



Universidade Federal da Paraíba



Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente

Área de Concentração: Gerenciamento Ambiental

**QUALIDADE DA ÁGUA, IMPACTOS E CONTRIBUIÇÕES PARA A GESTÃO
AMBIENTAL DO RIO PRETO, MUNICÍPIO DE SANTA RITA, PARAÍBA**

Raquel Cruz de França Eiras

Orientadora: Prof^a.Dr^a. Maria Cristina Basílio Crispim da Silva

João Pessoa/PB

2018

RAQUEL CRUZ DE FRANÇA EIRAS

**QUALIDADE DA ÁGUA, IMPACTOS E CONTRIBUIÇÕES PARA A GESTÃO
AMBIENTAL DO RIO PRETO, MUNICÍPIO DE SANTA RITA, PARAÍBA**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-graduação em
Desenvolvimento e Meio Ambiente,
da Universidade Federal da Paraíba,
em cumprimento às exigências para
obtenção do título em Mestre em
Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientadora: Prof^{fa}.Dr^a. Maria Cristina Basílio Crispim da Silva

João Pessoa/PB

2018

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

E35q Eiras, Raquel Cruz de Franca.
QUALIDADE DA ÁGUA, IMPACTOS E CONTRIBUIÇÕES PARA A
GESTÃO AMBIENTAL DO RIO PRETO, MUNICÍPIO DE SANTA RITA,
PARAÍBA / Raquel Cruz de Franca Eiras. - João Pessoa,
2018.
133 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN.

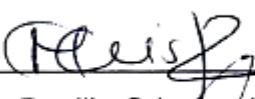
1. gestão ambiental. 2. qualidade de água. 3. rio
urbano. 4. município. I. Título

UFPB/BC

RAQUEL CRUZ DE FRANÇA EIRAS

**QUALIDADE DA ÁGUA, IMPACTOS E CONTRIBUIÇÕES PARA A GESTÃO
AMBIENTAL DO RIO PRETO, MUNICÍPIO DE SANTA RITA, PARAÍBA**

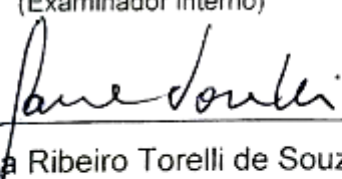
BANCA EXAMINADORA



Dr^a. Maria Cristina Basílio Crispim da Silva - UFPB
(Orientadora)



Dr. Eduardo Rodrigues Viana de Lima -UFPB
(Examinador interno)



Dr^a. Jane Enisa Ribeiro Torelli de Souza - UFPB
(Examinador externo)

João Pessoa/PB

2018

“A natureza criada aguarda, com grande expectativa, que os filhos de Deus sejam revelados.” (Bíblia, Romanos 8:19)

AGRADECIMENTOS

Meu maior agradecimento a Deus, o Senhor, criador de todas das coisas, por tudo que Ele é em mim. Não tenho palavras que expressem quão grande é minha gratidão e alegria por todos os benefícios que me tem feito.

Agradeço aos meus pais, Claudete Cruz Felício e José Inácio de França por todo o auxílio, cuidados, e ensinamentos que me fizeram chegar até aqui. Bem como aos meus irmãos, Daniel e Tiago, pela preocupação e orientação e, por junto a Smalya e Adílis, trazerem tantas alegrias e conforto nessa jornada com o nascimento dos meus queridos sobrinhos, Ester, Levi e Josué. A todos os meus familiares, meu muito obrigada!

Em especial, ao meu esposo Jonathas Eiras, por todo o amor, companheirismo, compreensão, suporte e dedicação, que sem sombra de dúvida foram essenciais para mim. E a toda a sua família pelo apoio e por muitas vezes proporcionar momentos agradáveis e de descanso.

Aos meus amigos e irmãos na fé, muito obrigada! Tê-los em minha vida é extremamente importante pois, molda meu caráter, estimula minha fé, e ainda, dentre tantas outras coisas que eu poderia citar, me traz a memória aquilo que verdadeiramente dá esperanças. Meu agradecimento, em particular, à Primeira Igreja Batista em Santa Rita.

Aos meus amigos, que mesmo com o passar dos anos e com a distância, conseguem fazer-se presentes, e tornam os dias mais leves e felizes.

À turma do mestrado, pela oportunidade de partilhar tantas experiências e aprendizagem, em especial a: Ingrid Almeida, pela parceria que a ecologia alavancou; Tatiane Evaristo, por toda a disposição para ouvir e se fazer presente; e ao Lázaro Fialho, pela inspiração, carinho e cumplicidade. Desejo que nossa amizade se prolongue por longas datas, grata por tudo!

Aos parceiros de trabalho do Laboratório de Ecologia Aquática (LABEA), em primeiro lugar à minha orientadora Cristina Crispim, por toda a receptividade, disposição e altruísmo; a Randolpho pelo auxílio nas coletas e análises; a Flávia, Aline, Sérgio, Glória, Lucas, Cyntya, Fabiana e demais, que auxiliaram nas atividades em laboratório; bem como a Jane Torelli, pela oportunidade de contribuir e aprender nos projetos e assessoria de extensão; e a Josélia Francisco, por todo o compartilhar.

A Sildo Morais, através da Secretaria de Agricultura e Abastecimento da Prefeitura Municipal de Santa Rita, pela solicitude no desenvolvimento e participação em ações dentro do município que contribuíram para enriquecer meus conhecimentos.

À equipe do grupo de monitoramento SOS Rio Preto do projeto Observando os rios, Fernanda Soares e Andréa dos Santos, pela parceria e auxílio do desenvolvimento das atividades. E à Fundação SOS Mata Atlântica por proporcionar a oportunidade ímpar de ser um de seus voluntários, com muita vivência e grandes aprendizados.

Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Campus Santa Rita, através de Gelda Karla e Magdalena Duarte, pela abertura para o desenvolvimento do trabalho, bem como aos estudantes, pela participação e receptividade.

Aos professores do Programa de Pós- Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) –UFPB que colaboraram com a transmissão de conhecimento no decorrer do processo.

Ao CNPq, pelo financiamento da bolsa.

E, por fim, a todos que cooperaram, direta e indiretamente, para a execução deste trabalho, meus sinceros agradecimentos!

RESUMO

Os diversos usos dados à água têm intensificado os impactos ambientais nos ecossistemas aquáticos. O crescimento urbano mal planejado, sem dúvida, é o maior causador dos danos aos rios através do lançamento de efluentes domésticos e industriais, dentre outras atividades humanas capazes de promover mudanças desastrosas no meio natural. Em todo o mundo, os anúncios quanto à crise de escassez de água potável, alertaram para a necessidade de implementação de um novo modelo de desenvolvimento, que vise à melhoria da qualidade de vida e ambiental para as gerações atuais e futuras. No Brasil, diante da realidade vivenciada, emergiram vários instrumentos legais com a intenção de promover uma gestão ambiental que vise abranger a necessidade da população em geral e de preservação e conservação ambiental. A Lei das Águas, por sua vez, trouxe diversas mudanças para o gerenciamento dos recursos hídricos e é um importante aliado para o trato dos rios urbanos e para a execução de uma gestão ambiental eficaz, especialmente no âmbito municipal. Devido à grande importância da água e de sua conservação para a manutenção e qualidade da vida, o estudo tem por objetivo, analisar a qualidade de água do Rio Preto em Santa Rita, na Paraíba, averiguar os seus principais impactos e propor soluções. Para a análise da qualidade da água foram coletadas amostras de água em pontos previamente definidos. As variáveis analisadas foram: clorofila-a, fósforo total, ortofosfato, compostos nitrogenados (amônia, nitrato e nitrito), oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica e a comunidade zooplânctônica como indicador de qualidade da água. Os parâmetros que possuem limites pré-estabelecidos na Resolução CONAMA (357/05), tiveram os resultados comparados com a classificação em que o Rio Preto está enquadrado (classe de 3 de água doce). Também foram levantados os principais impactos a que o rio está sujeito durante todo o seu curso, com o intuito de descrever e apresentar propostas mitigadoras e que diminuam os conflitos socioambientais presentes. Os resultados do monitoramento da qualidade da água demonstraram que alguns parâmetros indicam lançamentos de efluentes não tratados e que o fósforo total, o pH, e o oxigênio dissolvido, apresentaram valores em inconformidade em alguns pontos avaliados de acordo com a resolução, para classe de água em que o rio está enquadrado. O Índice de Estado Trófico (IET), também foi classificado em alguns pontos como hipereutrófico. O biomonitoramento da qualidade da água demonstrou que os impactos ambientais ocorridos ao longo do curso do rio têm refletido na estrutura da comunidade zooplânctônica. A educação ambiental, por sua vez, está inserida em todo o contexto de transformação em que o país se encontra, e não deve deixar de ser mencionada e valorizada. Para tanto, foram desenvolvidas atividades de educação ambiental formal e não-formal, através de palestras e atividades de campo com o intuito de sensibilizar e incentivar os moradores sobre os problemas ambientais enfrentados pelos mesmos. Vê-se assim, a necessidade da implementação de medidas corretivas para que o Rio Preto possua características adequadas para a qual está destinado.

Palavras-chave: gestão ambiental; qualidade de água; rio urbano; município

ABSTRACT

The diverse uses given to water have intensified the environmental impacts on aquatic ecosystems. Poorly planned urban development is undoubtedly the greatest cause of damage to rivers through the launching of domestic and industrial effluents, among other human activities capable of promoting disastrous changes in the natural environment. Throughout the world, announcements regarding the crisis of drinking water shortages have warned of the need to implement a new development model that aims to improve the quality of life and the environment for present and future generations. In Brazil, faced with the reality experienced, several legal instruments have emerged with the intention of promoting environmental management that aims to cover the need of the population in general and preservation and conservation of the environment. The Water Law, in turn, has brought several changes to the management of water resources and is an important ally for the treatment of urban rivers and for the implementation of an effective environmental management, especially at the municipal level. Due to the great importance of water and its conservation for the maintenance and quality of life, the study aims to analyze the water quality of Preto river in Santa Rita, Paraíba, to investigate the main impacts and propose solutions. For water quality analysis, water samples were collected at previously defined points. The analyzed variables were: chlorophyll-a, total phosphorus, orthophosphate, nitrogen compounds (ammonia, nitrate and nitrite), dissolved oxygen, pH, electrical conductivity and the zooplankton community as indicator of water quality. The parameters that have limits pre-established in the CONAMA Resolution (357/05), had the results compared with the classification in which the Preto river is classified (class 3 of fresh water). The main impacts to which the river is subject during its entire course have also been raised, with the purpose of describing and presenting mitigating proposals and reducing the present socio-environmental conflicts. The water quality monitoring results showed that some parameters indicate releases of untreated effluents and that total phosphorus, pH, and dissolved oxygen presented nonconformity values at some points evaluated according to the resolution for water class in which the river is classified. The Trophic State Index (TSI), was also classified in some points as hypereutrophic. Biomonitoring of water quality has shown that the environmental impacts along the course of the river have reflected on the structure of the zooplankton community. Environmental education, in turn, is embedded in the entire context of transformation in which the country is located, and must be mentioned and valued. In order to do so, formal and non-formal environmental education activities were developed through lectures and field activities in order to sensitize and encourage residents about the environmental problems they face. It is seen, the need to implement corrective measures so that Preto river has adequate characteristics for which it is intended.

