



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
CAMPUS II- DCET
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MODELAGEM
E SIMULAÇÃO DE BIOSISTEMAS



Liliane Santana Santos Souza

**Análise dos parâmetros de qualidade da água do rio Catu
em Alagoinhas-BA**

Alagoinhas
2023

Liliane Santana Santos Souza

Análise dos parâmetros de qualidade da água do rio Catu em Alagoinhas-BA

Dissertação submetida à defesa final no Programa de Pós-Graduação em Modelagem e Simulação de Biossistemas da Universidade do Estado da Bahia como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Análise de Biossistemas.

Orientadora: Dr^a Crislane Aparecida P. dos Santos

Coorientadora: Dr^a Mara Rojane de Barros Matos

Alagoinhas
2023

Sistema de Bibliotecas da UNEB
Biblioteca Carlos Drummond de Andrade – Campus II
Manoela Ribeiro Vieira
Bibliotecária – CRB 5/1768

S729a Souza, Liliane Santana Santos
Análise dos parâmetros de qualidade da água do Rio Catu em Alagoinhas /
Liliane Santana Santos Souza – Alagoinhas, 2023.
67 f. : il

Orientador: Prof^a. Dr^a. Crislaine Aparecida Pereira dos Santos .

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado da Bahia, Departamento
de Ciências Exatas e da Terra. Mestrado em Modelagem e Simulação de
Biossistemas. Alagoinhas, 2023.

1. Rio Catu - Avaliação 2. Poluição Hídrica 3. Meio ambiente I. Santos,
Crislaine Aparecida Pereira dos. II. Universidade do Estado da Bahia –
Departamento de Ciências Exatas e da Terra III. Título.

CDD – 363.7394

FOLHA DE APROVAÇÃO
"ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO CATU EM
ALAGOINHAS-BA"

LILIANE SANTANA SANTOS SOUZA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Modelagem e Simulação de Biossistemas – PPGMSB, em 24 de abril de 2023, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Modelagem e Simulação de Biossistemas pela Universidade do Estado da Bahia, conforme avaliação da Banca Examinadora:

Professor(a) Dr.(a) CRISLIANE APARECIDA PEREIRA DOS SANTOS
UNEB
Doutorado em Ciências Ambientais
Universidade Federal de Goiás

Professor(a) Dr.(a) MARA ROJANE BARROS DE MATOS
UNEB
Doutorado em Botânica
Universidade Estadual de Feira de Santana

Professor(a) Dr.(a) GRACINEIDE SELMA SANTOS DE ALMEIDA
UNEB
Doutorado em Botânica
Universidade Federal de Viçosa

Professor(a) Dr.(a) MARIA JOSÉ DIAS SALES
Fsss - FSSS
Doutorado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade
Universidade Estadual de Santa Cruz

Aos meus filhos Gustavo e Catarine...
... com a esperança de um dia ver os rios respeitados.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, minha fortaleza.

Ao meu esposo, Josemar Souza, com amor e gratidão pelo carinho e apoio ao longo do período de realização deste trabalho.

A minha mãe, Sonia Santana, pela dedicação, incentivo e ajuda o tempo todo que precisei.

A minha família e amigos, que mesmo à distância, sempre me incentivaram nas horas que mais precisei.

A minha orientadora, Prof. Dr^a Crisliane Aparecida P. dos Santos, pela dedicação e, sobretudo, confiança no decorrer do curso e desenvolvimento da pesquisa.

A minha Coorientadora, Prof. Dr^a Mara Rojane de Barros Matos, pelas dicas e sugestões valiosas para enriquecer a pesquisa.

À Fundação SOS Mata Atlântica, pela parceria no meu voluntariado e fornecimento dos *kits* de coleta e análise de água.

Aos funcionários do colega Enéas nas primeiras coletas, Nil e Mauricio, e à colega bióloga e Mestra pela Uneb, Ana Lucia Bispo, pela ajuda na localização e georreferenciamento dos pontos de coleta.

Aos colegas da turma do mestrado pela assistência sempre que podiam, principalmente Daniela, Jéssica, Simone, Jordana, Flávia, Stefanie, Gleison, Enéas e, principalmente, Carol, que mesmo de longe sempre teve uma palavra de fé nas horas mais difíceis.

Aos colegas do Cetep e, em especial, aos da CPA, pela generosidade sempre que precisei ser ouvida.

Ao corpo docente do Mestrado em Modelagem e Simulação de Biossistemas, que durante esses dois anos contribuíram para o meu crescimento profissional e aprimoramento de conhecimentos científicos e, em especial, à Erivelton e Gracineide, que muito me ouviram.

Por fim, a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

“Os rios que cortam as cidades são como espelhos que refletem o comportamento da sociedade.” (SOSMA, 2016)

RESUMO

A contaminação dos rios e corpos d'água em bacias hidrográficas se dá, principalmente, pelo despejo de esgotos residenciais e de efluentes das indústrias. Dentre os parâmetros mais relevantes para serem incluídos na avaliação das águas destinadas ao abastecimento público citam-se: Oxigênio Dissolvido (OD), a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO-5 dias, 20 °C) e a turbidez, servindo como ferramenta na gestão dos recursos hídricos. Com o objetivo de avaliar a qualidade das águas do rio Catu, este trabalho baseia-se no Índice de Qualidade das Águas (IQA) adaptado, que incorpora 14 parâmetros, além da temperatura. Dos parâmetros físico-químicos, seguindo os padrões internacionais e do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), tem-se ainda, pH, nitrogênio total, fósforo e material sedimentável. Além destes, foram avaliados o cheiro, a presença de espuma, lixo, coliformes totais e outros bioindicadores nos meses de abril e agosto de 2022. O rio Catu é um afluente do rio Pojuca, nasce no município de Aramari, percorre mais de 60 km, passando pelos municípios de Catu, Pojuca e Alagoinhas, e tem sua maior extensão neste município. Nesse trecho foram demarcados seis pontos, a partir da nascente, antes e depois de percorrer o perímetro urbano e os dados coletados antes e depois do período chuvoso, sendo que os pontos 1 e 5 estão fora do perímetro urbano; os pontos 2, 4 e 6 estão próximos de algumas moradias e indústrias e o ponto 3 se localiza no centro comercial da cidade. A classificação da qualidade da água se dá pela contagem dos pontos atribuídos a cada parâmetro. Os Pontos 1 e 6 foram classificados como água BOA; os pontos 2, 4 e 5, água REGULAR e o Ponto 3 água RUIM. As águas do rio Catu necessitam de uma revitalização. Os resultados encontrados se encaixam no elevado grau de poluição, especialmente por esgotos domésticos e despejos industriais orgânicos, resultando na descarga de nitrato e fosfato, queda do OD e elevação do DBO.

Palavras-chave: parâmetros; qualidade da água; poluição; esgotos.

ABSTRACT

Contamination of rivers and water bodies in watersheds is mainly due to the discharge of residential sewage and industrial effluents. Among the most relevant parameters to be included in the evaluation of water intended for public supply are: Dissolved Oxygen (DO), Biochemical Oxygen Demand (BOD) and Phosphorus, serving as a tool in the management of water resources. With the objective of evaluating the quality of the waters of the Catu River, this work is based on the adapted Water Quality Index (WQI), which incorporates 14 parameters, in addition to temperature. Of the physical-chemical parameters chosen by specialists and technicians from SOS Mata Atlântica, following international standards and those of the National Council for the Environment (CONAMA), there are also pH, biochemical oxygen demand (5 days, 20 °C), nitrogen total, sedimentable material and turbidity. In addition to these, the odor, the presence of foam, garbage, total coliforms and other bioindicators were evaluated in the months of April and August. The Catu River is a tributary of the Pojuca River, it rises in the municipality of Aramari, runs for 62 km, passing through the municipalities of Catu, Pojuca and Alagoinhas, and has its greatest extension in this municipality. In this stretch, six points were demarcated, starting from the source, before and after going through the urban perimeter and before and after the rainy season, with points 1 and 5 being outside the urban perimeter; points 2, 4 and 6 are close to some homes and industries and point 3 is located in the commercial center of the city. The classification of water quality is given by counting the points assigned to each parameter. Points 1 and 6 were classified as GOOD water; points 2, 4 and 5, REGULAR water and Point 3 BAD water. The waters of the Catu river need to be revitalized. The results found fit the high degree of pollution, especially by domestic sewage and organic industrial waste, resulting in the discharge of nitrate and phosphate, a drop in DO and an increase in BOD.

Keywords: water quality; parameters; pollution; sewers.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1	–	Problemas a serem transpostos para a proteção dos recursos hídricos.....	22
Figura 1	–	Mapa dos pontos de coleta.....	31
Quadro 2	–	Descrição dos pontos de amostragem.....	32
Figura 2	–	Pontos de amostragem.....	33
Figura 3	–	Momentos de coleta.....	35
Figura 4	–	Fluxograma de Procedimentos – Metodologia OD e DBO.....	37
Figura 5	–	Parâmetros físicos, químicos e biológicos da qualidade da água.....	38
Figura 6	–	Análise da temperatura durante o período seco e chuvoso.....	42
Figura 7	–	Análise da Turbidez – UTJ durante o período seco e chuvoso.....	45
Figura 8	–	Relação entre a Temperatura e a Turbidez durante o período seco e chuvoso.....	46
Figura 9	–	Presença de lixo no centro da cidade (P3).....	47
Figura 10	–	Análise do pH durante o período seco e chuvoso.....	49
Figura 11	–	Análise do OD durante o período seco e chuvoso.....	51
Figura 12	–	Análise do DBO durante o período seco e chuvoso.....	52
Figura 13	–	Relação entre OD e DBO durante o período seco e chuvoso.....	53
Figura 14	–	Análise do Nitrato durante o período seco e chuvoso.....	53
Figura 15	–	Análise do Fosfato durante o período seco e chuvoso.....	54
Figura 16	–	Larvas transparentes.....	57
Figura 17	–	Espécie de raros peixes encontrados em poucos pontos.....	57
Quadro 3	–	Período seco e Período chuvoso.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Dimensões das faixas de preservação da mata ciliar, em relação à largura dos rios.....	28
Tabela 2 –	Ficha-Guia de avaliação da qualidade da água. Categorização dos Parâmetros.....	40
Tabela 3 –	Categorização final por cores.....	41
Tabela 4 –	Parâmetros físico-químicos e biológicos/Período seco/Período chuvoso.....	44
Tabela 5 –	Parâmetros perceptivos/Bioindicadores – Tempo seco/Tempo chuvoso.....	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEMA	Associação Brasileira de Entidades de Meio Ambiente
APP	Área de Preservação Permanente
CEPERH	Centro de Pesquisa em Ecologia e Recursos Hídricos
CETESB	Companhia de Tecnologia em Saneamento Ambiental de São Paulo
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
EBDA	Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola
IQA	Índice de Qualidade da Água
OD	Oxigênio Dissolvido
pH	potencial Hidrogeniônico
PMGIRH	Plano Municipal de Gestão Integrada de Recursos Hídricos
PNMA	Programa Nacional do Meio Ambiente
SAAE	Serviço Autônomo de Água e Esgoto
SOSMA	SOS Mata Atlântica
UTJ	Unidade de Turbidez Jackson
UNEB	Universidade do Estado da Bahia

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 JUSTIFICATIVA.....	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1 RECURSOS HÍDRICOS.....	18
2.2 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA.....	23
2.2.1 Parâmetros Físicos.....	24
2.2.2 Parâmetros físicos por percepção.....	24
2.2.3 Parâmetros Químicos e biológico.....	25
2.3 PRINCIPAIS CAUSAS DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DOS RIOS.....	28
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1 TIPO DE PESQUISA.....	30
3.2 ÁREA ESTUDADA.....	30
3.3 COLETA DOS DADOS.....	34
3.4 PARÂMETROS FÍSICOS POR PERCEPÇÃO.....	36
3.5 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E BIOLÓGICOS.....	36
3.6 BIOINDICADORES.....	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1 PARÂMETROS FÍSICOS POR PERCEPÇÃO.....	43
4.2 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E BIOLÓGICOS.....	48
4.3 BIOINDICADORES.....	55
4.4 ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA.....	58
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
REFERÊNCIAS.....	65

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país privilegiado, pois detém cerca de 12% da água doce disponível no mundo. A problemática hídrica em nosso país justifica-se pelo fato da sua má distribuição em relação à densidade demográfica, sendo que 80% desse recurso está situado na região amazônica e apenas 20% encontra-se dividido nas demais regiões hidrográficas do território nacional (MILARÉ, 2016).

Esse recurso está sendo ameaçado pelos longos anos em função do uso indiscriminado da água, pelo despejo continuado de esgotos residenciais, de efluentes das indústrias e de defensivos agrícolas nos mananciais, pelo desmatamento da mata ciliar, assim como pelos poluentes de outras atividades humanas, problema agravado pelo crescimento acelerado da população mundial.

O estado da Bahia apresenta grande dificuldade de manutenção da qualidade dos recursos hídricos. Isso ocorre por motivos de diversas naturezas, intimamente relacionados com as questões políticas e sociais vivenciadas em todo território brasileiro. A oferta irregular de água no estado é evidente, sobretudo pela característica de longas estiagens encontradas na região de clima semiárido. A distribuição irregular contribui com as dificuldades de gestão, principalmente no semiárido, em função da escassez desse recurso, fundamental para o desenvolvimento econômico e social.

O rio Catu pertence à bacia hidrográfica do rio Pojuca, que corta quatro municípios: Aramari, onde está sua nascente; Alagoinhas, um município que está em franco desenvolvimento comercial, social e industrial; Catu, que tem no petróleo e no gás natural suas maiores riquezas; e Pojuca, seu trajeto final, onde deságua no rio Pojuca (RIBEIRO, 2011).

A determinação da qualidade da água está relacionada com a finalidade que se destina. Assim, a alteração das suas características naturais, geralmente, está relacionada com atividades naturais ou antrópicas e grande parte da água doce do planeta apresenta algum tipo de contaminação, causando efeitos nocivos ao meio ambiente e à saúde humana (SILVA *et al.*, 2006).

A problemática levantada é: Quais dos parâmetros analisados têm maior poder de resposta sobre a poluição do rio Catu, bem como questiona-se sobre o ponto do rio que é mais afetado.

Este trabalho tem a finalidade de avaliar os efeitos das ações antrópicas sobre a qualidade da água do rio Catu; através da análise físico-química e biológica da água por meio das resoluções do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) 357 (BRASIL, 2005).

1.1 JUSTIFICATIVA

Sabe-se que a água é o maior bem da humanidade, ainda assim os índices de poluição da mesma continuam subindo e destruindo os mananciais e nascentes. Os lançamentos de esgotos não tratados aumentam a matéria orgânica, o que faz com que o equilíbrio físico-químico e a qualidade da água sejam alterados e a baixa qualidade do rio notada.

Apesar de existir uma grande quantidade de água, esta vem sendo utilizada de forma incorreta. Para Ribeiro (2011), os recursos naturais começaram a ser degradados, juntamente com o processo de urbanização, caracterizando-se, principalmente, pela exploração indiscriminada dos corpos hídricos, incluindo desmatamento de encostas e das matas ciliares, além do uso inadequado do solo, afetando negativamente na qualidade e quantidade dos mesmos.

Conhecer os aspectos de qualidade das águas é uma atividade fundamental para a manutenção das políticas de proteção e uso de recursos hídricos. De acordo com a Agência Nacional das Águas (ANA), o conhecimento sobre a qualidade das águas brasileiras é primordial para que seja feita a sua correta gestão e para que o uso múltiplo das águas, preconizado pela Política Nacional dos Recursos Hídricos, seja alcançado (ANA, 2012).

Assim, como muitos rios na Bahia, o rio Catu passa por sérios problemas de degradação ambiental. Durante o seu curso existe, além dos lançamentos de esgotos domésticos e industriais, desmatamento da mata ciliar e pequenos agricultores utilizando a sua água para irrigação de forma não controlada.

O processo histórico de interiorização cultural na Bahia atinge Alagoinhas, desde sua existência, enquanto povoado. A cidade surgiu na Estrada das Boiadas, um dos principais caminhos, no século XVII, para o transporte de produtos entre a capital, Salvador, e os demais estados do nordeste. Devido a quantidade de lagoas e o clima favorável, era comum os boiadeiros realizarem pausas de descanso na região.

Outro espaço que merece destaque são as áreas verdes na natureza. Segundo Santos (1987), a memorialista Joanita Cunha Santos lembra das vivências nas chamadas casas de

verão, aproveitando os riachos da Alagoinhas-Velha: “Aos domingos, uma turma de amigos de meu pai ia tomar banho no sítio, em Alagoinhas Velha, lugar muito visitado pelas pessoas da cidade...” (SANTOS, 1987, p. 45). Além destes relatos, temos os convescotes (lanches e passeios realizados no campo em meio à natureza), citados por Américo Barreiras (1902), realizados na mesma região. Outro registro válido se refere às caçadas, também citadas pelo autor, que ocorriam na Serra do Ouro (nome dado devido aos laranjais existentes na localidade). Embora a cidade deva sua construção aos bens naturais como as lagoas, rios e toda área verde, os ideais de modernidade tendiam a repelir as ligações com este espaço. Ainda assim, havia práticas enraizadas na cultura local que, mesmo sem a devida atenção dos periódicos, aconteciam de forma comum e consolidada na realidade alagoinhense. Essas práticas, em geral, ocorriam na privacidade de fazendas particulares, ou “clubes” recém-criados, como a concessão oferecida em 1926 para a criação de uma piscina balneária às margens do rio Catu. Essa permissão nos mostra o interesse, a nível gestor, de incentivar práticas esportivas aquáticas, desfrutando enfim do maior bem natural da cidade. Contudo, ainda assim se apoiavam em demandas privadas para dar conta desta tarefa (SANTOS, 1987).

