre 14 e 20 pontos	péssima
Entre 21 e 26 pontos	ruim
Entre 27 e 35 pontos	aceitável
Entre 36 e 40 pontos	boa
Acima de 40	ótima

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como visto, há vários pontos críticos ao longo do rio Cuiá comprometendo a qualidade da água alterando parâmetros, tais como: a cor, DBO₅, e os coliformes totais e termotolerantes, destacados por estarem em desacordo com o atual enquadramento do rio Cuiá.

Os dados qualitativos também demonstraram uma variação entre o grau péssimo e o grau ruim, entretanto nota-se a presença da autodepuração ao longo do rio, visto que nos pontos 2 e 3, são os mais impactados e o ponto 4 já demonstra uma rápida melhora em sua classificação.

A AESA (2012), enquadra o rio Cuiá como sendo Classe 1 em torno da nascente e o restante como Classe 2, sendo que a partir dos dados compilados percebeu-se um nítido desacordo se comparados os parâmetros acima mencionados.

Sendo assim, de acordo com o banco de dados de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, recomenda-se uma atenção tanto para a implantação eficiente de um sistema de saneamento básico nas localidades próximas, como também maior atenção das autoridades públicas na eficiência da estação de tratamento de efluentes.

Além disso, o rio Cuiá é mal gerido desde a nascente, agravando-se a situação à medida que recebe poluentes degradantes ao longo de sua extensão.

Com isso, sugere-se que a CAGEPA, SUDEMA E SEMAM, por meio do poder público, devem exercer uma intervenção socioambiental a fim de implementar obras de infraestrutura e serviços urbanos para o saneamento básico que envolvem o abastecimento de água potável; coleta e tratamento de esgoto sanitário; estrutura para a drenagem urbana e o sistema de gestão e manejo dos resíduos sólidos a fim de assegurar a saúde da coletividade, haja vista que através de um corpo hídrico contaminado há inúmeras enfermidades as quais o ser humano pode se contaminar.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **MAPA DE ENQUADRAMENTO**. João Pessoa, 2012.

APHA (American Public Health Association). Standard Methods for Examination of Water And Wastewater. 22.ed. Washington: American Public Health Association, p.1268, 2012.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: promulgada em 5 de outubro de 1988.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente. Brasília: **Diário Oficial da União**, 1981.

BRASIL. Lei nº 9433 de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos. Brasília: **Diário Oficial da União**, 1997.

BRASIL. Lei nº 9608 de 12 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília: **Diário Oficial da União**, 1998.

BRASIL. Lei nº. 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília/DF: **Diário Oficial da União**, 2007.

BRASIL. Lei nº 12651 de 25 de maio de 2012, que institui o Novo Código Florestal. Brasília: **Diário Oficial da União**, 2012.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357/05, de 17 de março de 2005**. Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2005.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 430/05, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2011.

ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2ª Ed. – Rio de Janeiro: Interciência, 1996.

FUNASA, Fundação Nacional da Saúde. **Manual prático de análise de água**. 4 ed. Brasília: Funasa, 2013.

PARAÍBA. Constituição do Estado da Paraíba. João Pessoa: **Diário Oficial do Estado**, 1989.

PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. F.; PEREIRA, C. M. **MANUAL DE PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE ÁGUA [recurso eletrônico]**. Dados eletrônicos. Colombo: Embrapa, 2011. Disponível em: <www.cnpf.embrapa.br/publica/seriedoc/edicoes/doc219.pdf>. Acesso em: 20 de out de 2016.

PHILIPPI Jr., Arlindo; ROMÉRO, Marcelo de Andrade; BRUNA, Gilda Collet. **Curso de Gestão Ambiental**. Col. Ambiental. 2ª ed. Barueri, SP: Manole, 2014.

SILVA, L. M. T. **Espaços Verdes em João Pessoa: Planejamento e Realidade**. In: Seabra, Giovanni. (Org.). Terra, Cidades, Natureza e Bem estar. 1ed. João Pessoa: Universitária UFPB, 2012, v. 1, p. 185-200.

SOUZA, M. L. de. **ABC do Desenvolvimento Urbano**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

REIS, A. L. Q. **ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE APLICADO À BACIA DO RIO CUIÁ – JOÃO PESSOA (PB)**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento em Meio Ambiente). João Pessoa, PB: PRODEMA/UFPB, 2010.

VON SPERLING, MARCOS. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2 ed. Belo Horizonte: Departamento de engenharia sanitária e ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.