Keywords: environmental management; water quality; urban river; County

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA - Agência Nacional de Águas

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba

APHA - *American Public Health Association*

BIOMAC - Biofilme e Macrófitas, Sistema de tratamento

CAGEPA - Companhia de Água e Esgotos da Paraíba

CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

DBO - Demanda bioquímica de oxigênio

DNAEE - Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IET - Índice de Estado Trófico

IFPB – Instituto Federal da Paraíba

IQA - Índice de Qualidade da Água

LABEA - Laboratório de Ecologia Aquática

NH₃ – Amônia

NH₄⁺ - Íon amônio

NO₂⁻ - Nitrito

NO₃⁻ - Nitrato

OD - Oxigênio Dissolvido

ONG - Organização Não-Governamental

pH - Potencial Hidrogeniônico

PNMA - Política Nacional do Meio Ambiente

PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos

PO₄³⁻ - Ortofosfato

PRODEMA - Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente

SINGREH - Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos

SISNAMA - Sistema Nacional de Meio Ambiente

SUDEMA – Superintendência de Administração do Meio Ambiente

UFPB - Universidade Federal da Paraíba

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. Mapa de localização do Rio Preto situado no município de Santa Rita, PB.	38
Figura 2. Ponto 1: Barragem do Rio Tibiri, Santa Rita-PB.	39
Figura 3. Ponto 2: Ponte na Av. Anísio Pereira Borges, Santa Rita-PB.	39
Figura 4. Ponto 3: Ponte na BR 101, Km 80, Santa Rita-PB.	40
Figura 5. Pluviometria na região de João Pessoa (Posto DFAARA) ao longo do tempo.	42
Figura 6. Concentrações de oxigênio dissolvido no Rio Preto, Santa Rita-PB, nos locais amostrados, ao longo do tempo.	44
Figura 7. Diferenças entre os pontos amostrais a partir dos valores de OD avaliados no Rio Preto, Santa Rita –PB.	44
Figura 8. Valores de pH do Rio Preto, Santa Rita-PB, nos locais amostrados, ao longo do tempo.	45
Figura 9. Não há diferenças entre os pontos amostrais a partir dos valores de pH avaliados no Rio Preto, Santa Rita –PB.	46
Figura 10. Medidas de amônia no Rio Preto, Santa Rita-PB, nos locais amostrados, ao longo do tempo.	47
Figura 11. Diferenças entre os pontos amostrais a partir dos valores de amônia avaliados no Rio Preto, Santa Rita –PB.	47
Figura 12. Concentrações de nitrito no Rio Preto, Santa Rita-PB, nos locais amostrados, ao longo do tempo.	48

Figura 13. Diferenças entre os pontos amostrais a partir dos valores de nitrito avaliados no Rio Preto, Santa Rita –PB.	48
Figura 14. Concentrações de nitrato no Rio Preto, Santa Rita-PB, nos locais amostrados, ao longo do tempo.	49
Figura 15. Não há diferenças entre os pontos amostrais a partir dos valores de nitrato avaliados no Rio Preto, Santa Rita –PB.	49
Figura 16. Medidas de clorofila a do Rio Preto, Santa Rita-PB, nos locais amostrados, ao longo do tempo.	50
Figura 17. Diferenças entre os pontos amostrais a partir dos valores de clorofila-a avaliados no Rio Preto, Santa Rita –PB.	51
Figura 18. Concentrações de fósforo total no Rio Preto, Santa Rita-PB, nos locais amostrados, ao longo do tempo.	52
Figura 19. Diferenças entre os pontos amostrais a partir dos valores de fósforo total avaliados no Rio Preto, Santa Rita –PB.	53
Figura 20. Concentrações de ortofosfato do Rio Preto, Santa Rita-PB, nos locais amostrados, ao longo do tempo.	54
Figura 21. Diferenças entre os pontos amostrais a partir dos valores de ortofosfato avaliados no Rio Preto, Santa Rita –PB.	54
Figura 22. Condutividade elétrica do Rio Preto, Santa Rita-PB, nos locais amostrados, ao longo do tempo.	55
Figura 23. . Diferenças entre os pontos amostrais a partir dos valores de condutividade elétrica avaliados no Rio Preto, Santa Rita –PB.	56
Figura 24. Índice de Estado Trófico do Rio Preto, Santa Rita-PB, nos locais amostrados, ao longo do tempo.	57

CAPÍTULO II

Figura 1. Mapa de localização do Rio Preto e pontos amostrais (P1, P2 e P3), situado no município de Santa Rita-PB e seus respectivos pontos de coleta.	67
Figura 2. Pluviometria na região de João Pessoa (Posto DFAARA) ao longo do tempo.	69
Figura 3. Densidade total de zooplâncton no Rio Preto, Santa Rita-PB, de Dezembro de 2016 a Julho de 2017.	70
Figura 4. Densidade de Copepoda no Rio Preto, Santa Rita-PB, de Dezembro de 2016 a Julho de 2017.	71
Figura 5. Densidade de Cladocera no Rio Preto, Santa Rita-PB, de Dezembro de 2016 a Julho de 2017.	72
Figura 6. Índice de diversidade de Cladocera no Rio Preto, Santa Rita-PB, de Dezembro de 2016 a Julho de 2017.	73
Figura 7. Índice de equitabilidade de Cladocera no Rio Preto, Santa Rita-PB, de Dezembro de 2016 a Julho de 2017.	74
Figura 8. Índice de dominância de Cladocera no Rio Preto, Santa Rita-PB, de Dezembro de 2016 a Julho de 2017.	74
Figura 9. Densidade de Rotífera no Rio Preto, Santa Rita-PB, de Dezembro de 2016 a Julho de 2017.	75
Figura 10. Índice de diversidade de Rotífera no Rio Preto, Santa Rita-PB de Dezembro de 2016 a Julho de 2017.	77
Figura 11. Índice de equitabilidade de Rotífera no Rio Preto, Santa Rita-PB.	77