Com a análise da qualidade da água será possível identificar quais parâmetros físico-químicos ou biológicos interferem mais no seu índice qualitativo, focando no seu controle para uma recuperação parcial e gradativa da vida no ecossistema aquático e, conseqüentemente, em seu entorno.

O uso de indicadores de qualidade de água, assim como a sua análise, consiste no emprego de variáveis que se correlacionam com as alterações ocorridas na microbacia, sejam estas de origens antrópicas ou naturais. Nesse aspecto, o rio Catu no Estado da Bahia, tem sido alvo de uma carga muito grande de efluentes lançados em seu leito diariamente.

Alguns indicadores que podem ter alta eficiência em demonstrar o grau de poluição dos rios são Temperatura, pH, Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Coliformes Totais, Material Sedimentável, Turbidez, Fósforo e Nitrogênio totais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Existem diversos estudos sobre a importância da água, suas propriedades e seus valores na sociedade, desde a agricultura à utilização nos afazeres domésticos, mas a água, também, é uma parte vital do nosso planeta. Todos os organismos vivos dependem dos recursos hídricos para sua sobrevivência, sendo a água vital para o equilíbrio dos ecossistemas, essencial para o desenvolvimento econômico e para a sustentabilidade dos ciclos no planeta. Além disso, nutre florestas, mantém a produção agrícola e a biodiversidade nos sistemas aquáticos e terrestres (TUNDISI, 2006).

Uma das principais fontes de poluição nos rios no Brasil é causada por esgoto doméstico, onde há falta de tratamento primário e disposição adequada. O Instituto Trata Brasil, em 2017, verificou que no país foram lançadas aproximadamente 5.622 piscinas olímpicas de esgoto não tratado na natureza. Para Santos (2018), a água está poluída quando o ser humano não consegue consumir, quando os animais aquáticos não conseguem viver nela, quando as impurezas que possuem tornam-se desagradáveis e nocivas à saúde.

A Política Nacional do Meio Ambiente, pela lei no 6.938/1981, define que a poluição é a degradação da qualidade ambiental resultante de atividade que direta ou indiretamente:

- a. Prejudique a saúde, a segurança e o bem-estar da população.
- b. Crie condições adversas às atividades sociais e econômicas.
- c. Afetem desfavoravelmente a biota.
- d. Afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente.
- e. Lancem matéria ou energia, em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (LEME, 2010).

Pode definir poluição como uma alteração ecológica, cuja alteração não incide diretamente sobre os seres vivos, mas tem uma ação indireta que degrada as condições adequadas à sua vida. Assim, as alterações ecológicas, que podem provocar a morte da fauna aquática em um rio com grande quantidade de esgotos, não estão relacionadas à presença de contaminantes ou patógenos, mas sim, à disponibilidade excessiva de matéria orgânica que degrada o ambiente aquático pela retirada de oxigênio (NASS, 2002).

De cada dez municípios brasileiros, apenas quatro são contemplados com acesso à rede geral de esgoto, sendo que o tratamento dos efluentes é realizado em apenas 28,5% dos municípios. Em relação aos resíduos sólidos, cerca de 50% dos municípios brasileiros realizam a disposição final de forma inadequada. Outro levantamento importante é o fato de

que um terço dos municípios apresenta áreas de risco em seu perímetro urbano e necessita de ações de drenagem (GARCIAS; AFONSO, 2013).

Algumas das doenças relacionadas com a falta de saneamento são a diarreia, oriunda da utilização de água não potável ou pouca qualidade, saneamento precário ou higiene pessoal infrequente e a malária, oriunda de mudanças ambientais, desflorestamento e má gestão de recursos hídricos.

Na cidade de Alagoinhas, até o ano de 2001, o sistema de esgotamento sanitário atendia a apenas 1,5% da população, enquanto o sistema de abastecimento de água atendia 98% da população urbana. A solução adotada para o esgotamento sanitário, na maioria das residências, era o emprego da fossa séptica, seguida pelo lançamento na rede pública de água pluvial, ou simplesmente a céu aberto em valas das ruas da cidade. Em 2001, o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), Alagoinhas, iniciou um programa de implantação de sistema de esgotamento sanitário na cidade, com vista à redução deste *déficit* que atinge, aproximadamente, 110.000 habitantes. Em 2018 a porcentagem de moradores atendidos pelo esgotamento sanitário subiu para 30% (ALAGOINHAS, 2018).

2.1 RECURSOS HÍDRICOS

Tucci (1997) diz que a deterioração das bacias hidrográficas situadas nas áreas urbanas é reflexo do crescimento insustentável, que ocasiona impactos significativos ao meio ambiente. Consequentemente, afeta a qualidade de vida da população, que sofre com o comprometimento do abastecimento público, inundações, falta de gestão dos resíduos sólidos, dentre outros.

A disponibilidade de água versus população mundial mostra uma distorção entre os continentes, é o que relata o informe das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos no Mundo. Exemplo disso é o continente asiático, que detém 60% da população mundial e dispõe apenas de 36% dos recursos hídricos do mundo (UNESCO, 2003).

O gerenciamento sustentável de um recurso hídrico pode ser definido em estágios: determinação do momento atual do ambiente; identificação das forças dominantes que alteram o ambiente; estabelecimento de um limite para que danos ao sistema ecológico possam ocorrer e estabelecer prognósticos da possível extensão temporal e espacial do problema, usando características locais; e desenvolvendo planos de gerenciamento (TUNDISI, 1990).

Mesmo com esse potencial hídrico, as cidades brasileiras passam por problemas de abastecimento que estão relacionados ao crescimento da demanda, ao desperdício e à urbanização descontrolada – que atinge regiões de mananciais (REBOUÇAS, 2006).

Instituída pela lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, que ficou conhecida como Lei das Águas, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) estabelece instrumentos para a gestão dos recursos hídricos de domínio federal (aqueles que atravessam mais de um estado ou fazem fronteira) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) (BRASIL, 1997).

Conhecida por seu caráter descentralizador, por criar um sistema nacional que integra União e estados, e participativo, por inovar com a instalação de comitês de bacias hidrográficas que une poderes públicos nas três instâncias, usuários e sociedade civil na gestão de recursos hídricos, a PNRH é considerada uma lei moderna que criou condições para identificar conflitos pelo uso das águas, por meio dos planos de recursos hídricos das bacias hidrográficas, e arbitrar conflitos no âmbito administrativo.

A lei nº 9.433 (BRASIL, 1997) deu maior abrangência ao Código de Águas, de 1934, que centralizava as decisões sobre gestão de recursos hídricos no setor elétrico. Ao estabelecer como fundamento o respeito aos usos múltiplos e como prioridade o abastecimento humano e dessedentação animal em casos de escassez, a Lei das Águas deu outro passo importante tornando a gestão dos recursos hídricos democrática.

O acompanhamento da evolução da gestão dos recursos hídricos em escala nacional é feito por meio da publicação do Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos, que a cada quatro anos faz um balanço da implementação dos instrumentos de gestão, dos avanços institucionais do Sistema e da conjuntura dos recursos hídricos no País.

O Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), estabelecido pela Lei nº 9.433, chamada Lei das águas (BRASIL, 1997), é um dos instrumentos que orienta a gestão das águas no Brasil. O conjunto de diretrizes, metas e programas que constituem o PNRH foi construído em amplo processo de mobilização e participação social. O documento final foi aprovado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) em 30 de janeiro de 2006.

O objetivo geral do Plano é:

[...] estabelecer um pacto nacional para a definição de diretrizes e políticas públicas voltadas para a melhoria da oferta de água, em quantidade e qualidade, gerenciando as demandas e considerando ser a água um elemento estruturante para a implementação das políticas setoriais, sob a ótica do desenvolvimento sustentável e da inclusão social (BRASIL, 1997).

Os objetivos específicos são assegurar:

- 1) a melhoria das disponibilidades hídricas, superficiais e subterrâneas, em qualidade e quantidade;
- 2) a redução dos conflitos reais e potenciais de uso da água, bem como dos eventos hidrológicos críticos e
- 3) a percepção da conservação da água como valor socioambiental relevante (BRASIL, 1997).

O PNRH encontra-se no final de sua vigência e, em uma parceria entre a ANA e o MDR(Ministério do desenvolvimento regional), está sendo elaborado o PNRH 2022-2040.

A Lei no 9.433 (BRASIL, 1997) define a estrutura jurídico-administrativa do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH), sinalizando-o como um importante instrumento de política para o setor. Com essa Lei, a gestão de recursos hídricos prevê a criação dos Comitês de Bacias Hidrográficas (COBH). Os comitês estão em uma instância descentralizada e participativa para discutir e deliberar, que têm a efetiva participação dos diferentes setores da sociedade, atuando como fóruns de decisão no âmbito das Bacias Hidrográficas (NOGUEIRA, 2004).

Segundo Tundisi (1990) alterações na quantidade, distribuição e qualidade dos recursos hídricos ameaçam a sobrevivência humana e as demais espécies do planeta, estando o desenvolvimento econômico e social dos países fundamentados na disponibilidade de água de boa qualidade e na capacidade de sua conservação e proteção.

Por vários séculos, a água vem sendo considerada pela humanidade como um recurso inesgotável, que sempre a utilizou de forma desordenada e insustentável. No século passado, com o acelerado crescimento da população brasileira e mundial, intensificou-se seu uso em diversos ramos de atividades, dentre eles doméstica, agrícola e industrial. Isso conduziu a comunidade mundial à constatação de que a água se torna cada vez mais, um bem escasso, o que deveria levar todos a uma melhor convergência do uso racional e equilibrado para sua conservação.

Realmente, a escassez de água tem sido objeto de preocupação em todo o planeta, pois com a população mundial crescendo de forma acelerada, existirá, também, uma demanda crescente por água. Entretanto, a crise, de alguma forma, é um problema de gerenciamento, um caso de alocação e de distribuição, e não um simples problema de suprimento (VON SPERLING, 2005).

Quanto à qualidade da água, muitos estudos são realizados mundialmente, como o estudo de Carreón *et al.* (2013), na lagoa Yuriria, no México, nos períodos de 2005 e 2009-2010, com a finalidade de avaliar variações espaciais e temporais das características da água. Em outro estudo realizado, Goher *et al.* (2014), no Canal de Ismaília, no rio Nilo no Egito,

avaliaram o Índice de Qualidade da Água (IQA) e de alguns metais pesados. Chán Santisteban e Peña (2015) avaliaram alguns parâmetros de qualidade da água numa bacia da Guatemala que abastece a cidade para o consumo urbano (PIRATOBA *et al.*, 2017).

No Brasil, também, existem estudos como os de Bucci e Oliveira (2014) que avaliaram a qualidade da água e o estado trófico na Represa Dr. João Penido, em Juiz de Fora-MG. Lobato *et al.* (2015) avaliaram a qualidade da água no lago Tucuruí-PA. Outro estudo de Oliveira e Cunha (2014), realizado no rio Jari-AP, avaliou a variabilidade da qualidade da água, sob influência da precipitação mensal. Observa-se que estes estudos são importantes fontes de informações para conhecer as características e os efeitos de ações naturais e antrópicas exercidas nos corpos de água (PIRATOBA *et al.*, 2017).

A Bahia ocupa uma área de superfície de 561.026 km² e é um dos principais estados brasileiros em recursos hídricos. Os seus principais rios pertencem a dois grandes grupos: um liderado pelo Rio São Francisco e seus afluentes – Caririnha, Correntes, Grande e seus afluentes e Preto; e o segundo grupo compreende os rios que correm diretamente para o Atlântico – Mucuri, Jequitinhonha, Pardo, Contas, Paraguaçu, Itapicuru e Vaza Barris (INEMA, 2010).

Alguns trabalhos desenvolvidos em nossa região nordeste, destacam problemas em rios como o Camaçari com o objetivo de diagnosticar a qualidade da água do rio Camaçari-BA (SOMMER, 2013), através de análises realizadas *In situ* e *Ex situ*, identificando as principais fontes de poluição e descrevendo possíveis medidas mitigadoras, bem como no rio Pojuca (PINHEIRO, 2017) com o objetivo de avaliar a qualidade e gestão das águas superficiais na Bacia do Rio Pojuca, a partir de dados de monitoramento obtidos pelo Programa Monitora, do INEMA (BAHIA, 2010).

No Brasil, os problemas são pluralizados e têm a sua variação por meio do desenvolvimento e da sua espacialidade hídrica. Temos no Sul e no Sudeste problemas de poluição, principalmente ocasionadas pelas indústrias. No Centro-Oeste, a mineração e os agronegócios. No Norte, os desmatamentos, e no Nordeste, a escassez de água proveniente da seca que afeta diversos municípios. O Quadro 1 mostra o cenário dos principais problemas a serem transpostos para proteger os recursos hídricos na região Nordeste (ABEMA, 1993).

Quadro 1 – Problemas a serem transpostos para a proteção dos recursos hídricos

REGIÃO	ATIVIDADE	QUESTÕES CRÍTICAS	ÁREA DE OCORRÊNCIA
Nordeste	Agroindústria sucroalcooleira	Poluição hídrica	Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Alagoa
	Agricultura extensiva em latifúndios	Desmatamento, poluição por agrotóxicos	Maranhão, Rio Grande do Norte, Piauí, Paraíba e Bahia
	Pólos industriais e grandes indústrias	Poluição hídrica	Bahia, Alagoas, Maranhão e Sergipe
	Prospecção e exploração de petróleo e gás natural	Contaminação de lençóis freáticos e cursos d'água superficiais e desmatamento	Rio Grande do Norte, Sergipe e Bahia.

Fonte: Ribeiro (2011)

A microregião de Aramari, Alagoinhas, Catu e Pojuca têm como principal rio o Catu. O nome desse rio tem como significado “água boa”. Esse nome indígena tinha grande importância para os índios que habitavam essa região. O problema está na sua situação atual. O rio passa por um processo crônico de degradação ambiental, tendo como fatores preponderantes para isso, os efluentes sanitários oriundos dos domicílios residenciais e das indústrias. Esse processo de degradação afastou a população das práticas de banho, da pesca, do seu consumo de água, mudando consideravelmente os hábitos das comunidades que precisavam do rio Catu (RIBEIRO, 2011).

Vale ressaltar que o conjunto de ações produzidas pelas atividades humanas, somadas à industrialização e ao crescimento das áreas urbanas em zonas que apresentam fragilidade ambiental intensifica o processo de degradação dos recursos hídricos, limitando as formas de uso e causando comprometimento da vida aquática (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008).

Segundo Von Sperling (2005), a qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem, intrinsecamente ligada ao uso que se deve dar a esta água.

[...] os requisitos de qualidade de uma água são função de seus usos previstos. Para o abastecimento de água de uso doméstico, esta deve apresentar-se: isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde; isenta de organismos prejudiciais à saúde; adequada para serviços domésticos; com baixa agressividade e dureza; esteticamente agradável (baixa turbidez, cor, sabor e odor; ausência de micro-organismos) (VON SPERLING, 2005, p. 40).

Segundo Santos (2008), as quatro fontes (Natural, Industrial, Urbana e Agropastoril) de poluição dos rios e córregos que percorrem áreas urbanas e rurais estão associadas ao tipo de uso e ocupação do solo, possuindo características próprias quanto aos poluentes que cada uma delas carrega para as águas naturais. As indústrias lançam uma variedade maior de

contaminantes que estão relacionados com os tipos de matérias-primas e processos utilizados. Além dessas fontes pontuais, existem ainda os deflúvios superficiais urbanos e agrícolas. Os resíduos domésticos e industriais constituem o grupo das fontes pontuais por se restringirem a um simples ponto de lançamento, o que facilita o sistema de coleta por meio de rede ou canais (VON SPERLING, 2007).

2.2 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

Os parâmetros indicadores ambientais são utilizados como suporte na tomada de decisão, pois possuem a capacidade de simplificar a realidade de um determinado ambiente facilitando sua compreensão; além de tornar mais eficaz a comunicação dos dados brutos, adaptando-os à linguagem e aos interesses dos gestores locais (FELIPPE; MAGALHÃES JÚNIOR, 2012).

Nesse sentido, a Companhia de Tecnologia em Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) (SÃO PAULO, 2009) ressalta que a funcionalidade de um indicador depende da seleção adequada, pois este fator é fundamental para caracterizar a área em estudo, portanto deve estabelecer um conjunto de critérios que possam efetuar a avaliação de forma que tenha validade, coerência, objetividade e consistência.

Diante do exposto, entende-se que é preciso selecionar variáveis capazes de traduzir as peculiaridades do ambiente. Portanto, ao se tratar de recursos hídricos, os indicadores tornam-se um valioso instrumento para avaliação da qualidade da água, servindo como ferramenta auxiliar na gestão dos mesmos. Os indicadores de qualidade de água retratam, através dos resultados das análises, o tipo de poluente que a bacia hidrográfica recebe (TUCCI; MENDES, 2006).

Segundo o Programa Nacional do Meio Ambiente (PNMA, 2009) os indicadores devem ser escolhidos, levando-se em consideração as fontes poluidoras da região que podem ser identificadas, através do levantamento de uso do solo na bacia. Além de proporcionar um diagnóstico seguro dos ecossistemas aquáticos, os parâmetros indicadores de qualidade de água estão relacionados, em nível global e nacional, ao desejo de melhoria da qualidade de vida e, principalmente, controle de doenças que afetem a saúde humana (FELIPPE; MAGALHÃES JÚNIOR, 2012).

A água contém, geralmente, diversos componentes, os quais provêm do próprio ambiente natural ou foram introduzidos, a partir de atividades humanas. Para caracterizar uma água, são determinados diversos parâmetros, os quais representam as suas características físicas, químicas e biológicas. Esses parâmetros são indicadores da qualidade da água e

constituem impurezas quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso. Os principais indicadores de qualidade da água são discutidos a seguir, separados sob os aspectos físicos, químicos e biológicos (BRASIL, 2015).

2.2.1 Parâmetros Físicos

• Temperatura

A temperatura da água é influenciada por fatores como altitude, latitude, estações do ano, período do dia, vazão e profundidade. Exerce influência direta nos processos metabólicos, sendo uma variável determinante de vários processos químicos, físicos e biológicos que ocorrem no meio aquático (SÃO PAULO, 2012). Atividades antrópicas como o lançamento da água de torres de resfriamento, caldeiras e outros despejos de esgotos domésticos ou efluentes industriais, também, podem ocasionar interferência na temperatura dos corpos hídricos (HESPANHOL, 2009). Os organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica, com o aumento da temperatura, as atividades microbianas são aceleradas, ocasionando aumento no consumo de oxigênio, que resulta na diminuição dos gases dissolvidos na água (PAIVA; SOUZA, 2010). A liberação de gases com odores desagradáveis pode gerar mau cheiro no local (VON SPERLING, 2005).

2.2.2 Parâmetros físicos por percepção

• Turbidez

A turbidez da água indica o grau de atenuação que um feixe de luz sofre ao atravessar a água e se deve à matéria em suspensão, como argila, silte, substâncias orgânicas finamente divididas. A presença de turbidez pode ocorrer naturalmente em virtude do processo de erosão, e artificialmente, em razão de despejos domésticos e industriais. Do ponto de vista sanitário, a turbidez poderá afetar esteticamente os corpos d'água ou ainda encarecer os processos de tratamento para fins de abastecimento público e industrial. Em relação à fauna e flora, elas poderão sofrer distúrbios por causa da redução da penetração de luz (DERISIO, 2007).

• Material sedimentável

Indica o assoreamento do rio, ou seja, o entupimento do seu leito. Quando esse material é orgânico, em grande quantidade, pode entrar em putrefação e causar mau cheiro, consumindo o oxigênio do rio. A quantidade do material sedimentável pode ser avaliada,

colocando-se a água em repouso num copo transparente. Basta aguardar por uma hora e depois verificar quanto material se formou no fundo do copo (SOSMA, 2016).

- **Cheiro**

Normalmente a água não possui cheiro. Em regiões alagadiças, como mangues e pântanos, pode apresentar leve cheiro de barro, ou mofo. Já a poluição causada por esgotos e outras matérias em decomposição, produz forte “odor de ovo podre” (gás sulfídrico), ou cebola estragada” (mercaptanas), ambos compostos à base de enxofre (SOSMA, 2016).

- **Lixo e Espumas**

É tudo aquilo que é transportado pelo rio. O importante é separar na avaliação o que é natural, como folhas e galhos; dos produtos industrializados, garrafas, plásticos, pneus etc. No caso das espumas, é importante ter um cuidado especial, pois elas podem ser naturais, quando formadas pela agitação das águas, ou decorrentes de produtos industrializados, como aquelas em grandes blocos que se deslocam com a correnteza e são originadas por detergentes provenientes de esgotos domésticos e resíduos industriais (SOSMA, 2016).

2.2.3 Parâmetros Químicos e Biológico

- **potencial Hidrogeniônico (pH)**

O potencial Hidrogeniônico (pH) influencia nos processos biológicos e químicos da água, por isso são estabelecidos limites aceitáveis de faixas de pH, de acordo com o enquadramento dos corpos d'água em classes, estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (SÃO PAULO, 2012). As faixas de pH variam entre 0 e 14, indicando se o meio é ácido (menor que 7), básico (maior que 7) ou neutro (igual a 7), cujo pH ideal para a manutenção da vida aquática deve estar entre 6 e 9.

- **Oxigênio Dissolvido (OD)**

O oxigênio é de essencial importância para os organismos aeróbios (que vivem na presença de oxigênio). Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar redução no seu meio (VON SPERLING, 2005), indicando o grau de arejamento da água. É um excelente indicativo da qualidade da água. A presença de OD é de vital importância para os seres aquáticos aeróbicos. A introdução de OD nos recursos hídricos ocorre por meio da fotossíntese, da ação de aeradores ou do próprio contato do ar atmosférico. O OD é o critério mais importante na

determinação das condições sanitárias das águas superficiais. A ausência de O^2 num corpo d'água permite a vida dos micro-organismos anaeróbicos, que se caracterizam por não possuírem a enzima superóxido dismutase, que degrada radicais tóxicos, originados com a presença de oxigênio (MACÊDO, 2001).

• Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Pode ser entendida como a quantidade de oxigênio necessária para a oxidação da matéria orgânica, mediante a ação de bactérias. É uma medida que procura retratar em laboratório o fenômeno a ser realizado no corpo d'água. A DBO é um teste padrão, realizado a uma temperatura de 20°C e durante um período de incubação, também, fixo (cinco dias). É um indicador da presença de matéria orgânica e pode ser definido como a quantidade de oxigênio necessária para a oxidação da matéria orgânica por meio de um agente químico (DERISIO, 2007).

• Nitrogênio Total

Os elementos nitrogênio e fósforo, conhecidos também como nutrientes ou bioestimulantes, são fundamentais para o crescimento de micro-organismos, plantas e animais. O nitrogênio orgânico faz parte das moléculas de proteínas vegetais e animais, a sua presença no corpo hídrico indica uma poluição recente por esgoto bruto. O nitrogênio amoniacal é resultado da decomposição do nitrogênio orgânico por micro-organismos heterotróficos, e indica uma poluição relativamente recente. O nitrito é uma forma intermediária de curta duração resultante da oxidação da amônia (NH_3) por bactérias nitrossomas. Por fim, a forma nitrato é o produto da oxidação do nitrito por bactérias *nitrobacter* e caracteriza uma poluição antiga (NUVOLARI, 2011).

• Fósforo

É um nutriente essencial para o crescimento de micro-organismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica (VON SPERLING, 2005). O fósforo é um elemento de destacada importância para a produtividade da água. Sua concentração dentro dos organismos vivos é maior que fora deles, se comparada com outros elementos. A ausência de fósforo pode ser o maior obstáculo ao incremento da produtividade da água (MACÊDO, 2001).

Os micro-organismos (bactérias, fungos, algas, protozoários, vírus e helmintos) desempenham diversas funções de fundamental importância, principalmente às relacionadas com a transformação da matéria dentro dos ciclos biogeoquímicos. No trabalho biológico dos

esgotos, os micro-organismos são os responsáveis pelas reações de conversão da matéria orgânica e inorgânica (VON SPERLING, 2005).

• Coliformes Totais

São indicadores de presença de micro-organismos patogênicos na água; os coliformes termotolerantes existem em grande quantidade nas fezes humanas e, quando encontrados na água, significa que a mesma recebeu esgotos domésticos, podendo conter micro-organismos causadores de doenças (SOSMA, 2016).

• Bioindicadores

Os bioindicadores correspondem às espécies, ou grupos de espécies, cuja presença, em abundância, ou seu estado, indicam certa qualidade ambiental. São seres vivos que estão relacionados a alguma condição no ambiente analisado, cujas características estão explicitadas a seguir:

Larvas vermelhas: as larvas vermelhas são os oligoquetos. São animais invertebrados bem pequenos, com cerca de 3 a 5 cm de comprimento em um tom vermelho, puxado para o marrom. Estes seres podem ser vistos sobre o solo, em áreas de margem, sem correnteza. A presença deles tem a ver com matéria orgânica presente no rio, portanto podem ser vistos em regiões com rios limpos, mas que tenham restos vegetais em decomposição na água. Nesta situação, serão vistos isolados. Contudo, em rios com certo grau de poluição por esgoto, costumam formar colônias que são facilmente visíveis. Em rios poluídos, eles têm grande quantidade de alimento.

Larvas transparentes, escuras ou pequenos moluscos: as larvas transparentes correspondem às larvas de peixes, que parecem bastante com fios de cabelos branco. As larvas escuras podem ser consideradas como larvas de insetos ou de anfíbios, neste caso, são os girinos. Pequenos seres com conchas presentes na água são os moluscos. Todos estes pequenos animais dependem de uma boa condição da água, ou seja, se notada sua presença em quantidade é um bom indicador da qualidade deste rio.

Peixes: os peixes, em sua maioria, dependem do Oxigênio Dissolvido na água para sobreviver. Havendo fontes de poluição do rio, imediatamente as bactérias iniciam o processo de depuração deste corpo d'água e para isto, consomem o oxigênio. Sendo assim, quando há diminuição de oxigênio, os peixes podem morrer, ou, deixar de se reproduzir, portanto desaparecendo. Algumas espécies como os guarus, sobrevivem em baixíssima condição de Oxigênio Dissolvido, logo não são indicadores da qualidade de

água. Importante buscar identificar além da presença, a diversidade das espécies de peixes. Se visualmente for difícil identificar, vale uma conversa com moradores mais antigos da região para saber o histórico das espécies de peixes. (SOSMA, 2016).

2.3 PRINCIPAIS CAUSAS DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DOS RIOS

Existem várias causas de degradação dos rios como supressão de Matas Ciliares, Defensivo Agrícola, Assoreamento, Esgotos Domésticos e Industriais. Diferente das matas de galerias que circundam os rios de pequeno porte, as Matas Ciliares destacam-se por ocuparem áreas apenas ao longo de rios grandes e médios, como é o caso do rio Catu e têm a função de protegê-los. Logo, a devastação dessas contribui para o assoreamento, erosão e, consequentemente, a turbidez das águas.

A Lei nº 4.771 (BRASIL, 1965) incluiu as matas ciliares como áreas de preservação permanentes. Sendo assim, toda vegetação presente nas margens dos rios e no entorno de sua nascente deve ser preservada. Essa preservação passa pela largura mínima de faixa da mata e pela largura do rio. A Tabela 1 apresenta as dimensões das faixas de preservação da mata ciliar, em relação à largura dos rios e lagos.

Tabela 1 – Dimensões das faixas de preservação da mata ciliar, em relação à largura dos rios

SITUAÇÃO	LARGURA MÍNIMA DA FAIXA
Rios com menos de 10m de largura	30m em cada margem
Rios com 10 a 50m de largura	50m em cada margem
Rios com 50 a 200m de largura	100m em cada margem
Rios com 200 a 600m de largura	200m em cada margem
Rios com largura superior a 600m	500m em cada margem
Nascentes	Raio de 50m
Lagos ou reservatórios em áreas urbanas	30m ao redor do espelho d'água
Lagos ou reservatórios em zona rural, com área menor que 20 há	50m ao redor do espelho d'água
Lagos ou reservatórios em zona rural, com área igual ou superior a 20 habitantes	100m ao redor do espelho d'água
Represas de hidrelétricas	100m ao redor do espelho d'água

Fonte: Ribeiro (2011, p. 32)

Outro motivo forte para a degradação dos rios é a presença de esgoto. Segundo uma pesquisa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), realizada em 2008, 35 milhões de brasileiros não têm rede coletora de esgoto. No Nordeste, o esgotamento sanitário ainda é mais crítico (PAULA FERREIRA; GARCIA, 2017).

Apenas 28,5% dos municípios brasileiros fizeram tratamento de seu esgoto, o que impacta negativamente na qualidade de nossos recursos hídricos. Na Região Sudeste, onde 95,1% dos municípios possuíam coleta de esgoto, e com o melhor índice de tratamento,

menos da metade deles (48,4%) o trataram. No Nordeste, esse índice ficou em 19% dos municípios pesquisados. Na Bahia, assim como em todo o Nordeste, houve um crescimento no tratamento do esgoto. Isso tem ajudado a melhorar a qualidade de vida dos habitantes e dos recursos hídricos (RIBEIRO, 2011).

Jordão e Pessôa (2011) afirmam que a palavra esgoto era utilizada para definir, tanto a tubulação condutora, como também, os próprios líquidos que são conduzidos. Hoje, além de a palavra ser utilizada somente para descrever os despejos provenientes de alguns usos da água, os autores afirmam que uma aversão a ela, considerada injustificada por eles, levou ao emprego por vários autores do termo “águas residuárias”.

A classificação dos esgotos é comumente feita em dois grupos principais: esgotos domésticos e industriais. Os primeiros são compostos por despejos domésticos, águas pluviais, águas de infiltração e, eventualmente, por pequenas parcelas de despejos industriais com características bem definidas. São provenientes de atividades diárias, domésticas e comerciais, devido à utilização de banheiros, cozinhas e lavanderias. Sua constituição é basicamente água de banhos, urina, fezes, papéis, sabão, restos de comida, detergentes e águas de lavagem. Já os esgotos industriais, são advindos de qualquer utilização industrial das águas, e possuem uma grande variedade de características em função da atividade desenvolvida (JORDÃO; PESSÔA, 2011).

Os problemas relativos à qualidade da água envolvem um espectro bastante amplo dentro das áreas de estudo hidroambiental e na determinação das potenciais fontes de contaminação resultantes de: disposições inadequadas dos resíduos líquidos e sólidos, de natureza doméstica e industrial; alterações provocadas por empreendimentos para geração de energia (barragens); resfriamento de águas de termelétricas, além das práticas agrícolas e de criação de animais em pequenas áreas nas bacias urbanas. Todas essas ações antropogênicas acarretam impactos que se inter-relacionam com os processos naturais que ocorrem na bacia (VASCONCELOS; SOUZA, 2011).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 TIPO DE PESQUISA

A pesquisa foi feita baseada em dados primários e secundários que constituem na coleta de informações, por meio de observações em campo da área de estudo, conteúdos, fotos, descrições, comparações com registros anteriores, avaliação e comparação de análises laboratoriais da água.

Através de dados concretos, por meio de estudos, observações e levantamentos, estudou-se a influência dos parâmetros físico-químicos e biológicos na qualidade dessa água, através do monitoramento desses índices, tornando pública a real situação de degradação do rio Catu e o impacto que isso causa ao ecossistema e ainda pode causar as gerações futuras.

3.2 ÁREA ESTUDADA

O município de Alagoinhas está localizado no Território de Identidade do Litoral Norte e Agreste Baiano, com área aproximada de 752,4 km², sob o ponto médio de coordenadas 12° 08 'S e 38°25'W, altitude média de 132m. Apresenta clima úmido a subúmido, com temperatura média anual de 23,9°C, cujo período chuvoso de abril a julho, com média de 171,07mm (BAHIA, 2013).

Com exceção dos Pontos 1 e 5, por serem nascentes e um ponto mais preservado, os demais pontos foram escolhidos para serem avaliados, em razão da grande carga de ação antrópica de efluentes domésticos e industriais, supressão de mata ciliar e ação de defensivos agrícolas, também, pelo fato de serem os poucos pontos de possível coleta restantes do rio Catu. A Figura 1 apresenta os seis pontos de coleta do rio Catu.

O estudo está voltado para a avaliação de características físicas, químicas e microbiológicas da água do rio. Para tanto, foram realizadas duas coletas de amostras de água do rio Catu *in situ*, uma em abril de 2022, correspondendo ao fim do período seco, e outra, em agosto de 2022, correspondendo ao fim do período chuvoso, onde foram respeitadas as regras básicas de coletas que serão detalhadas na sequência. As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Microbiologia do Centro de Pesquisa em Ecologia e Recursos Hídricos (CEPERH) da UNEB, com o auxílio do *kit* do SOSMA.