Figura 12. Índice de dominância de Rotífera no Rio Preto, Santa Rita-PB, de Dezembro de 2016 a Julho de 2017.	78
--	----

Figura 13. Densidade de Protozoa no Rio Preto, Santa Rita-PB, de Dezembro de 2016 a Julho de 2017.	79
---	----

CAPÍTULO III

Figura 1. Mapa de localização do município de Santa Rita, Paraíba.	89
---	----

Figura 2. Palestra no IFPB, Campus Santa Rita, Paraíba.	91
--	----

Figura 3. Alunos do IFPB, Campus Santa Rita, Paraíba, conhecendo a biota do Rio Preto (comunidade zooplanctônica).	92
---	----

Figura 4. Monitoramento da qualidade da água com frequentadores da EBD da Primeira Igreja Batista em Santa Rita, Paraíba.	94
--	----

Figura 5. Monitoramento da qualidade da água com estudantes do IFPB, Campus Santa Rita, Paraíba.	95
---	----

Figura 6. Monitoramento da qualidade da água com estudantes do IFPB, Campus Santa Rita, Paraíba.	96
---	----

CAPÍTULO IV

Figura 1. Ponto 1 (P1) no mês de dezembro de 2016, na Barragem do Rio Tibirizinho, início do trecho do Rio Preto, Santa Rita-PB.	103
---	-----

Figura 2. Ponto 2 (P2) no mês de julho de 2016, na ponte da Av. Anísio Pereira Borges, centro da cidade de Santa Rita-PB, após dragagem.	104
---	-----

Figura 3. Ponto 2 (P2) no mês de julho de 2017, na ponte da Av. Anísio Pereira Borges, centro da cidade de Santa Rita-PB, realização de dragagem.	104
Figura 4. Ponto 2 (P2) no mês de julho de 2017, na ponte da Av. Anísio Pereira Borges, centro da cidade de Santa Rita-PB.	104
Figura 5. Ponte da Rua Amaro Coutinho, centro da cidade de Santa Rita-PB.	104
Figura 6. Boca de lobo na barragem do Rio Tibirizinho, início do trecho do Rio Preto, Santa Rita-PB no mês de fevereiro de 2017.	105
Figura 7. Exemplo de residência com lançamento de esgoto a céu aberto próximo à Rua Maria da Paz Lacet, Santa Rita-PB.	105
Figura 8. Ponto 1 (P1) no mês de abril de 2017, na Barragem do Rio Tibirizinho, início do trecho do Rio Preto, Santa Rita-PB, repleto de macrófitas.	105
Figura 9. Ponto 1 (P1) no mês de abril de 2017, na Barragem do Rio Tibirizinho, início do trecho do Rio Preto, Santa Rita-PB.	105
Figura 10. Estação elevatória da CAGEPA, próximo ao Ponto 2 (P2) no mês de dezembro de 2016, na Av. Anísio Pereira Borges, centro da cidade de Santa Rita-PB.	106
Figura 11. Estação elevatória da CAGEPA, próximo ao Ponto 2 (P2) no mês de abril de 2017, na Av. Anísio Pereira Borges, centro da cidade de Santa Rita-PB.	106
Figura 12. Ponto 2 (P2) no mês de novembro de 2017, na ponte da Av. Anísio Pereira Borges, centro da cidade de Santa Rita-PB, mostrando as águas do Rio Preto transparentes e a entrada de esgoto	

modificando o ambiente (lado direito).	106
Figura 13. Ponto 3 (P3) no mês de dezembro de 2016, na ponte da BR 101, Km 80, Santa Rita-PB, mostrando a assembleia de macrófitas (<i>Eichornnia crassipes</i>).	107
Figura 14. Peixe observado no Ponto 3 (P3), localizado na ponte da BR 101, Km 80, Santa Rita-PB.	108
Figura 15. Pegadas observadas no Ponto 3 (P3), localizado na ponte da BR 101, Km 80, Santa Rita-PB, no mês de abril de 2017.	108
Figura 16. Cobra observadas no Ponto 3 (P3), localizado na ponte da BR 101, Km 80, Santa Rita-PB, no mês de julho de 2017.	108
Figura 17. Buraco escavado preenchimento com restos de ramos e folhas presentes no local em Engenho Velho-PB, para o tratamento das águas cinzas domiciliares.	109
Figura 18. Círculo de bananeiras, para contenção de águas cinzas originadas da cozinha e lavanderia, em Engenho Velho-PB, após 6 meses de construção.	109
Figura 19. Preenchimento do TEVAP com metralha, após as etapas de perfuração, impermeabilização com tela e cimento, e colocação de pneus para fazer a câmara que receberá o esgoto bruto de residências no Condomínio Amizade, Paratibe, João Pessoa, PB.	110
Figura 20. O sistema do TEVAP, após as etapas de preenchimento das camadas, Construção de um rebordo no tanque dois meses após a sua instalação no Condomínio Amizade, Paratibe, João Pessoa, PB.	110
Figura 21. Rio Cabelo antes do biotratamento, coberto de macrófitas e apresentando água barrenta.	111

Figura 22. Rio Cabelo após a implantação do biotratamento, apresentando uma transparência elevada e uma diversidade de plantas aquáticas. 111

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Valores do IET segundo as classes de estado trófico: Ultraoligotrófico (Ultra); Oligotrófico (Oligo); Mesotrófico (Meso); Eutrófico (Eutro); Supereutrófico (Super); e Hipereutrófico (Hiper)	
Tabela	41
Tabela 2. Padrões CONAMA para classe 3 de Água Doce, referentes aos parâmetros analisados no Rio Preto, Santa Rita-PB.	43