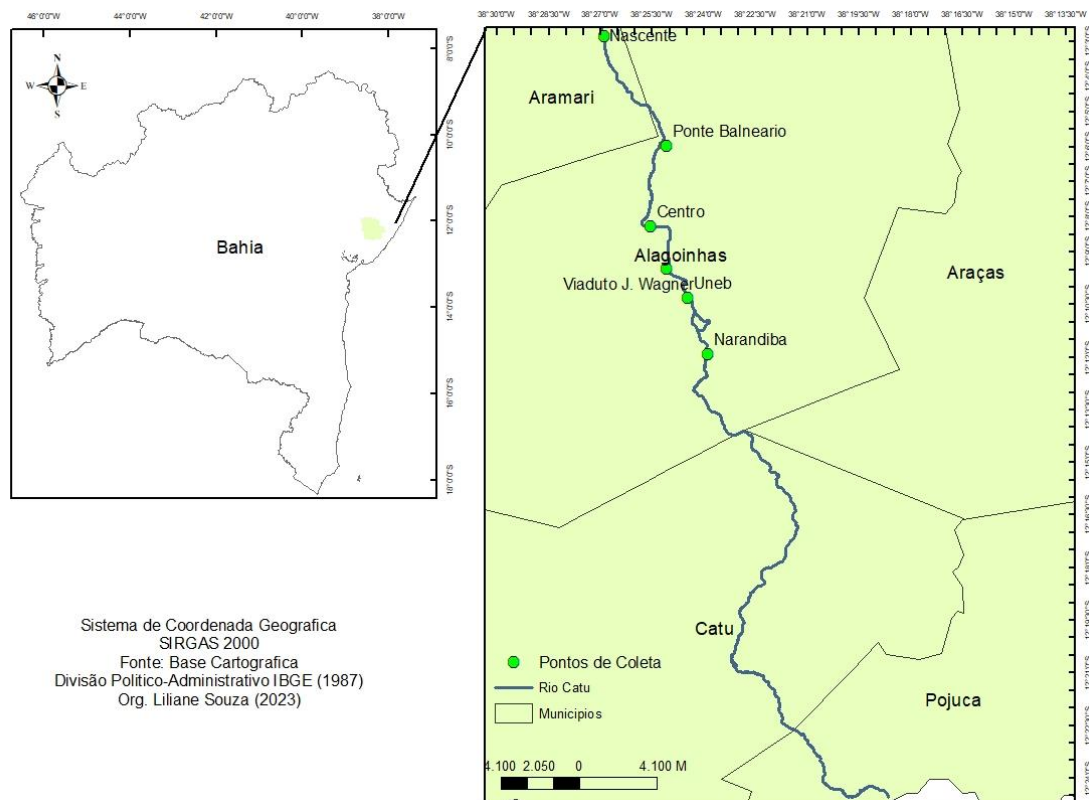
Com quase 80km de extensão, o rio Catu nasce no distrito de Catuzinho, zona rural do município de Aramari, próximo ao Buri e deságua no município de Pojuca. Com cerca de

40% de sua extensão em Alagoínhas e com uma média de 5km de distância entre os seis pontos.

A escolha do trecho do rio Catu a ser analisado vai do ponto 1 ao ponto 6, como mostra o mapa na Figura 1, e as coordenadas no Quadro 2, sendo que:

- P1 fica na chamada nascente na fazenda do Sr Julião no Catuzinho;
- P2 está em uma ponte próxima ao Balneário Mr. Jones;
- P3 no Centro da cidade;
- P4 na Avenida Joseph Wagner, próxima às indústrias de bebidas e embalagens;
- P5 em um terreno pertencente a Universidade do Estado da Bahia (UNEB), antiga Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA);
- P6 saindo de Alagoínhas, próximo a uma indústria alimentícia, chegando no distrito de Narandiba, como mostram o Quadro 2 e a Figura 2.

Figura 1 – Mapa dos pontos de coleta



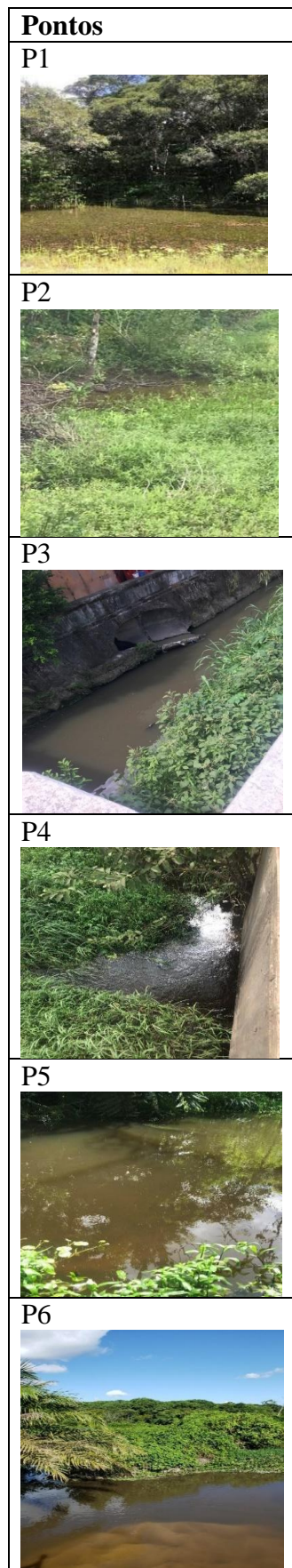
Fonte: BRASIL (2000). Adaptado pela autora (2022)

Quadro 2 – Descrição dos pontos de amostragem

Pontos	Localização	Horário de coleta	Descrição
P1(L-0560049, O-8668044)	Fazenda do Sr Julião no Catuzinho	Dia 30/04 às 09h Dia 27/08 às 08h20min	Ponto mais preservado por ser a nascente e estar dentro de uma propriedade privada
P2(L-0563352, O-8662287)	Ponte próxima ao Balneário Mr. Jones	Dia 30/04 às 10h30min Dia 27/08 às 09h30min	Ponto já com descarga de despejos domésticos
P3(L-0562526, O-8658070)	Centro da cidade	Dia 30/04 às 12h Dia 27/08 às 11h	Ponto mais comprometido por estar no centro da zona urbana
P4(L-0563326, O-8655818)	Av. Joseph Wagner, próxima às indústrias de bebidas e embalagens	Dia 30/04 às 13h Dia 27/08 às 11h40min	Ponto com despejos industriais e próximo da zona urbana
P5(L-0564465, O-8654286)	Terreno pertencente a UNEB	Dia 30/04 às 14h30min Dia 27/08 às 12h30min	Ponto com mata ciliar preservada
P6(L-0565537, O-8651340)	Próximo a uma indústria alimentícia, chegando no distrito de Narandiba	Dia 30/04 às 15h30min Dia 27/08 às 13h30min	Ponto distante da zona urbana, porém, também, próximo a uma indústria

Fonte: A Autora (2022)

Figura 2 – Pontos de amostragem



Fonte: A Autora (2022)

3.3 COLETA DOS DADOS







A metodologia de monitoramento, que é semiquantitativa colorimétrica, vem sendo aplicada e aprimorada pelo projeto *Observando os Rios* (SOSMA, 2016), desde 1993, com o objetivo de proporcionar condições e instrumentos para que a sociedade compreenda e identifique os fatores que interferem na qualidade da água e, dessa forma, possa se engajar na gestão da água e do meio ambiente (SOSMA, 2016).

Os procedimentos utilizados para a análise da água seguiram o padrão estabelecido no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Empregou-se a metodologia do *kit* do *Observando os Rios* (SOSMA, 2016)¹ e aplicou-se a Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005). Para atender a esta metodologia, a equipe da ONG buscou a empresa LaMotte, que é dos EUA e Canadá, para que pudesse fornecer reagentes exclusivos para este tipo de análise e projeto. O Kit do SOSMA consta de uma sacola contendo vidrarias e reagentes específicos para análise de cada parâmetro, além de frasco coletor com nylon, isopor, cartelas colorimétricas indicadoras, manual e fichas guias.

No próprio local da coleta (*in situ*) (Figura 3), utilizando-se um frasco coletor, respeitando-se a profundidade média de 10 cm da superfície do espelho d'água e o tempo de exposição da amostra, que varia conforme o tipo de parâmetro, extraiu-se uma quantidade mínima necessária do material, cerca de meio litro de água, com o auxílio do *Kit* SOSMA: análise de turbidez, material sedimentável, OD, pH, Nitrato e Fosfato e, também, da temperatura. Após a identificação as amostras foram acondicionadas em uma sacola dentro de isopor e conduzidos ao laboratório de Microbiologia do CEPERH-UNEB onde ficaram acondicionadas entre dois e cinco dias e em seguida se procedeu com as análises de coliformes totais e DBO.

¹ Criada na década de 90, pelos pesquisadores professores Aristides de Almeida Rocha e o Ben Hur Batalha, ambos já falecidos.

Figura 3 – Momentos de coleta

Foto	
	1
	2
	3
	4
	5
	6

Legenda: Ponto 1; Ponto 2; Ponto 3; Ponto 4; Ponto 5; ponto 6
Fonte: A Autora (2022)

Para a análise da temperatura, usou-se um termômetro simples de mercúrio para imersão, com proteção plástica resistente.

3.4 PARÂMETROS FÍSICOS POR PERCEPÇÃO

No caso dos parâmetros físicos por percepção – turbidez – a amostra de 10 ml de água foi colocada no turbidímetro para medir a turbidez em Unidade de Turbidez Jackson (UTJ). No caso do cheiro, apenas no frasco maior coletor, observou-se um cheiro de ovo podre ou apenas capim e mofo.

Outros parâmetros perceptivos como materiais sedimentáveis – espuma e lixo – também, foram observados no rio e na amostra avaliando e pontuando segundo a quantidade presente no momento da coleta. No caso do sedimento, utilizou-se a técnica da decantação, colocando a água em repouso num recipiente transparente, e avaliando a presença ou ausência e quantidade da espuma e lixo.

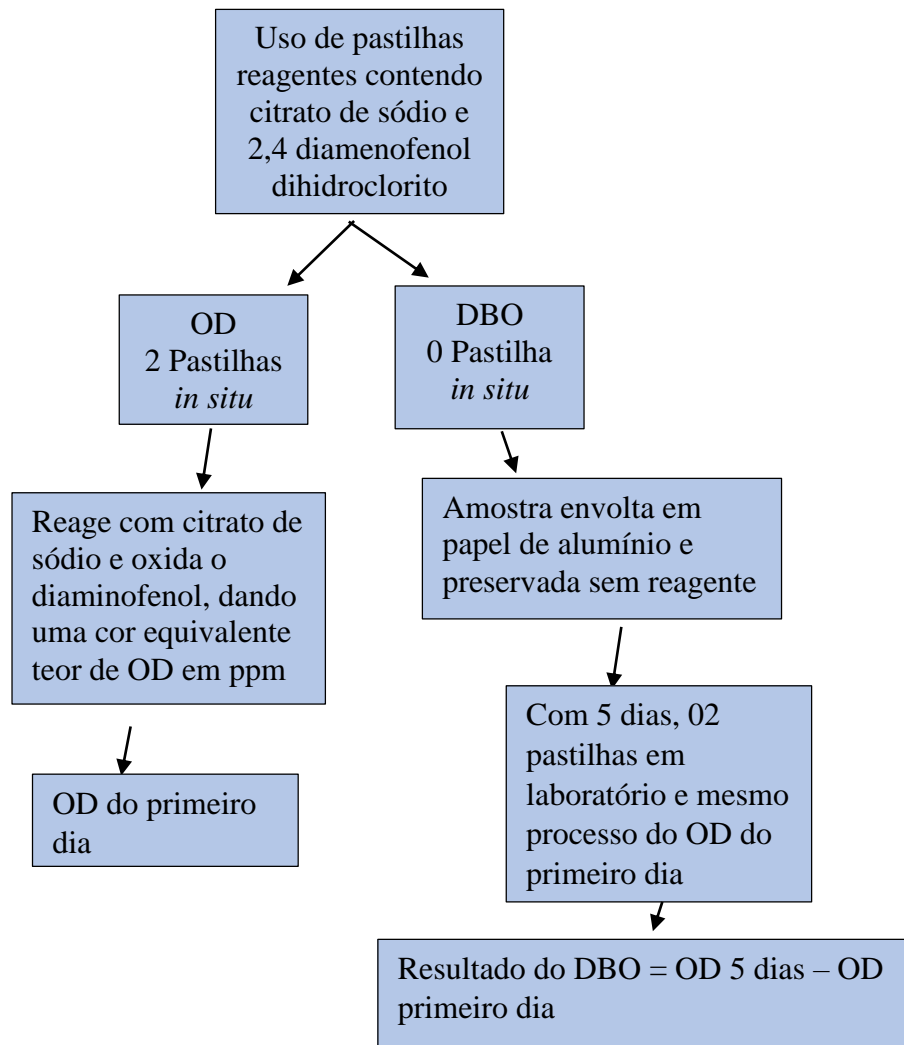
3.5 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E BIOLÓGICOS

Para parâmetros químicos, como o pH, o procedimento metodológico é o colorimétrico com reagentes em pastilhas de pH Faixa Estendida, que possuem uma mistura de indicadores de pH e mudam de cor, de acordo com o valor de pH na amostra. Sabendo-se que o pH varia de 0 a 14, onde sendo menor que 7 indica meio ácido, maior que 7 indica meio básico e igual a 7 indica meio neutro.

Na análise do OD foram utilizadas duas pastilhas (reagentes), anotando-se o resultado em ppm parte por milhão (ppm) e este foi anotado como OD do primeiro dia para ser utilizado no cálculo da DBO. O reagente em tablete de OD contém citrato de sódio e 2,4 diaminofenol dihidroclorito. O OD presente na amostra reage com o citrato de sódio, oxidando o 2,4 diaminifenol, desenvolvendo uma coloração característica e proporcional ao teor de oxigênio da amostra.

Para a análise de DBO, envolvem-se as amostras em papel de alumínio sem adicionar reagente. Realizou-se o procedimento metodológico em laboratório, mediante o uso de duas pastilhas de permanganato de potássio para obtenção da cor rosada e resultado do OD, após o quinto dia de coleta. O resultado da DBO foi a subtração do valor do OD do primeiro dia, menos o valor do OD quinto dia, conforme Figura 4.

Figura 4 – Fluxograma de Procedimentos – Metodologia OD e DBO



Fonte: A autora (2022)

Para a dosagem do nitrato, adotou-se como procedimento o método colorimétrico sendo o reagente Nitrato #1. A base de ácido sulfâmico foi colocada primeiro e após agitar por alguns segundos até total dissolução, adicionou-se a pastilha Nitrato#2 CTA com zinco. Agitou-se, mais uma vez, e deixou-se em repouso por 5 minutos para formar uma coloração rósea, como mostra a Figura 5.

Figura 5 – Parâmetros físicos, químicos e biológicos da qualidade da água



a – Temperatura



b – Turbidez



c – pH



d – Coliformes



e – Oxigênio Dissolvido e Demanda Bioquímica de Oxigênio



f- Nitrato



g- Fosfato

Fonte: SOSMA (2016). Organizado pela autora (2022)

Com o fosfato, o procedimento adotado, também, foi o colorimétrico onde se adicionou apenas 1 reagente, contendo molibdato de amônia e depois da agitação e de aguardar cinco minutos, após reação pelo Ácido Ascórbico, também, contido na pastilha, originou-se um complexo de cor azul.

Na análise do parâmetro biológico, adotaram-se coliformes totais, colocando-se na amostra de 10ml de água, cuja cubeta já continha o reagente, como mostra a Figura 5. Deixou-se em repouso e longe da luz por 48hs, até que o indicador mudasse a coloração do líquido para amarelo, em caso positivo; ou ficasse vermelho mais escuro e com ausência de coliformes, dando um resultado negativo.

3.6 BIOINDICADORES

Adotou-se, também, o uso de bioindicadores como Peixes e Larvas Transparentes (indicadores positivos), ou Larvas Vermelhas (indicadores negativos) quando o método de percepção visual, sempre verificando a presença desses seres não apenas na amostra, mas também no corpo d'água.

Após registro de todos os valores das análises, em fichas próprias do *kit* SOS (Tabela 2), para cada um dos seis pontos e, conseqüente, soma das pontuações, classificou-se a água como ótima, boa, regular, ruim ou péssima. Os parâmetros recebem nota 1, 2 ou 3.

Tabela 2 – Ficha-Gia de avaliação da qualidade da água. Categorização dos Parâmetros

Valores	T	E	L	C	MS	P	LV	LT	CO	OD	DBO	pH	N	P
1	Poucos centímetros	Muita	Muito	Ovo podre	Alto	Nenhum	Muitas	Nenhuma	Positivo	Menos que 4ppm	Maior que 8ppm	Acima de 9 ou abaixo de 5	Entre 20 e 40ppm	Acima de 2ppm
2	Até 1m	Pouca	Pouco	Mofo	Baixo	Pouco	Poucas	Raras	-----	Entre 4 e 6ppm	Entre 8 e 4ppm	Entre 7 e 9 ou entre 5 e 6	Entre 20 e 5ppm	Entre 2 e 1ppm
3	Mais de 1m	Nenhuma	Nenhum	Nenhum	Ausente	Muito	Nenhuma	Frequentes	Negativo	Acima de 6ppm	Entre 4 e 0ppm	6 ou 7	Abaixo de 5ppm	Menor que 1ppm

Legenda:

T= Turbidez

E= Espumas

L= Lixo

C= Cheiro

MS= Material sedimentável

P= Peixes

LV= Larvas Vermelhas

LT= Larvas Transparentes

CO= coliformes

OD= Oxigênio Dissolvido

DBO= Demanda Bioquímica de Oxigênio

pH= Potencial Hidrogeniônico

N= Nitrogênio

P= Fósforo

Fonte: A autora (2022)

Tabela 3 – Categorização final por cores

Pontuação	Nota final
Entre 14 e 20 pontos	Péssima- Vermelho
Entre 21 e 26 pontos	Ruim- Laranja
Entre 27 e 35 pontos	Regular- Amarelo
Entre 36 e 40 pontos	Boa- Verde
Acima de 40 pontos	Ótima- Azul

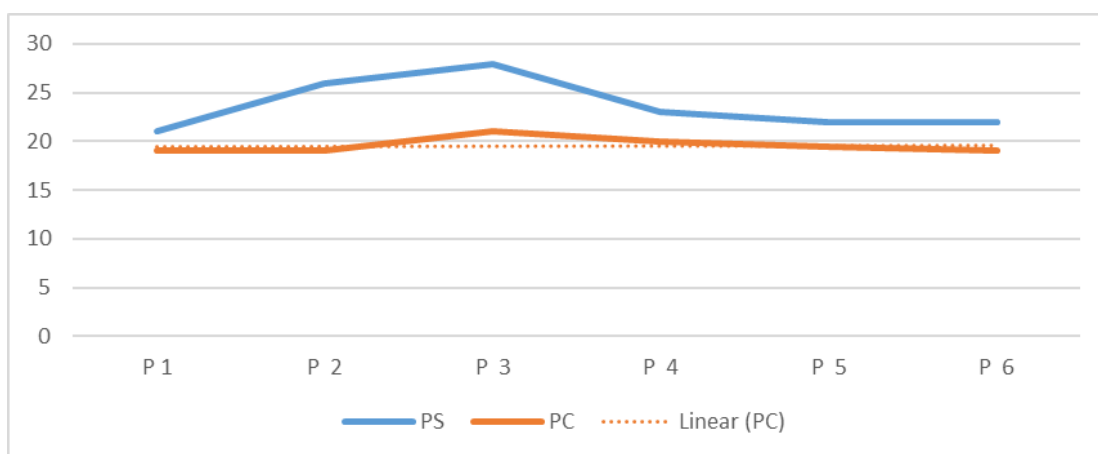
Fonte: Adaptado com cores do SOS Mata Atlântica (SOSMA, 2016)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura é um elemento extremamente importante em um ambiente aquático, uma vez que auxilia a biota aquática para manter seus organismos. Quando há um período grande de temperatura alta, o Oxigênio Dissolvido diminui sua efetividade e possibilita a morte de peixes, por exemplo.