CAPÍTULO II

Tabela 1. Densidade média de Copepoda por estágio de desenvolvimento, ordem e ponto amostral de Dezembro de 2016 a Julho de 2017.	71
Tabela 2. Espécies de Cladocera de acordo com cada ponto amostral, no Rio Preto, Santa Rita-PB.	73
Tabela 3. Espécies de Rotifera de acordo com cada o ponto amostral, no Rio Preto, Santa Rita-PB.	76
Tabela 4. Espécies de Protozoa de acordo com cada o ponto amostral, no Rio Preto, Santa Rita-PB.	79

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
2. OBJETIVOS	21
2.1. Objetivo geral	21
2.2. Objetivos específicos.....	21
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	21
3.1. Gestão dos recursos hídricos: realidade e legislação brasileira.....	21
3.2. O papel do município quanto à gestão dos recursos hídricos	25
3.3. Importância da Limnologia para a Gestão dos Recursos Hídricos	27
3.4. Educação Ambiental como aliado na gestão dos recursos hídricos	29
4. RESULTADOS	32
CAPÍTULO I.....	32
AVALIAÇÃO DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO PRETO, SANTA RITA, PARAÍBA, BRASIL	32
4.1. INTRODUÇÃO.....	33
4.1.1. Panorama dos rios urbanos.....	33
4.1.2. Importância das variáveis Limnológicas.....	34
4.1.3. Pesquisa científica como subsídio à gestão ambiental local	35
4.2. METODOLOGIA.....	37
4.2.1. Área de Estudo	37
4.2.2. Planejamento amostral e variáveis analisadas.....	39
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
4.3.1. Parâmetros contidos na Resolução CONAMA nº 357/05	42
4.3.1.1. Variáveis Ambientais analisadas	43
4.3.1.2. Oxigênio Dissolvido (OD).....	43
4.3.1.3. Potencial Hidrogeniônico (pH).....	45
4.3.1.4. Compostos nitrogenados: Amônia, Nitrito e Nitrato.....	46
4.3.1.5. Clorofila-a.....	50
4.3.1.6. Fósforo Total	51
4.3.2. Outros parâmetros avaliados	53
4.3.2.1. Ortofosfato.....	53
4.3.2.2. Condutividade elétrica.....	55
4.3.2.3. Índice de Estado Trófico (IET).....	56

4.4. CONCLUSÃO	57
4.5. REFERÊNCIAS	58
CAPÍTULO II.....	62
ZOOPLÂNCTON COMO BIOINDICADOR DE QUALIDADE DA ÁGUA NO RIO PRETO, SANTA RITA, PARAÍBA.....	62
4.6. INTRODUÇÃO.....	63
4.6.1. A importância do biomonitoramento	63
4.6.2. Zooplâncton como bioindicador de qualidade da água	64
4.6.3. Pesquisa científica como subsídio para a gestão ambiental local	65
4.7. METODOLOGIA.....	66
4.7.1. Área de estudo.....	66
4.7.2. Amostragem	68
4.7.3. Análise dos dados.....	68
4.8. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	69
4.9. CONCLUSÕES	80
4.10. REFERÊNCIAS	80
CAPÍTULO III.....	85
MELHORIA DA CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL COMO CONTRIBUIÇÃO PARA A GESTÃO AMBIENTAL EM SANTA RITA, PARAÍBA.....	85
4.15. INTRODUÇÃO	86
4.15.1. Conflitos socioambientais: um campo de ação política.....	86
4.15.2. A importância da melhoria da conscientização ambiental	87
4.16. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	89
4.16.1. Área de estudo	89
4.16.2. Metodologia.....	90
4.17. RELATO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	90
4.17.1. Melhoria da conscientização ambiental no âmbito das políticas públicas municipais	90
4.17.2. Melhoria da conscientização ambiental no âmbito escolar	90
4.17.3. Melhoria da conscientização ambiental através de ações comunitárias ...	92
4.18. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	96
4.19. REFERÊNCIAS.....	96
CAPÍTULO IV	99
PROPOSTAS DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO RIO PRETO, SANTA RITA, PARAÍBA	99
4.11. INTRODUÇÃO.....	100

4.12. METODOLOGIA.....	102
4.12.1. Área de estudo.....	102
4.12.2. Materiais e métodos	102
4.13. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	103
4.13.1. Monitoramento ambiental	103
4.13.2. Propostas de recuperação	109
4.14. CONCLUSÃO.....	111
4.15. REFERÊNCIAS	112
5. CONCLUSÃO GERAL.....	117
6. REFERÊNCIAS GERAIS.....	118
7. ANEXOS.....	128

1. INTRODUÇÃO

Ao longo da história das civilizações, a ocupação humana nas margens dos rios tem provocado diversos danos ambientais. Tal ocupação representa a busca por uma melhor qualidade de vida, que por sua vez está intrinsecamente associada à disponibilidade de água.

Ao passo que a economia foi-se tornando mais complexa e diversificada, os usos dados à água foram se ampliando para atender as excessivas demandas, gerando efeitos cada vez mais desastrosos (TUNDISI, 2003; MORAES, 2016). Apesar da importância da água para a manutenção da vida, a sua degradação é uma realidade que afeta diretamente a quantidade e qualidade disponíveis desse recurso, e para mudar esse quadro é necessário tratar as relações entre sociedade e natureza (CAMPOS et al, 2016).

De acordo com Bernardes e Ferreira (2007), há necessidade de enfrentar a dicotomia sociedade/natureza, e este avanço nas concepções já existentes não é tarefa fácil, mas necessária. Tal concepção deve estar intrinsecamente vinculada com as ações de gestão ambiental, e isto é possível com a capacitação de recursos humanos por meio da educação formal e não formal, como previsto na Política Nacional de Educação Ambiental.