Os valores médios da temperatura para o período menos chuvoso e o mais chuvoso, estão entre 19 a 28°C (Figura 6), sendo o ponto 1 (nascente) o de menor temperatura e o ponto 3 (Centro) o de maior temperatura, respectivamente.

Figura 6 – Análise da temperatura durante o período seco e chuvoso



Fonte: A autora (2022)

Observou-se que nos pontos de amostragem, segundo a Resolução CONAMA nº 430 (BRASIL, 2011), os pontos P2 e P3, que têm as maiores temperaturas, estão localizados em áreas abertas e livres da cobertura vegetal, que poderiam impedir a entrada dos raios solares. Além disso, para Madden e colaboradores (2013), as descargas de efluentes mudam a temperatura dos ecossistemas aquáticos representando ameaça para a biota aquática. Como além dos dois pontos serem livres de cobertura vegetal, são os que mais sofrem com descarga de esgotos, isso explicaria os altos valores.

A menor temperatura de 19°C no período chuvoso foi registrada nos pontos P1 e P6 e a maior de 28°C, no período seco, no P3, como mostra a Figura 6. Esses valores se devem à presença da cobertura vegetal natural, preservada nos P1 e P6. Em lugares sem habitação ou interferência antrópica, existe maior proteção da mata ciliar e isso pode ser a causa dos baixos valores da temperatura, sobretudo no período chuvoso.

Segundo Ribeiro (2011), a variação da temperatura pode ocorrer pela transferência de calor por radiação ou convecção (atmosfera e solo) de origem natural ou pela decomposição de matérias orgânicas provenientes de esgotos (RIBEIRO, 2011).

4.1 PARÂMETROS FÍSICOS POR PERCEPÇÃO

Do ponto de vista sanitário, a turbidez poderá afetar esteticamente os corpos d'água ou ainda encarecer os processos de tratamento para fins de abastecimento público e industrial. Em relação à fauna e flora, elas poderão sofrer distúrbios por causa da redução da penetração de luz (DERISIO, 2007).

E nesse sentido, o maior valor de turbidez (60 UTJ) foi encontrado no P3 (Tabela 4) durante o período seco e isso se deve ao fato de ser o trecho do rio que passa pelo centro da cidade, próximo à Central de Abastecimento, terminal de coletivos e estacionamentos onde se lavam carros, provocando um acúmulo de lixo e espumas, além de no período seco, o aspecto de água de esgoto ser mais evidente e contribuir para tornar a água turva. Já, o menor valor foi 0, no período chuvoso, no P6, que por ser zona rural, e também ter menor despejo de efluentes, além do fato de, no período chuvoso, a concentração de água ficar maior em relação aos sólidos.

Tabela 4 – Parâmetros físico-químicos e biológicos / Período seco / Período chuvoso

Pontos de coleta/ Parâmetros	P1	P2	P3	P4	P5	P6
	PS/PC	PS/P C	PS/PC	PS/P C	PS/PC	PS/P C
Temperatura	21/19	26/19	28/21	23/20	22/19. 5	22/19
Turbidez	20/10	40/40	60/50	40/20	30/20	20/0
Coliformes	N/N	P/P	N/P	N/P	P/N	N/N
OD	3/5	1/3	0/0	0/3	1/4	3/4
DBO	½	½	0/0	0/2	1/2	2/2
Ph	7/6	6/5	5/8	6/7.5	6/7.5	7/7
N	2/5	3/5	10/20	5/5	4/4	4/4
P	4/2	3/3	¾	¾	2/4	1/3
Pontuação tabela SOS	20/20	16/15	15/14	19/16	18/19	21/20

Legenda:

OD= Oxigênio Dissolvido

DBO= Demanda Bioquímica de Oxigênio

pH= Potencial Hidrogeniônico

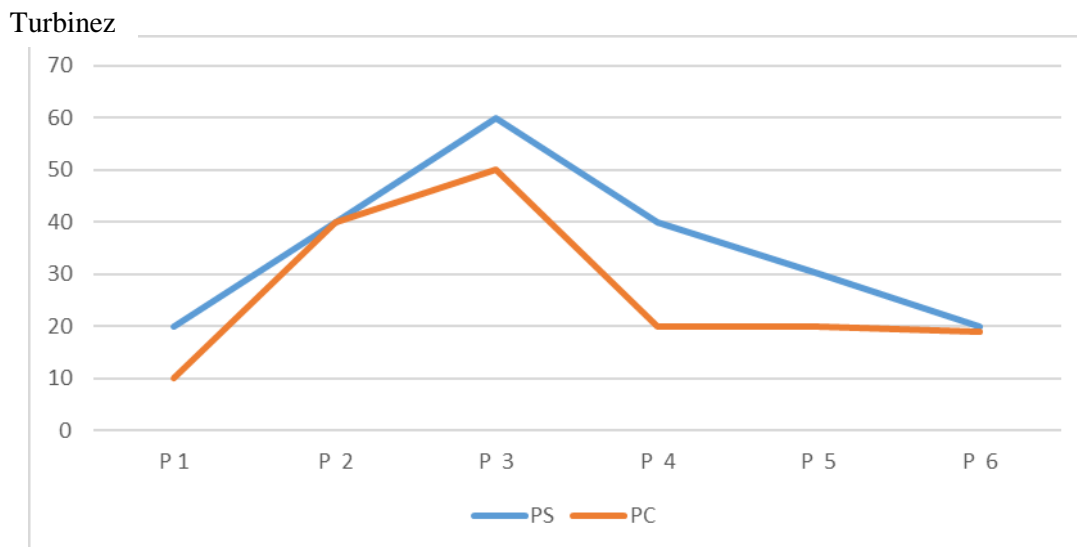
N= Nitrogênio

P= Fósforo

Fonte: A autora (2022)

A Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005) dita que o limite máximo permitido para o valor de turbidez é de 5 UTJ. Entre os meses de abril (período seco) e agosto (período chuvoso) de 2022, os valores variaram muito acima desse limite, como mostra a Figura 7. A turbidez acontece quando há materiais em suspensão no ambiente aquático, que acaba dificultando a penetração da luz, podendo ser gerada de maneira natural ou induzida.

Figura 7 – Análise da Turbidez – UTJ durante o período seco e chuvoso



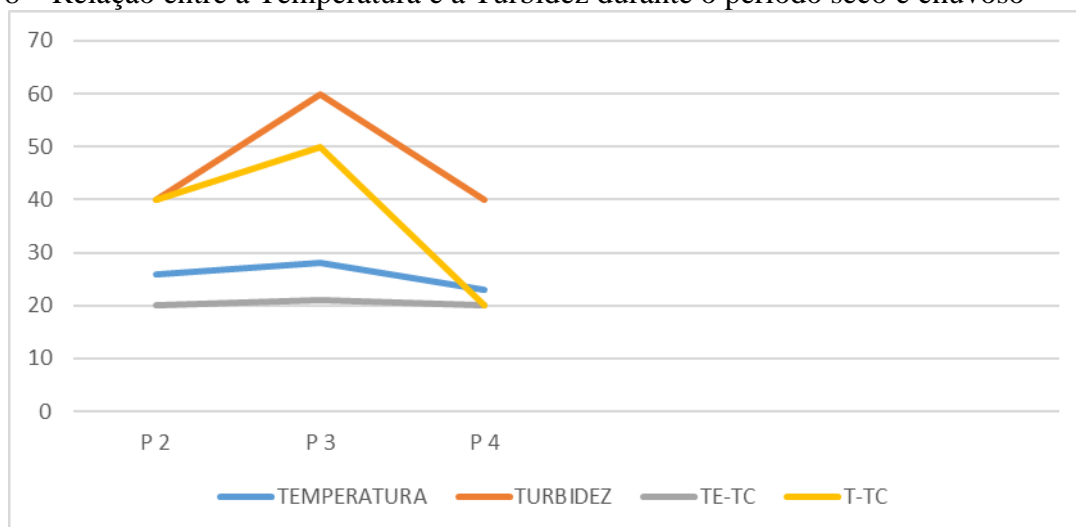
Fonte: A autora (2022)

Atividades de mineração, assim como o lançamento de esgotos e de efluentes industriais, também são fontes importantes que causam uma elevação da turbidez das águas. De acordo com o estudo de Vasconcelos e Souza (2011), o valor máximo de turbidez registrado foi de 25,51 UTJ, em janeiro de 2009 e o mínimo de 3,36 UTJ em agosto de 2008, demonstrando o aumento da turbidez, com o passar dos anos, bem como a interferência e relação desse com outros parâmetros.

A atração de indústrias para a cidade pelas características da água boa gera não apenas um maior volume de esgoto industrial, mas também com o aumento da população maior aporte de esgoto doméstico. Segundo Costa (2008), as fontes naturais que deixam um corpo hídrico mais turvo são partículas de rocha, areia e siltes (sólidos em suspensão), e as de origem antropogênica são os despejos domésticos e industriais e as erosões.

Destacam-se nos resultados encontrados, uma relação direta entre a temperatura e a turbidez (Figura 8), onde a elevação de um parâmetro gera o aumento do outro. Com uma ênfase para os 3 pontos de maior incidência de poluição que foram os P2, P3 e P4, onde notam-se valores de turbidez de 40 a 60 UTJ e valores de temperatura de 23 a 28 graus. Provavelmente pelo fato de que onde existe maior aporte de despejo por esgoto, existe também menor concentração de mata ciliar, então a temperatura da água é mais alta justamente onde a turbidez é maior.

Figura 8 – Relação entre a Temperatura e a Turbidez durante o período seco e chuvoso



Fonte: A autora (2022)

No parâmetro perceptivo do material sedimentável, que indica o assoreamento do rio, ou seja, o entupimento do seu leito. E, nesse parâmetro, o resultado variou bastante de um ponto de coleta para outro, indo de muito alto com pontuação 1, no centro da cidade (P3), no período seco, e pontuação 2 no Viaduto, UNEB e Nalandiba (P4, P5 e P6), chegando a ausente com pontuação 3, na Fazenda-nascente e ponte (P1 e P2) nos dois períodos.

Já no período chuvoso foi pouco, nos pontos 2 e 3, e nenhum nos outros, podendo significar que o P1 está livre de erosões e de acúmulo de material orgânico, enquanto o P3 sofre com ambas as interferências.

Segundo Macêdo (2001), em saneamento, sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, decantação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. Em linhas gerais, as operações de secagem, calcinação e filtração são as que definem as diversas frações de sólidos presentes na água (sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis).

De todo lixo que é transportado pelo rio é importante separar na avaliação o que é natural, dos produtos industrializados. Mais uma vez o ponto P3 (Figura 9) foi o único com pontuação diferenciada por ter muito lixo flutuante, tanto no período seco, quanto no chuvoso, ficou com 1. Já os pontos P4, P5 e P6 ficaram com 2 pontos por terem pouco lixo e os pontos P1 e P2, com 3 pontos por não terem lixo nenhum.

E para espumas, é importante ter um cuidado especial, pois elas podem ser naturais, ou decorrentes de produtos industrializados. Apenas o P3 apresentou espumas nos dois períodos e o P4 apenas no período seco. Um dos principais sinais da água contaminada são as espumas.

Quando os detergentes estão em contato com a água eles criam uma grande quantidade de espumas. A camada de espuma costuma ser grossa e se estende por toda a água.

Figura 9 – Presença de lixo no P3 (Centro)



Fonte: A autora (2022)

O único ponto que não teve nenhum lixo, nos dois tempos de coleta, foi o P1, já que o P2 não teve nenhum no tempo seco, mas pouco no tempo chuvoso. O risco da grande presença de lixo em um rio urbano não está apenas na questão da poluição ambiental e veiculação de doenças, mas também no risco de enchentes.

Embora as empresas venham cada vez mais se preocupando e criando vários empreendimentos relacionados à sustentabilidade ambiental, embora haja acordos internacionais que estejam em pleno vigor e novas leis tenham sido sancionadas, a realidade apontada por diversas pesquisas mostra que os problemas relacionados aos impactos ambientais ainda são enormes e, consideravelmente, ainda estão longe de serem solucionados.

Alguns impactos provocados pelo lixo são a poluição da água, o comprometimento de recursos hídricos, poluição do ar, poluição do lençol freático (solo), consequentemente, ocasionando a poluição de poços artesianos, resultando em endemias e, também, no desenvolvimento de surtos epidêmicos, proliferação de vetores de doenças (ratos, moscas, baratas, mosquitos, dentre outros) e aquecimento global.

Todos esses impactos ambientais (degradação e poluição do meio ambiente) são causados, principalmente, pelas ações humanas. E todas essas ações geram consequências não só ao meio ambiente, mas também, à saúde e à vida social dos seres humanos. A partir de pequenas ações implementadas dentro de casa, tais como, separar o lixo orgânico do lixo reciclável, evitar jogar lixo em vias públicas, estradas, rios, podem fazer toda a diferença.

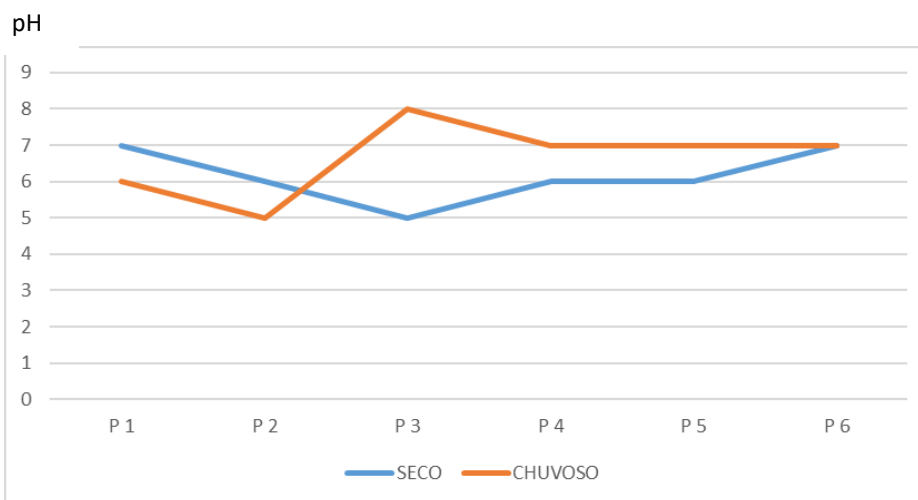
O ponto P3, junto com o ponto P4, foi onde apareceram espumas no período seco, já no período chuvoso só apareceu no P3, sendo mais uma vez o P3 o único ponto a apresentar a presença de um parâmetro perceptivo nos dois períodos. Nos pontos 1, 2, 5 e 6 o parâmetro espuma foi ausente. Os pontos 3 e 4 são os de maior despejo de esgoto respectivamente doméstico e industrial, o que pode explicar a presença da espuma.

No parâmetro cheiro apenas o P3 teve o odor de ovo podre nos dois períodos, enquanto os pontos 4 e 5 tiveram cheiro de capim, já os pontos 1, 2 e 6 não apresentaram nenhum odor. Realmente existe a presença de folhas nos pontos 4 e 5, também, existe a maior presença de esgoto no P3. Sendo que os pontos de lançamento de esgoto são os P2, P3 e P4, porém a carga de esgoto doméstico no P2 é menor que a do P3, e no P4 o despejo é maior de esgoto industrial. A poluição e o mau cheiro das águas fazem mal à saúde de todos os habitantes. O cheiro de ovo podre que sai dos rios poluídos é causado pelo gás sulfídrico, uma substância tóxica.

4.2 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E BIOLÓGICOS

Em todo período estudado, o menor valor do pH foi 5 no P3 (período seco) e o maior 8 no P3, também, porém no período chuvoso, mostrando uma grande oscilação e diferença entre os pontos de coleta (Figura 10), já que na maioria dos pontos, os resultados de pH ficaram dentro dos limites, mas a maior incidência de despejo de esgoto no P3 pode interferir diretamente nos valores ácidos no período seco e básico e, também, distante do neutro, no período chuvoso. De acordo com Von Sperling (2007), fatores naturais, como a dissolução de rochas e a fotossíntese, ou fatores antrópicos, como os esgotos domésticos e industriais afetam o pH.

Figura 10 – Análise do pH durante o período seco e chuvoso



Fonte: A autora (2022)

Considerada como uma das variáveis ambientais mais importantes, o pH é, ao mesmo tempo, uma das mais difíceis de interpretar, o que se deve ao grande número de fatores que podem influenciá-lo (ESTEVES, 2011). Sendo assim, em termos de águas residuárias, o pH fora da neutralidade, tende a afetar as taxas de crescimento dos micro-organismos e, valores elevados podem estar associados à proliferação de algas em corpos d'água.

O conhecimento do potencial hidrogeniônico da água permite o monitoramento do poder de corrosão, da quantidade de reagentes necessários à coagulação, do crescimento de micro-organismos, do processo de desinfecção, que tem a finalidade de reduzir o nível dos micro-organismos, e se a água, em relação ao pH, enquadra-se nas legislações pertinentes (MACÊDO, 2001). Os valores de pH podem ser alterados ao longo do rio, caso concreto do rio Amazonas, que de um pH de 4,0 eleva-se até 7,8, praticamente no encontro com águas marinhas (ESTEVES, 2011).

Com relação ao Oxigênio Dissolvido (OD) é o critério mais importante na determinação das condições sanitárias das águas superficiais. A quantidade de OD, como mostra a Figura 10 é pequena em todos seis pontos de coleta, sendo 1 nos pontos P2 e P5, zerada nos pontos P3 e P4 e 3 nos pontos P1 e P6 no período seco, estando todos dentro de uma variação mínima (0 a 5 ppm). Isso comprova a impossibilidade de existência de vida aquática em praticamente toda extensão do rio Catu.

O OD é indispensável à sobrevivência dos organismos aeróbios. A água, em condições normais contém Oxigênio Dissolvido, cujo teor de saturação, pela lei de Henry, depende da pressão parcial de vapor do gás e da temperatura. Assim, águas com baixos teores de Oxigênio Dissolvido indicam presença de sólidos, pois a decomposição da matéria orgânica

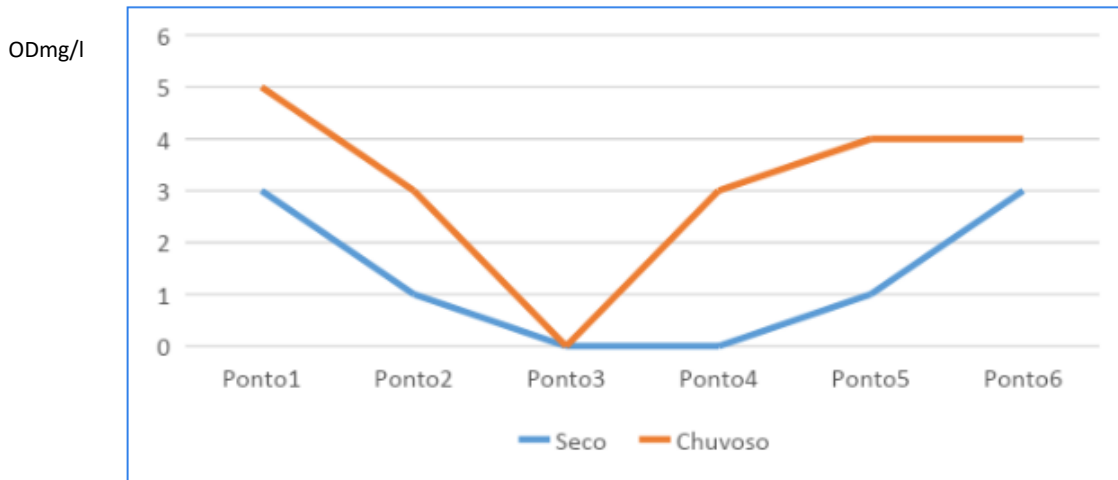
pelas bactérias aeróbias é acompanhada pelo consumo do Oxigênio Dissolvido da água e, dependendo da capacidade de autodepuração do manancial, o teor de Oxigênio Dissolvido pode alcançar valores baixos, ou mesmo zero, extinguindo-se os organismos aquáticos aeróbios (VASCONCELOS; SOUZA, 2011).

O maior valor de OD registrado foi 5,0mg/L no período chuvoso no P1 e o menor foi de 0 mg/L, em ambos os períodos climáticos no P3. Este *déficit* de oxigênio se deve ao fato de que aqueles pontos estão em áreas com presença muito forte de esgotos domésticos e industriais.

Relacionando o fator presença de moradores, segundo Vasconcelos e Souza (2011), o maior valor de Oxigênio Dissolvido registrado foi 9,0mg/L O₂, em fevereiro de 2008, que equivale ao período seco, na água bruta do Rio Guamá e o menor 1,0 mg/L O₂, em dezembro, ainda em período seco, no rio Guamá, em Belém no Pará. Os valores da média do Oxigênio Dissolvido durante o período estudado mostraram a menor média – 1,49 mg/L – no ano de 2009, no Lago Bolonha e a maior – 4,51 mg/L – no ano de 2008, no Rio Guamá, justamente coincidindo com a presença maior de moradores no ano de 2009, em relação ao ano de 2008.

Segundo a Figura 11, os valores dos P1 e P6 foram os mais próximos aos valores permitidos, estabelecido no Art.15, V, da Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005). As águas do rio Catu estão sendo influenciadas pela ação direta da população que vive no entorno do manancial, especificamente, aqueles situados nas proximidades do respectivo rio, pois os pontos 1 e 6 são os de menor presença de moradores no entorno. Segundo Di Bernardo e colaboradores (2002), a poluição do meio aquático pode causar alterações nas características físicas (turbidez, cor, número e tamanho de partículas, temperatura, condutividade, viscosidade, tensão superficial, etc), químicas (DBO, DQO, pH, toxicidade, etc) ou biológicas (espécies de fitoplâncton e do zooplâncton).

Figura 11 – Análise do OD durante o período seco e chuvoso

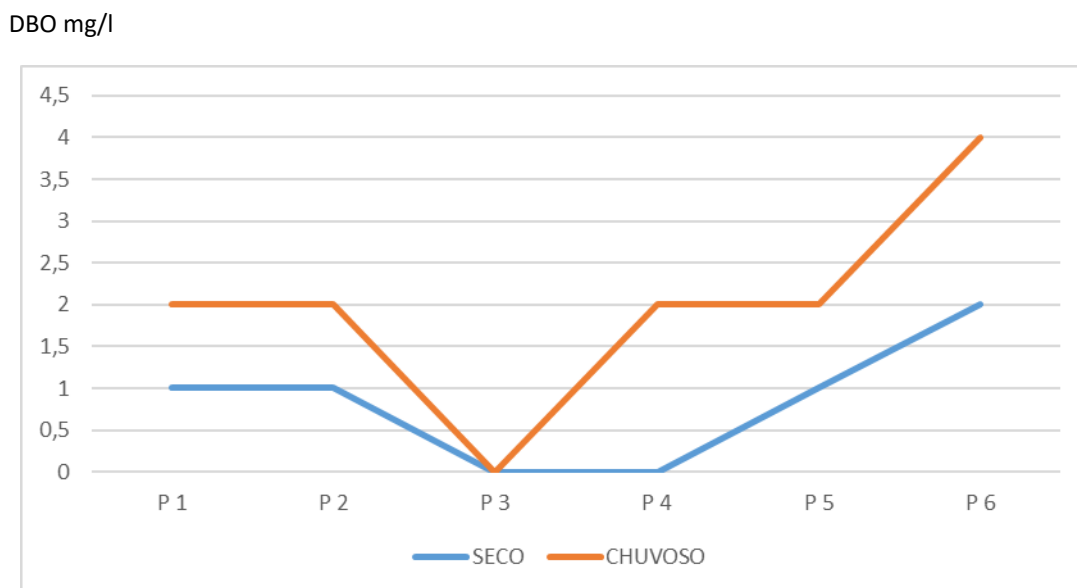


Fonte: A autora (2022)

Observa-se ainda na Figura 11, que a maior incidência de quantidade do Oxigênio Dissolvido no manancial do rio Catu, ocorre nos meses de maior precipitação, justamente porque a água da chuva provoca uma espécie de renovação momentânea do ambiente aquático. Esse parâmetro de Oxigênio Dissolvido acaba sendo o maior indicador da poluição gerada pela atividade antrópica, e resulta do lançamento de águas residuárias sanitárias, que geram constituintes orgânicos e contribuem para a diminuição do oxigênio na água.

A DBO pode ser entendida como a quantidade de oxigênio necessária para a oxidação da matéria orgânica, mediante a ação de bactérias. E os pontos em que ocorreram os maiores valores de DBO foram P1, P2, P5 e P6 nos dois períodos (Figura 12), sendo que nos pontos P3 e P4, os valores de DBO deram zerados, já que os de OD, também, deram. Estes são pontos em que, efetivamente, há uma carga muito grande de esgotos domésticos e industriais, respectivamente, e que são lançados diretamente no rio sem nenhum tratamento.

Figura 12 – Análise do DBO durante o período seco e chuvoso



Fonte: A autora (2022)

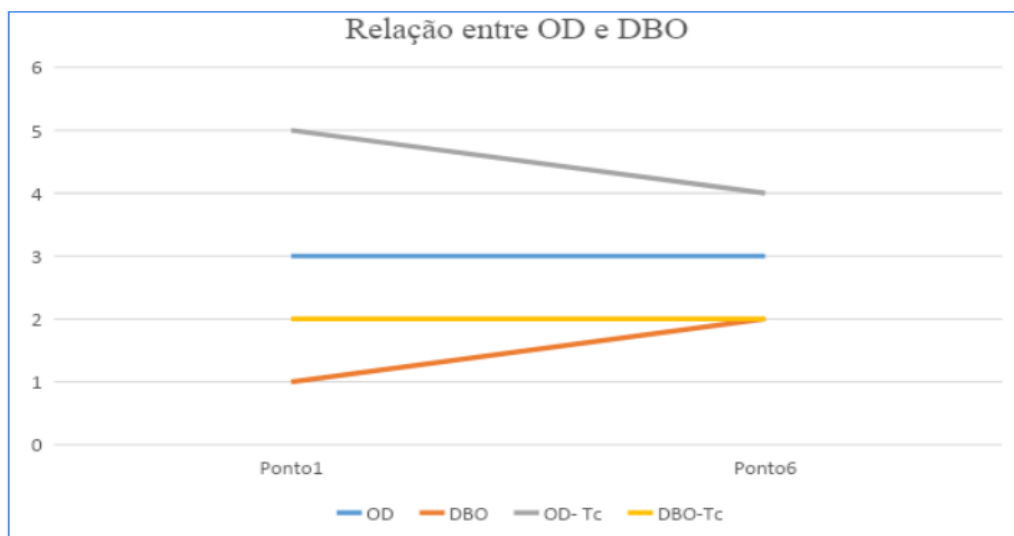
Verifica-se que no trecho entre os pontos P4 e P5 existe uma autodepuração da água do rio Catu, apresentando uma recuperação na sua qualidade, por se tratar, no caso do ponto P5, de um ponto mais afastado do centro urbanizado. Nos outros pontos, com o aumento de DBO e a redução do OD, diminui a qualidade da água do rio Catu.

Percebe-se ainda na relação entre OD e DBO que, com exceção dos pontos P3 e P4, cujos valores de OD e DBO deram zero, nos pontos P2 e P5, que estão entre o centro e a zona rural mais afastada, a diferença de OD do primeiro e quinto dia foi pequena, logo a DBO ficou com mesmo valor do OD. Já nas amostras dos pontos P1 e P6, que são os mais inseridos na zona rural, o OD do primeiro dia deu um pouco ascendente e mesmo com o OD do quinto dia dando um pouco descendente, os valores de DBO caem, consideravelmente. Ou seja, nos pontos P1 e P6, onde a interferência humana é menor, existe uma maior concentração de oxigênio na água, logo uma menor demanda por esse.

Ao longo do estudo, o menor e maior valores de DBO no rio Catu foram zero nos períodos seco e chuvoso no P3 e 2 nos dois períodos no P6.

Outro destaque importante nos resultados encontrados foi uma relação indireta entre o OD e a DBO (Figura 13), cuja elevação de um parâmetro gera a redução do outro. Com um destaque para os dois pontos de menor incidência de poluição, que foram os P1 e P6, onde notaram-se valores de OD de 3 e 3ppm e valores de DBO de 1 e 2ppm, respectivamente.

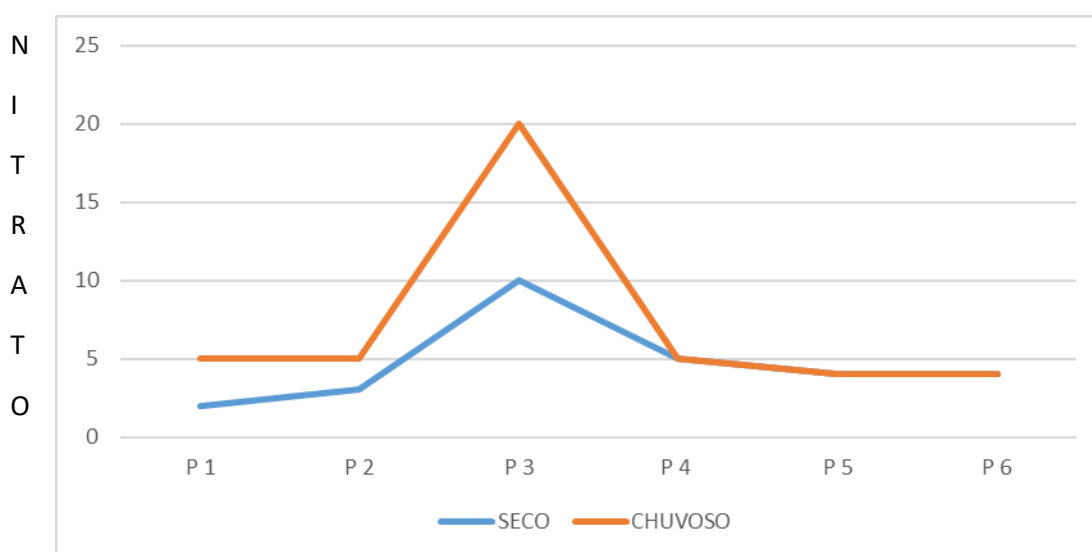
Figura 13 – Relação entre OD e DBO durante o período seco e chuvoso



Fonte: A autora (2022)

Dentre os pontos analisados, os níveis de nitrato encontram-se dentro do limite permitido pela Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005), que foi de 2 a 5ppm, com exceção do P3 (Figura 14), tanto no período seco, quanto no chuvoso, que teve como resultado 10 e 20ppm, respectivamente, o que pode pressupor que seria por matérias orgânicas recentes em decomposição oriundas de despejo humano e animal. Além disso, a forma nitrato é o produto da oxidação do nitrito por bactérias nitrobacter e caracteriza uma poluição antiga (NUVOLARI, 2011).

Figura 14 – Análise do Nitrato durante o período seco e chuvoso



Fonte: A autora (2022)

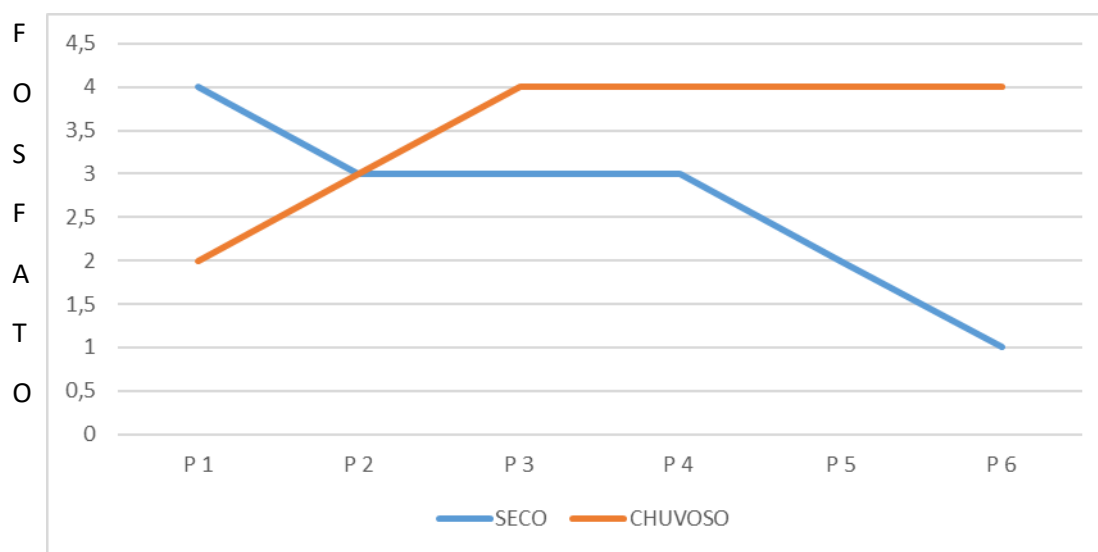
Neste ponto existe uma grande quantidade de esgoto sendo lançada diretamente no rio, sem nenhum tipo de tratamento. O menor e o maior valor foi 2 no P1 (período seco) e 20 no

P3 (período chuvoso). A explicação para o aumento da taxa de nitrato pode ser pela ausência de mata ciliar e, consequente, aumento no aporte de esgotos que é maior pelo fluxo das águas de precipitação no período chuvoso. O nitrogênio, quando descarregado nas águas naturais, conjuntamente com o fósforo e outros nutrientes presentes nos despejos sanitários, provoca enriquecimento do meio e a proliferação, especialmente, das algas (VASCONCELOS; SOUZA, 2011).