Com vista a um melhor controle das atividades antrópicas que leve em consideração o respeito à sustentabilidade e à manutenção dos serviços ecossistêmicos, pode-se dizer que, a gestão ambiental, é um caminho a ser trilhado, para que a relação sociedade/natureza ocorra de forma eficiente.

A gestão dos recursos hídricos, por sua vez, deve estar integrada com a gestão ambiental, sendo esta uma das diretrizes gerais da Política Nacional dos Recursos Hídricos - PNRH. Promover a integração de ambas é de competência tanto do Poder Executivo Federal, quanto dos Poderes Executivos Estaduais e do Distrito Federal conforme as suas competências. Os órgãos do poder público municipal também possuem competência para gerir localmente, contanto que esteja de acordo com as leis federais e estaduais. É evidente a necessidade de avançar em relação ao saneamento e, conseqüentemente, ao trato dos rios urbanos, que por sua vez, estão fortemente associados com o alto grau de poluição e alagamentos nas cidades (TUCCI, 2008; ALMEIDA, 2010).

Santa Rita é conhecido como o município das águas minerais por possuir o maior número de fontes de água mineral do estado da Paraíba. No entanto, seus rios sofrem com a falta de gestão e planejamento ambiental, sendo esses danos refletidos na população no que diz respeito à saúde pública (COSTA, 2014).

O Rio Preto situa-se na zona urbana do município e compõe a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba. Um exemplo dos impactos ambientais que o rio vem sofrendo é com o acúmulo de resíduos sólidos e o assoreamento, estes contribuem de forma significativa para a ocorrência de inundações, que acontecem praticamente todos os anos no período chuvoso. A única ação realizada pelos gestores do município são as dragagens (MORAIS, 2011).

Sabedores das lacunas existentes para que haja o desenvolvimento eficaz da gestão ambiental, e considerando que o monitoramento da qualidade da água deve preceder qualquer ação de recuperação e preservação dos corpos hídricos (AMARO, 2009), é que este trabalho foi desenvolvido no município de Santa Rita-PB.

A presente dissertação encontra-se dividida em introdução, objetivos, referencial teórico, estando a metodologia inserida nos quatro capítulos de acordo com o foco dado a cada um, e estes por sua vez, foram organizados em formato de artigos. O primeiro capítulo aborda as contribuições dadas ao município através das atividades de conscientização ambiental desenvolvidas no decorrer da pesquisa; o segundo traz a avaliação da qualidade da água do Rio Preto; o terceiro trata sobre os bioindicadores de qualidade da água; e o quarto descreve os principais impactos e aponta possíveis soluções para o Rio Preto; encerrando com uma conclusão geral da dissertação.

Para tanto, testa-se a hipótese de que:

H1 – A qualidade de água do Rio Preto não corresponde ao seu enquadramento.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar a qualidade da água do Rio Preto, município de Santa Rita, estado da Paraíba, identificando os principais impactos para auxiliar na gestão desse ecossistema.

2.2. Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

- Monitorar a qualidade de água do Rio Preto com o intuito de investigar as suas condições físicas, químicas e biológicas;
- Averiguar se a qualidade de água é condizente com a classificação do rio de acordo com a resolução CONAMA 357/05;
- Biomonitorar a qualidade da água através da avaliação de sua influência na comunidade zooplanctônica;
- Identificar os principais impactos observados no trecho urbano do rio e apresentar propostas mitigadoras para os conflitos socioambientais presentes;
- Contribuir com atividades de conscientização ambiental dos atores sociais envolvidos com foco nos recursos hídricos e no Rio Preto.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Gestão dos recursos hídricos: realidade e legislação brasileira

As questões que envolvem a complexidade dos recursos hídricos dizem respeito a todos os setores da sociedade e são, portanto, cenários propícios para grandes debates (OCDE, 2015).

No Brasil não poderia ser diferente, apesar de ser um país com a maior reserva de água doce do mundo, a distribuição geográfica desigual deste elemento vital, acaba por não favorecer toda a população, especialmente se relacionar a disponibilidade hídrica com as áreas mais povoadas do país.

Além dessas questões espaciais, deve-se destacar os impactos ambientais que vem se intensificando com o passar dos anos, e a água sem

dúvida, é um dos recursos naturais mais prejudicados (WOLKMER e PIMMEL, 2013). Os efluentes domésticos e industriais, bem como as atividades de agricultura são considerados atualmente, como as principais fontes de poluição química em corpos de água, sejam eles de natureza orgânica e/ou inorgânica (AGUIAR *et al.*, 2002; TUCCI, 2008).

Nos anos 70 (século XX), diante do modelo de desenvolvimento vivenciado, houve no país uma crescente percepção da necessidade de mudança nos mecanismos de regulação do uso dos recursos hídricos, visto que a legislação em vigor não correspondia mais aos problemas ambientais enfrentados (CUNHA e COELHO, 2007).

Atualmente, a política das águas no Brasil envolve a questão de abastecimento de água ao conceito de limpeza, mas nem sempre foi assim. Outrora, tal política privilegiou a geração de energia, ao invés de saneamento, com vista a impulsionar o desenvolvimento e a industrialização, e por este motivo a gestão era realizada através do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE (MACHADO, 2003).

Diante da dramática situação em que a água está inserida, e dos alertas referentes à crise de disponibilidade da água, especialmente após a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1992 (ECO 92), aliado ao já preceituado no artigo 21, no inciso XIX da Constituição Federal (1988), o Brasil inovou instituindo um Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – SINGREH (MACHADO, 2003; CUNHA e COELHO, 2007; OCDE, 2015).

O SINGREH revela as fortes tendências de caráter descentralizador contidas na Constituição de 1988, sendo ela a primeira a tratar de forma específica das questões ambientais, atrelando-as ao princípio da subsidiariedade (MACHADO, 2003; CUNHA e COELHO, 2007)

É importante destacar que essa descentralização da gestão ambiental no Brasil, foi prevista na Política Nacional de Meio Ambiente - PNMA (1981), antes mesmo da promulgação da Constituição Federal (1988), e também compõe as demais políticas ambientais (SCARDUA e BURSTYN, 2003; CARVALHO *et al.*, 2005).