O fósforo é um nutriente essencial para o crescimento de micro-organismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica (VON SPERLING, 2005), sua ausência pode ser o maior obstáculo ao incremento da produtividade da água (MACÊDO, 2001). Gerado a partir de esgoto sanitário, o fósforo é importante na classificação das águas naturais, também é um nutriente para o ambiente aquático. Porém, seu excesso causa prejuízos, além da diminuição da biodiversidade de organismos, a eutrofização, também, é responsável pela redução da qualidade da água, alterando as suas características, como transparência e coloração, além da produção de mau cheiro e de substâncias tóxicas por parte de algumas algas, inviabilizando o uso da água para fins de consumo.

Os limites do fosfato encontram-se acima do previsto na Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005), que é de 0,15 mg/l, especialmente nos pontos P1 a P5 (4mg/l), no período seco e chuvoso, respectivamente (Figura 15). Nas observações de campo, foi detectado um número considerável de algas e detritos vegetais naqueles pontos do rio Catu, principalmente no ponto P1, que teve o maior valor no período seco e, nesse mesmo tempo, o P6 teve o menor valor.

Figura 15 – Análise do Fosfato durante o período seco e chuvoso



Fonte: A autora (2022)

Nos pontos P2 e P5, como mostra a tabela 14, as contagens para coliformes totais foram maiores que 1.100 NMP/100ml logo, apresentaram resultados positivos. Nos pontos P3 e P4, por serem os locais mais antropizados, não era muito esperado um resultado negativo, porém isso pode ser explicado, talvez pelo fato da presença grande de produtos químicos como detergentes, no caso do centro, onde carros são lavados, o que gera, também, o *déficit* de oxigênio. Já no período chuvoso, os resultados negativos foram nos pontos P1, P5 e P6 e os positivos nos P2, P3 e P4, ou seja, o único ponto que deu resultado positivo nos dois tempos foi o P2 e os que deram negativo nos dois pontos foram os P1 e P6.

As bactérias coliformes termotolerantes ocorrem no trato intestinal de animais de sangue quente e são indicadoras de poluição por esgotos domésticos. A sua presença em grandes números indica a possibilidade da existência de micro-organismos patogênicos que são responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica (ex: disenteria bacilar, febre tifóide, cólera), o que nos leva a uma preocupação com os pontos P2 e P3, no período chuvoso.

4.3 BIOINDICADORES

A Tabela 5 traz os resultados dos parâmetros perceptivos, bem como dos bioindicadores e esses resultados após pontos atribuídos segundo a Tabela 2 e somados aos pontos da tabela 14 nos deram o somatório com resultado como mostra a Tabela 5.

Tabela 5 – Parâmetros perceptivos-Bioindicadores – Tempo seco/Tempo chuvoso

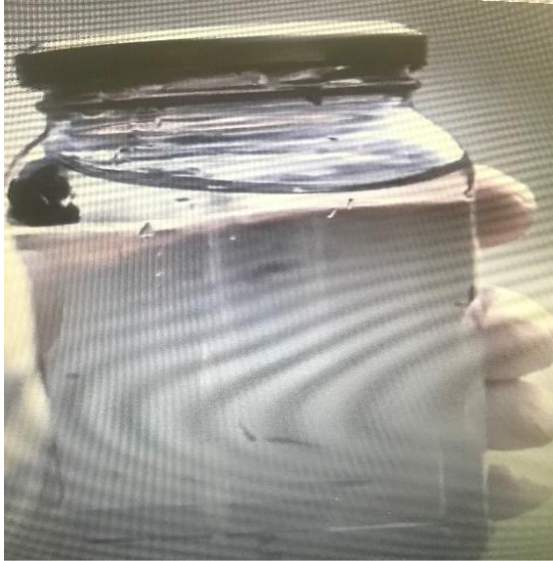
Pontos de coleta/ Parâmetros	P1 TS/TC	P2 TS/TC	P3 TS/TC	P4 TS/TC	P5 TS/TC	P6 TS/TC
Material sedimentável	Nenhum/ Nenhum	Nenhum/ Pouco	Muito/ Pouco	Pouco/ Nenhum	Pouco/ Nenhum	Pouco/ Nenhum
Odor	Nenhum/ Nenhum	Nenhum/ Nenhum	Ovo podre/ Ovo podre	Capim/ Capim	Capim/ Capim	Nenhum/ Nenhum
Lixo	Nenhum/ Nenhum	Nenhum/ Pouco	Muito/ Muito	Pouco/ Pouco	Pouco/ Nenhum	Pouco/ Nenhum
Espumas	Ausente/ Ausente	Ausente/ Ausente	Pouca/ Pouca	Pouca/ Ausente	Ausente/ Ausente	Ausente/ Ausente
Peixes	Muitos/ Poucos	Poucos/ Poucos	Nenhum/ Nenhum	Pouco/ Poucos	Pouco/ Poucos	Pouco/ Poucos
Larvas V	Poucas/ Nenhum	Poucas/ Nenhum	Poucas/ Nenhum	Poucas/ Nenhum	Poucas/ Nenhum	Poucas/ Nenhum
Larvas T	Raros/ Raros	Raros/ Nenhum	Raros/ Nenhum	Raros/ Nenhum	Raros/ Nenhum	Raros/ Nenhum
Pontuação tabela SOS	19/19	18/16	10/11	14/16	15/16	16/18

Fonte: A autora (2022)

Com as larvas vermelhas em todos os pontos, a ocorrência foi pequena, não passando de alguns exemplares visualizados apenas no próprio rio e no tempo seco, demonstrando que apesar de pouca incidência, a ocorrência deste tipo de bioindicador corrobora a conclusão de que, além da redução drástica de água nos vários pontos do rio Catu, existe o aumento da poluição, ano após ano.

As larvas transparentes (Figura 16), em todos os pontos, ocorreram raramente, quase não conseguindo ver nenhuma, principalmente nos pontos 3 e 4 no período chuvoso. Aqui, mais uma vez, percebe-se a relação direta da redução de mata ciliar com a redução destes seres, onde se não existe uma zona ripária satisfatória no entorno do rio, também, não existirão condições mínimas de sobrevivência desses bioindicadores (Tabela 2).

Figura 16 – Larvas transparentes



Fonte: SOSMA (2016)

Para os trechos analisados do rio Catu, o ponto P3, também, não apresentou nenhum peixe nos dois tempos logo, apenas 1 ponto – ponto P1 – registrou a presença de alguns peixes, 3 pontos no período seco, os outros P2, P4, P5 e P6 todos com pouca quantidade de peixes, bem como 2 pontos nos dois períodos. Mesmo onde se encontram muitos exemplares, não passa de Piabas, que são também conhecidas como Lambari (*Astyanax bimaculatus*), mas para ter certeza da espécie exata, seriam necessárias coletas específicas dos indivíduos, com posterior identificação, observando-se as características morfológicas específicas como nadadeiras, em laboratório para “correr a chave de espécies” (Figura 17).

Figura 17 – Espécie de raros peixes encontrados em poucos pontos



Fonte: SOSMA (2016)

Fazendo uma relação entre os resultados encontrados neste trabalho com os resultados encontrados no trabalho de Bispo (2016) sobre cobertura vegetal, resultado nada satisfatório,

mostra que esta área encontra-se muito alterada, em relação ao previsto em lei. As áreas ripárias proporcionam inúmeros benefícios para o ecossistema ripário, dentre eles, podemos destacar: a estabilização das margens dos rios, evitando a erosão, além dos benefícios relacionados ao ecossistema, que funciona como zona tampão e filtro, bem como corredor ecológico. A supressão destas áreas próximas às margens dos rios acarreta a redução da biodiversidade local, assim como o assoreamento e a queda da qualidade da água desses rios (ANDRADE *et al.*, 2005).

Percebe-se que ocorre uma alta degradação da Área de Preservação Permanente (APP), ao longo das margens do rio Catu, isto em função de uma redução drástica, tanto em relação à quantidade de fragmentos, quanto ao tamanho destes fragmentos na área de APP e isso claro tem grande interferência na qualidade da água deste rio.

4.4 ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA

No resultado de cada ponto de análise, como mostra o Quadro 3, o P1 teve uma pontuação 39 nos dois períodos de coleta e, consequentemente, classificado como água BOA, sendo que os parâmetros que mais interferiram para o aumento dessa pontuação foram temperatura, turbidez baixas, OD alto e, consequentemente, DBO baixa, provavelmente, pelo fato de apesar de estar dentro de uma propriedade privada, não ter maiores influências externas e grande cobertura vegetal. Neste ponto, o que se percebe é a presença significativa de plantações temporárias, além de atividade pecuária. Ressalta-se que a margem esquerda encontra-se totalmente descoberta pela vegetação, sendo que estas águas fornecem subsídio, tanto para a irrigação na margem direita, e isto pode levar a uma consequente redução da qualidade da água, quanto para dessedentação de animais.

Quadro 3 – Pontuação total – Período seco e Período chuvoso

Ponto de coleta	Total de pontos	Categorização da água	Cor
P1	39 39	Boa Boa	Verde Verde
P2	34 31	Regular Regular	Amarelo Amarelo
P3	25 25	Ruim Ruim	Laranja Laranja
P4	33 32	Regular Regular	Amarelo Amarelo
P5	33 35	Regular Boa	Amarelo Verde
P6	37 38	Boa Boa	Verde Verde

Fonte: A autora (2022)

Téo e outros autores (2014) ressaltam que a pecuária, em áreas naturais, pode conduzir a uma possível degradação do ecossistema florestal, especialmente dos indivíduos pertencentes à regeneração natural, os quais estão mais susceptíveis às condições adversas do ambiente. Portanto, a retirada do gado destas áreas é a melhor decisão para regeneração natural desta mata. Deve ser salientado, também, que a atual nascente do rio Catu, encontra-se localizada nesta referida fazenda, o que explica a água de boa qualidade e também a necessidade de preservação dessa área.

O P2 obteve 34 pontos, no período seco e 31 pontos, no chuvoso, classificando-se como água REGULAR, por estar em áreas urbanizadas (próximo a uma ponte e algumas moradias) já sofre uma pequena antropização, sendo que os parâmetros que mais interferiram para a diminuição dessa pontuação foram a temperatura e turbidez altas, OD baixo e, consequentemente, DBO alto. Importante destacar, também, a presença de balneários nessa região que afeta diretamente a dinâmica ecológica e hidrológica do rio, além da atividade pesqueira. O represamento das águas de rios causa, além da alteração no escoamento das águas do rio, mudanças em seu leito, alterando, também, a velocidade das águas, resultando na diminuição no transporte de sedimentos e nutrientes (CUNHA, 1995). Vale ressaltar que o que era um represamento do rio em 2016 no Balneário Mr. Jones, em 2022, virou uma piscina natural com água tratada, em função da redução da quantidade hídrica.

O P3, com 25 pontos nos dois períodos de coleta, possui água RUIM, por ser o trecho do rio que corta o centro da cidade estando próximo de terminal de coletivos, feira e lojas, onde depositam no rio todo tipo de lixo que vai de espuma de lavagem de carros até lançamento de esgotos domésticos. Os parâmetros que mais interferiram para a alta diminuição dessa pontuação foram temperatura e turbidez muito altas, OD baixo e, consequentemente, DBO alto. Em relação ao aspecto físico do rio, percebe-se que é uma área canalizada superficialmente e esta condição afeta significativamente a sobrevivência do rio. Esta situação é condizente com o que Tucci (2008) ressalta, onde o desenvolvimento urbano altera a cobertura vegetal provocando vários efeitos que modificam os componentes do ciclo hidrológico natural. Assim, são inúmeras as interferências como a impermeabilização do solo, redução da infiltração do solo, aumento do escoamento superficial, pela redução da cobertura natural.

O P4, com 33 pontos no período seco e 32 no chuvoso, tem água classificada como REGULAR, talvez porque mesmo estando distante do centro da cidade, encontra-se próximo a algumas indústrias, com possíveis lançamentos de resíduos industriais, além disso, também, existem algumas moradias na região, fazendo com que os resultados se aproximem mais aos

dos pontos P2 e P3, que dos pontos P1, P5 e P6, onde ainda existe algum raro bioindicador positivo como a presença de pouca mata ciliar e, também, algumas raras larvas transparentes. Os parâmetros que mais interferiram para o discreto aumento dessa pontuação foram a temperatura e turbidez, um pouco mais baixas, porém o OD continuou baixo e, consequentemente, DBO alto.

O P5 apresentou 33 pontos no período seco e 35 pontos no chuvoso e a água foi classificada como regular-boa, respectivamente, apesar de estar dentro de um terreno pertencente à UNEB, mas que é frequentado por criadores de animais que ficam no parque da cidade e recebe a visita e lavagem de alguns animais, bem como possui alguns moradores por perto. Esta área está situada próxima à antiga Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA), sendo o estado nas duas margens do rio em regeneração e, consequentemente, uma mata secundária, de baixa qualidade mediante uma exploração da mata, fruto irracional da presença de árvores derrubadas e entrada do gado. Em relação ao rio, possui vazões sazonais dependente do período climático. Apesar desta situação, a área encontra-se em boas condições, o que pode explicar a classificação, ora como regular, ora como boa. Outro fator importante que pode explicar essa variação de classificação da água nesse ponto é a distinção de comportamento do rio frente às distintas estações climáticas. Os parâmetros que mais interferiram para o discreto aumento dessa pontuação foram a temperatura e turbidez um pouco mais baixas, porém o OD subiu um pouco e, consequentemente, DBO baixou.

O P6 teve 37 pontos no período seco e 38 pontos no chuvoso e, assim como, o P1 a classificação de água é BOA, provavelmente por estar afastado do centro e de moradias. Os parâmetros que mais interferiram para o aumento dessa pontuação foram a temperatura e turbidez baixas, OD alto e, consequentemente, DBO baixa, ainda assim, numa classificação geral a pontuação do P1 foi um pouco maior, talvez em função de possíveis lançamentos de uma indústria do gênero alimentício nas proximidades e, consequentemente, alterações em alguns parâmetros como material sedimentável, lixo, peixes e larvas, parâmetros esses diferentes no P1.

Os resultados encontrados no rio Catu se encaixam no elevado grau de poluição, especialmente, por dejetos orgânicos em alguns pontos como P2, P3 e P4, por isso a DBO foi elevada, o oxigênio foi baixo, devido ao alto consumo de oxigênio para decompor a grande quantidade de matéria orgânica existente no rio, oriunda de esgoto, principalmente doméstico. Tal situação associada à redução do OD na água deixa o ambiente aquático impróprio para os seres vivos aquáticos, podendo levar a eutrofização mediante o lançamento contínuo de uma grande quantidade de efluentes com matéria orgânica.

E este processo é frequentemente induzido pelo despejo de resíduos líquidos, oriundos de atividades de origem humana, sobretudo domésticas e industriais, resultando na descarga de nitrato ou fosfato contendo detergentes, fertilizantes ou esgoto em um sistema aquático. Esse processo pode resultar em esgotamento do oxigênio do corpo d'água após a degradação bacteriana das algas, com isso, o rio Catu pode estar em estado hipereutrofizado, necessitando de uma regeneração.

De modo geral, os Pontos 1 e 6 tiveram menores valores em temperatura, turbidez, N, P, DBO e, conseqüentemente, maior OD, coliforme negativo e pH normal, já o ponto P3 teve maiores valores em temperatura, turbidez, N, P, DBO e OD zeradas, coliformes positivos e pH alterado, isso responde ao problema da pesquisa já que fica constatado que a poluição orgânica aumenta a temperatura e turbidez da água do rio, reduzindo o OD e aumentando a DBO, ficando mais evidente no P3, localizado no centro da cidade, como esperado.

Na realidade, o que era esperado acontecer com o P5 por ser afastado da zona urbana, não foi tão evidente, talvez, por estar em uma zona agrícola pela proximidade com o parque de exposições (criação de animais). E, também, o que se achou que ocorreria com o P6 não foi tão evidente, talvez, por apesar de estar próximo à indústria, um pouco afastado da zona urbana e possuir bastante correnteza. Com isso, os P5 e P6 quase se igualaram em termos de poluição, destacando-se apenas o P1 com baixos valores de poluição.

Além disso, como afirmam Vaz e colaboradores (2012), no rio Catu, dentre os fatores avaliados, o uso do solo na zona circundante, a presença e largura da vegetação perfluvial, a situação das margens e as alterações no curso do rio foram os principais agravantes; de modo geral, a vegetação ciliar tem sido alvo de intensa perturbação, especialmente quando situadas próximas aos centros urbanos. Ainda sobre a mata ciliar, como afirma Vaz e Matos (2014), a APP, ao longo do rio Catu, encontra-se em desacordo com a legislação, e as áreas florestadas foram extremamente fragmentadas, dando origem a manchas pequenas e isoladas em uma paisagem, predominantemente, agropecuária e urbana.