O preceituado na Constituição (1988) sobre o SINGREH regulamentou-se através da Lei nº 9.433 de 8 de Janeiro de 1997, conhecida como a Lei das

Águas, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH (MACHADO, 2003; CUNHA e COELHO, 2007; OCDE, 2015).

Dentre os fundamentos da PNRH está a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, e entre os instrumentos previstos para tal, estão os Planos de Recursos Hídricos que devem ser elaborados pelas Agências de Água e por bacia hidrográfica, sendo aprovados pelo respectivo Comitê de Bacia, que por sua vez devem acompanhar a execução dos planos e sugerir as providências com vista ao cumprimento das metas.

Considerando o caráter executivo destes e outros instrumentos da PNRH, foi idealizada a Agência Nacional de Águas - ANA, órgão de gerenciamento dos recursos hídricos de domínio da União, criada em 2000, através da Lei nº 9.984 (MACHADO, 2003).

Outro instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH, é o enquadramento dos corpos de água em diferentes classes, segundo os seus usos preponderantes. O mesmo visa assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas, e diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações permanentes. Tal instrumento possibilita ainda o gerenciamento e planejamento essenciais para a garantia da qualidade da água conforme a sua destinação, através do estabelecimento de metas a serem mantidas ou alcançadas (AMARO, 2009).

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), para o enquadramento dos corpos de água, três aspectos conceituais devem ser considerados, os mesmos englobam a funcionalidade prevista para este instrumento legal, e são eles:

- **O rio que temos** – representa a condição atual do rio;
- **O rio que queremos** – representa os anseios da sociedade com o corpo hídrico;
- **O rio que nós podemos ter** – representa uma visão mais realista do ecossistema aquático.

Portanto, o enquadramento representa metas finais que devem ser alcançadas e não necessariamente a realidade atual de um corpo hídrico,

visando o nível de qualidade que ele deve possuir para atender às necessidades da comunidade, e para tanto algumas metas devem ser estabelecidas, na intenção de alcançar o objetivo da qualidade da água (classe), ou em alguns casos, mantê-lo (CONAMA, 2005).

O enquadramento também faz uma importante conexão entre o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Meio Ambiente, por servir de referência tanto para os instrumentos de gestão dos recursos hídricos, como para o de gestão ambiental. Sendo assim, deve seguir as normas e procedimentos definidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (CONAMA, 2005).

Os padrões de qualidade ambiental para cada classe de águas, estão descritos na Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA de nº 357, de 17 de março de 2005, visando o monitoramento dos corpos de água. Os vários usos da água possuem diferentes requisitos de qualidade, portanto, as águas de qualidade superior deverão ser utilizadas para fins mais exigentes, enquanto que as águas de menor qualidade deverão ser destinadas para usos menos exigentes.

Vê-se que há um progresso considerável, em se tratando das legislações ambientais no Brasil, mas é preciso avançar mais, através de ações que promovam mudanças significativas.

Tucci (2008), apresentando quatro “fases das águas urbanas” (pré-higienista, higienista, corretiva, e desenvolvimento sustentável), considera que o Brasil, lamentavelmente, permanece na chamada fase *higienista*. Nesta fase, a solução encontrada pela sociedade, diante da necessidade de enfrentar a proliferação de doenças provenientes da condição sanitária, foi a de lançar seus efluentes para longe de suas fontes de abastecimento sem nenhum tratamento prévio (TUCCI, 2008).

A grande questão é que, desta forma, o problema não é solucionado ou minimizado, sendo apenas transferido de um local para outro, continuando a atingir outra parte da população e da biodiversidade (TUCCI, 2008). O que é contrário à ideia de gestão descentralizada, que adota a bacia hidrográfica como unidade gestora, visando exatamente a consideração dos impactos ocorridos ao longo da bacia de drenagem.

3.2. O papel do município quanto à gestão dos recursos hídricos

O desafio das cidades, até meados do século XX, era erradicar a disseminação de doenças de veiculação hídrica provocadas por seus próprios dejetos, sem ao menos mensurar os impactos a jusante (TUCCI, 2008). O desafio do século XXI encontra-se em gerir os recursos hídricos de forma descentralizada, considerando a relação causa-efeito que acontece na rede de drenagem fluvial (MACHADO, 2003).

A definição da bacia hidrográfica como unidade territorial para gestão dos recursos hídricos, engloba toda esta rede de drenagem fluvial, envolvendo de forma descentralizada todos os estados e regiões, inclusive os municípios, sendo a participação deste ente federado importantíssima para a resolução de conflitos locais (MACHADO, 2003).

Dessa forma, foi instaurado o comitê de bacia hidrográfica, que deve ser composto por diferentes representantes com o objetivo de:

[...] garantir a pluralidade de interesses na definição do destino a ser dado aos recursos hídricos no âmbito de cada bacia hidrográfica e possibilitar a mais ampla fiscalização das ações, desde sua definição até a elaboração de projetos e o controle da eficácia e da aplicação dos recursos financeiros, assim como a universalização das informações existentes e produzidas sobre recursos hídricos (MACHADO, 2003 p. 123).

Os municípios também estão entre os representantes que devem compor os comitês de bacias hidrográficas, sendo estes importantes aliados para a integração dos sistemas de gestão dos recursos hídricos com a gestão ambiental, junto aos demais setores da sociedade.