Durante o trajeto do rio Catu existe uma extensão considerável de desmatamento de mata ciliar. Isso ficou mais evidente nas áreas urbanas, em relação às áreas rurais. Nas áreas urbanas, em razão do crescimento populacional, têm-se invadido áreas de preservação da mata ciliar na busca de novos territórios para ocupação de moradia. Esse fato ficou mais evidente na cidade de Alagoinhas. Nota-se que, em alguns pontos do rio Catu, existe a diminuição da quantidade de água, não se verificando enormes barrancos de areias (RIBEIRO, 2011).

É nítida que a perda da qualidade de água é muito rápida, quando se trata da degradação ambiental e da poluição, porém para descontaminar a água poluída é um processo extremamente lento e depende de tecnologias, de uma gestão, fiscalização no local, controle e regulação eficiente para que não ocorra poluição novamente no local.

De acordo com a Lei n. 1.451/01, que dispõe sobre a gestão municipal de resíduos sólidos, (Art. 6º) a coleta, transporte, tratamento, processamento e destinação final dos resíduos sólidos de estabelecimentos industriais, comerciais e de prestação de serviços, inclusive de saúde, são de responsabilidade da fonte geradora, independentemente da contratação de terceiros, de direito público ou privado, para execução de uma ou mais dessas atividades. Os resíduos industriais constituem um problema ambiental e o seu gerenciamento deve ser conduzido de forma adequada, seja pelo tratamento, disposição final ou reciclagem. Os resíduos sólidos gerados nas indústrias devem ser segregados, de acordo com a norma NBR 10.004 (ABNT, 2004) e serão tratados e/ou destinados adequadamente, considerando as suas características. Segundo Bruna Felícia, engenheira da Felco Faleiros, empresa contratada para elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada aos Resíduos Sólidos (PMGIRS):

O plano de gestão de resíduos sólidos é composto por etapas, das quais já cumprimos as referentes ao Plano de Trabalho e Projeto de Comunicação e Mobilização Social e da caracterização municipal. Com a análise crítica das informações obtidas nesta terceira etapa conseguiremos detectar os problemas e as demandas para a elaboração da versão final do Plano (ALAGOINHAS, 2020).

As informações obtidas com essa pesquisa durante os anos de 2021 a 2023 irão certamente contribuir para a elaboração da versão final do Plano e evidenciar as demandas e a urgência da implementação de práticas voltadas para o controle dos maiores problemas detectados.

A Política Nacional de Educação Ambiental (Lei Federal nº. 9.795 (BRASIL, 1999)) estabelece como conceito da educação ambiental as ações e práticas educativas voltadas à sensibilização da coletividade sobre as questões ambientais e à sua organização e participação na defesa da qualidade do meio ambiente, devendo o Poder Público, em suas diferentes instâncias, incentivar a ampla participação das escolas, universidades e Organizações Não Governamentais (ONGs) na formulação e execução de programas e atividades vinculadas à educação ambiental.

Dessa forma, a educação ambiental se constitui numa forma abrangente de educação, que se propõe a atingir todos os cidadãos, por meio de um processo pedagógico participativo e permanente que procura incutir nos cidadãos uma consciência crítica sobre a problemática

ambiental. Dentro deste contexto, é clara a necessidade de mudar o comportamento, em relação aos recursos naturais, no sentido de promover sob um modelo de desenvolvimento sustentável (processo que assegura uma gestão responsável dos recursos do planeta de forma a preservar os interesses das gerações futuras e, ao mesmo tempo atender às necessidades das gerações atuais), a compatibilização de práticas econômicas e conservacionistas, com reflexos positivos evidentes junto à qualidade de vida de todos.

Quando o processo de educação ambiental, é institucionalizado, ocorrendo nas unidades de ensino, é denominado formal. Por outro lado, quando se caracteriza por realização fora da escola, envolvendo flexibilidade de métodos e de conteúdos e um público-alvo muito variável em suas características (faixa etária, nível de escolaridade, nível de conhecimento da problemática ambiental, etc.) é denominado informal. Um programa de educação ambiental para ser efetivo deve promover simultaneamente, o desenvolvimento de conhecimento, atitudes e habilidades necessárias à preservação e melhoria da qualidade ambiental. A aprendizagem será mais efetiva se a atividade estiver adaptada às situações da vida real da cidade, ou do meio em que vive a sociedade (ALAGOINHAS, 2020).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observando os resultados obtidos pelas análises, pode-se concluir que, as áreas analisadas demonstraram similaridades entre os pontos 1 e 6 por serem os menos antropizados e mais afastados dos despejos diretos de esgoto residencial e industrial. Índices com valores altos no ponto 3, como nitrato e fosfato, comprovam o despejo de esgoto doméstico (detergentes, agrotóxicos) em ambos os locais analisados. Reflexo do adensamento populacional e falta de saneamento básico nessas regiões.

Além disso, com relação aos períodos climáticos, chegamos a conclusão de que com exceção dos parâmetros temperatura e turbidez que foram mais altas no período seco, todos outros tiveram valores mais altos no período chuvoso. Sobre os despejos diretos de cargas de esgoto basicamente os pontos 1 e 6 estão livres dessa influência, já os pontos 2 e 3 sofrem com esgoto doméstico e comercial e os pontos 4 e 5 com esgoto industrial.

Os parâmetros que mais interferiram na qualidade da água do rio Catu foram à temperatura, turbidez, OD e DBO, com destaque para o P1 (Nascente do rio), como ponto de melhor qualidade, e P3 (centro da cidade), como o de pior qualidade. Houve ainda uma relação direta entre os parâmetros temperatura e turbidez e uma relação indireta entre os parâmetros OD e DBO, como se esperava.

A conservação do recurso hídrico e recuperação de tais áreas dependem de diversos fatores como, saneamento básico e recuperação de áreas de várzea, bem como o conhecimento de dados numéricos sobre o quanto os limites de poluição estão ultrapassados, fatores esses que podem ser usados como elementos de projetos de Educação Ambiental para a sensibilização da população e de autoridades locais. Com mudanças e investimentos imediatos especialmente no saneamento básico o rio Catu ainda tem chance de ser um pouco do que foi no passado.

Diante dos resultados acolhidos nesta pesquisa sobre a qualidade da água do rio Catu, considerando o Plano Municipal de Gestão Integrada aos Resíduos Sólidos (PMGIRS), há a necessidade de se fazer uma parceria da Universidade e a Prefeitura para por em prática os Programas de Educação Ambiental, voltados para a gestão de resíduos, inclusive os que poluem os recursos hídricos. Faz-se necessário o incentivo e apoio ao programa de monitoramento mensal por voluntários, Observando os rios através da ONG SOS Mata Atlântica, iniciado desde 2018 na Uneb, interrompido na pandemia e retomado com esta pesquisa em 2022.

REFERÊNCIAS

ABEMA. Associação Brasileira de Entidades de Meio Ambiente. **Diagnóstico institucional dos órgãos estaduais de meio ambiente no Brasil**. Vitória, ES: ABEMA, 1993. 67 p.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004. 2004. Disponível em: <https://analiticaqmresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2022.

ALAGOINHAS. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. Consulta pública. 2020. Disponível em: http://consultaresiduos.alagoinhas.ba.gov.br/doc/PMGIRS-VERSAO_%20PRELIMINAR.pdf. Acesso em: 01 nov. 2022.

ALAGOINHAS. **Plano Municipal de Saneamento Ambiental de Alagoinhas**. Estudo geoambiental das lagoas do município de Alagoinhas-Bahia. Prefeitura de Alagoinhas Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente. Agosto, 2018.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Panorama das águas**. 2012. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/>. Acesso: 01 nov. 2022.

ANDRADE, J.; SANQUETTA, C. R.; UGAYA C. **Identificação de Áreas Prioritárias para Recuperação da Mata Ciliar na UHE Salto Caxias**. Espaço Energia, 3. ed. 2005.

APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. **American Public Health Association, American Water Works**. 20th ed. Association, Water Environmental Federation, 20 th ed. Washington, 1988.

BAHIA. INEMA (Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos), 2010.

BAHIA. SEI. SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. **Estatísticas dos municípios baianos**, 2013. Disponível em: <https://www.sei.ba.gov.br>. Acesso em: 04 fev. 2022.

BARREIRA, Américo. **Alagoinhas e seu Município**. Notas e apontamentos para futuro. Alagoinhas: Typografia do Popular, 1902.

BISPO, A. L. S. **Análise da Fragmentação Florestal da Bacia Hidrográfica do Rio Catu, Alagoinhas- Bahia- Brasil**. Alagoinhas: Universidade do Estado da Bahia, 2016.

BRASIL. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE. **Cd-Rom.[Links**, 2000. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/administracao-publica-e-participacao-politica/9663-censo-demografico-2000.html?=&t=destaques>. Acesso em: 13 out. 2022.

BRASIL. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. 1965. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm. Acesso em: 13 out. 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o

inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em: 13 out. 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm. Acesso em 13 out. 2022.

BRASIL. PNQA **Portal Tratamento de Água Indicadores de Qualidades** – Índice de Qualidade das Águas (IQA, Memphis), 2015. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso 3m 13 out. 2022.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**, n. 53, 18 mar. 2005, p. 58-63.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 430 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. **Diário Oficial [da] União**, n. 92, 16 maio 2011, p. 89. Brasília, 2011.

CORSON, Walter H. **Manual Global de Ecologia**: o que você pode fazer a respeito da crise do meio ambiente. Tradução de Alexandre Gomes Caman. São Paulo: Augustus, 1993.

COSTA, Emily Cintia Tossi de Araújo. **Diagnóstico ambiental das águas do estuário Jundiá-Potengi pela determinação dos índices de qualidade da água e toxidez**. 2008. 133 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

CUNHA, Sandra Baptista. **Impactos das Obras de Engenharia sobre o Ambiente Biofísico da Bacia do rio São João**. Rio de Janeiro: edição do autor, 1995. 415 p.

DERISIO, J. C. **Introdução ao Controle de Poluição Ambiental**. 3. ed., São Paulo, 2007.

DI BERNARDO, Luiz; DI BERNARDO, Angela; CENTURIONE FILHO, Paulo Luiz. **Ensaio de tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de água**. São Carlos: RiMa, 2002.

ESTEVES, F. **Fundamentos de Limnologia**. 3. ed., Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. Impactos ambientais macroscópicos e qualidade das águas em nascentes de parques municipais em Belo Horizonte-MG. **Revista Geografias**, p. 398-423, 2012.

GANDARA, Flávio Bertim; KAGEYAMA, Paulo Yoshio; OLIVEIRA, Renata Evangelista de; MORAES, Luiz Fernando Duarte de. **Manual de Projeto de Recuperação Matas Ciliares**. Rio de Janeiro: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2002.

GARCIAS, C. M.; AFONSO, J. A. C. Revitalização de rios urbanos. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 1, n. 1, p. 131-144, 2013.

HESPANHOL, K. M. H. **Monitoramento e diagnóstico da qualidade da água do Ribeirão Morangueiro**. Universidade Estadual de Maringá, 2009. Disponível em: http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UEM-10_078e725f183d0914f4911c9d6d9bb674. Acesso em: 13 out. 2022.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. Rio de Janeiro, RJ, 2011, 1050p.

LEME, T. N. Os municípios e a política nacional do meio ambiente. **Planejamento e políticas públicas**, n. 35, 2010.

MACÊDO, J. A. B. **Águas & águas: métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**, Belo Horizonte, 2001.

MADDEN, N. ; LEWIS, A. ; DAVIS, M. Thermal effluent from the power sector : an analysis of once-through cooling system impacts on surface water temperature. **Environmental Research Letters**, v. 8, n. 3, 2013.

MILARÉ, Lucas Tamer. **O licenciamento ambiental: contribuições para um marco legislativo à luz do pacto federativo ecológico instituído pela Lei Complementar 140**, 2016. 337f. Tese (Doutorado em Direito) – Doutorado Programa de Estudos Pós-Graduados em Direito. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2016.

NASS, Daniel Perdigão. O conceito de poluição. **Revista Eletrônica de Ciências**, São Carlos, SP, n. 13, nov. 2002. Disponível em: http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art_13/poluicao.html. Acesso em: 16 jan. 2023.

NOGUEIRA, Daniela. **Participação e Reconhecimento na Organização Social em torno da Gestão de Recursos Hídricos: uma análise comparada da Bacia do Rio das Velhas/MG e da Bacia do Rio dos Sinos/RS**. 2004. 158 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Política) – Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

NUVOLARI, A. **Esgoto sanitário: Coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2011.

PAIVA, L.; SOUZA, A. Avaliação de Alguns Parâmetros Físico-Químicos da Água do rio Riachão no Município de Caatiba-BA, **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, n. 09, 2010.

PAULA FERREIRA, M.; GARCIA, M. S. D. Saneamento básico: meio ambiente e dignidade humana. **Dignidade Re-Vista**, v. 2, n. 3, p. 12, 2017.

PINHEIRO, L. A. P. **Avaliação dos aspectos de qualidade das águas na bacia do Rio Pojuca, Bahia**. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.

PIRATOBA, Alba Rocio Aguilar *et al.* Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. **Revista Ambiente & Água [online]**. v. 12, n. 3, p.

435-456, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1910>. Epub May-Jun 2017. ISSN 1980-993X. Acesso em: 13 out. 2022.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, Aldo da Cunha; BRAGA, Benedito; TUNDSI, José Galizia (org.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3 ed. São Paulo: Escrituras, 2006. p. 65.

RIBEIRO, E. S. **Análise da qualidade da água no rio Catu da bacia hidrográfica do rio Pojuca – Bahia**. Salvador: UCSAL, 2011.

SANTIAGO, B. E. C. *et al.* O. Avaliação da qualidade da água no perímetro urbano de Riachão do Jacuípe, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v. 9, n. 4, p. 1058-1071, 2016. Disponível em: <http://www.ufpe.br/rbgfe>. Acesso em: 10 set. 2022.

SANTOS, R. C. L. Application of indexes to assess the water quality of coastal basin of the Sapucaia in Sergipe. **Eng Sanit Ambient**. v. 23, n. 1, jan./fev., p. 33-46, 2018.

SANTOS, Lucia Pires dos. Efeitos dos Escoamentos Urbanos e Rurais na Qualidade da Água do Córrego Verruga em Vitória da Conquista. **Química Nova**, v. 31, n. 8, 2008.

SÃO PAULO. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. São Paulo: CETESB, 2009.

SÃO PAULO. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. São Paulo: CETESB, 2012.

SILVA, A. E. P. *et al.* Influência da precipitação na qualidade da água do rio purus. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 4, p. 733-742, 2006.

SOMMER, Renata Segovia. **Qualidade da água em sub-bacia hidrográfica urbana: o caso do Rio Camaçari/BA**. 2013. 111f. Dissertação (Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental. Universidade Católica do Salvador, Salvador, 2013.

SOSMA. **Manual de Campo, Observando os Rios**. SOS Mata Atlântica. 2016. Disponível em: www.sosma.org.br. Acesso em: 04 fev. 2021.

TÉO, Saulo Jorge *et al.* Estrutura da Regeneração Natural Sujeita à Pecuária Extensiva na Região de Caçador-Sc. **Nativa**, v. 2, n. 4, p. 199-207, 2014

TUCCI, Carlos E. M. **Águas urbanas**. estudos avançados, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008. On-line version. ISSN 1806-9592.

TUCCI, Carlos E. M. **Plano Diretor de Drenagem Urbana: Princípios e Concepção**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Porto Alegre: UFRGS, 1997.

TUCCI, Carlos E. M.; MENDES, C. A. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica**. Brasília, 2006. (Ministério de Meio Ambiente, 2006).

TUNDISI, José Galizia. Ecology and development: perspectives for a better society. **Physiology & Ecology Japan**, v. 27, Special number, p. 93-130, 1990.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, 632 p.

TUNDISI, J. G. Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos. **Revista USP**, v. 70, p. 24-35, 2006.

UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. **Water for people, water for life**. Executive Summary of the UN World Water development Report. França: UNESCOWWAP, 2003.

VASCONCELOS, V. M. M.; SOUZA, C. F. Caracterização dos Parâmetros de Qualidade da Água do Manancial Utinga, Belém, PA, Brasil. **Ambiente & Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 6, n. 2, 2011, p. 605-624. Universidade de Taubaté, Taubaté, São Paulo, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.202>. Acesso em: 03 out. 2022.

VAZ, Grice Ane dos Santos; MATOS, Mara Rojane. **Mapeamento e avaliação ecológica de Áreas de Preservação Permanente do rio Catu**, Alagoinhas, 2014.

VAZ, G. A. dos S. *et al.* **Avaliação da Funcionalidade Fluvial de um Trecho do Rio Catu e Rio Subaúma, Alagoinhas (Bahia- Brasil)**. In: FEMMIC, Catu, 2012.

VON SPERLING, M. V. **Estudos e Modelagem da Qualidade da Água de Rios**. v. 7, Belo Horizonte: UFMG, 2007.

VON SPERLING, M. V. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005.