Machado (2003), tratando sobre as competências administrativas comuns dadas aos municípios pela Constituição Federal, ressaltou que os mesmos devem proteger e combater a poluição das águas, junto aos demais entes federados, sendo possível o estabelecimento de medidas restritivas ou de controle para preservar corpos de água dentro de seu território, e até mesmo inibir o desperdício de água tratada por determinados empreendimentos. Infelizmente os instrumentos de gestão ambiental ainda são pouco frequentes nos municípios brasileiros, demonstrando a necessidade de

implementação de políticas locais que impulsionem a gestão municipal (CARVALHO *et al.*, 2005).

O comprometimento dos rios urbanos, por exemplo, é um reflexo da má gestão dos municípios, que acaba atingindo boa parte dos afluentes de uma bacia, desaguando, por fim no rio principal (TUNDISI *et al.*, 2008).

Segundo Almeida (2010), os “rios urbanos” são rios que sofreram diversas modificações, perdem qualidade e por sua vez refletem negativamente no ambiente natural e cultural, por esta razão, acabam sendo desvalorizados pela sociedade. O descaso com os rios urbanos causa danos ao meio ambiente e a toda a população, principalmente as mais socioambientalmente vulneráveis, e ainda comprometem a bacia hidrográfica que compõem, da qual não podem ser dissociados (ALMEIDA, 2010).

A população de baixa renda acaba sendo a mais atingida, pois na maioria das vezes ocupa as margens destes rios urbanos que, geralmente, são marginalizados e desvalorizados no Brasil, sendo associados a sujeira e doenças, recebendo tudo aquilo que é rejeito da sociedade (ALMEIDA, 2010) e perdem ainda serviços ecossistêmicos de que poderiam prover, como por exemplo a pesca.

Eis a indispensabilidade da atuação da gestão local, que precisa romper alguns obstáculos para que ocorra a descentralização da gestão ambiental, dentre eles estão a cultura de atuação centrada por parte dos órgãos centralizadores, além da carência de capacitação institucional, infraestrutura e participação social dentro dos próprios municípios (MACHADO, 2003; SCARDUA e BURSTYN, 2003).

A criação de uma Secretaria Municipal de Meio Ambiente, ou de outro órgão afim e/ou de um Conselho de Meio Ambiente, é uma forma de romper com alguns destes obstáculos, pois tornará o município integrado ao SISNAMA, sendo assim, autoridade capaz de autuar infração ambiental e instaurar processo administrativo segundo a Lei de Crimes Ambientais (MACHADO, 2003; CARVALHO *et al.*, 2005).

De acordo com Carvalho *et al.* (2005), existem motivações de ordem econômica para a criação dos Conselhos e Fundos Municipais de Meio Ambiente, pois é por meio destes que as prefeituras, tanto poderão exercer atividades de licenciamento ambiental, bem como cobrança de taxas.

Não pode deixar-se de mencionar que a saúde pública melhora quando há investimento em relação à melhoria da qualidade ambiental, especialmente quando estes investimentos voltam-se para a melhoria da qualidade das águas urbanas (BARCELLOS, 2006).

3.3. Importância da Limnologia para a Gestão dos Recursos Hídricos

O gerenciamento dos recursos hídricos não pode estar dissociado da Limnologia, esta que antes fora considerada a ciência dos lagos, com o passar dos anos vem ganhando novos conceitos e tecnologias, incluindo os rios dentro de seus estudos (ESTEVES, 1998; TUNDISI e TUNDISI, 2008).

De acordo com Tundisi e Tundisi (2008), a Limnologia colaborou de diversas formas para o desenvolvimento da Ecologia Teórica. Dentre suas colaborações pode-se destacar a compreensão da evolução dos ecossistemas, no que diz respeito às alterações produzidas por atividades antrópicas.

Desde as primícias, a Limnologia debruça-se em estudar a relação entre a presença de determinadas espécies de organismos e as variáveis ambientais, com vista a compreender as condições dos ecossistemas aquáticos (ESTEVES, 1998; BUSS *et al.*, 2003).

Atualmente, muitos estudos têm analisado a eficiência de organismos para a remediação (biorremediação) de recursos e áreas impactadas. Crispim e colaboradores (2009), por exemplo, considerando a capacidade de remoção de nutrientes dissolvidos em corpos de água por parte das plantas (macrófitas) e do biofilme, constataram em experimento que o biofilme teve uma resposta mais positiva que as macrófitas, no ambiente experimentado, dando ênfase a ambos como sistemas eficientes para o tratamento da qualidade da água.

A ecologia, por sua vez, auxilia de forma significativa na resolução de problemas ambientais através dos seus estudos, ajudando a estabelecer estratégias sustentáveis a longo prazo (BEGON *et al.*, 2007). O conhecimento do estado ecológico e sanitário dos ecossistemas aquáticos é fundamental para a contribuição da gestão e planejamento dos recursos hídricos, por integrar as informações das condições ecológicas, sociais e econômicas existentes dentro de um determinado espaço urbano, sendo primordial para

subsidiar ações tanto no tempo atual como no vindouro (MAROTTA *et al.*, 2008).

Para que haja influência significativa para a sociedade, o monitoramento limnológico deve estar interligado com as políticas sociais, como a de saneamento básico, não devendo ser encarado como gasto, e sim como investimento, visando à melhoria da qualidade ambiental e consequentemente da vida da população, especialmente para as gerações futuras (MAROTTA *et al.*, 2008). Citando caso análogo, no final do século XX, o índice de mortalidade no estado de São Paulo diminuiu consideravelmente após iniciado o tratamento de água, demonstrando o quanto a questão de saúde pública se interliga com a qualidade dos recursos hídricos (BARCELLOS, 2006).

Tundisi (2008) afirmou que a revitalização de ecossistemas aquáticos é um incentivo à economia do país devido a toda a logística e recursos humanos que o mesmo demanda, não deixando de mencionar que esta ação também é capaz de promover a recuperação do ciclo hidrossocial.

Vê-se portanto, que o monitoramento da qualidade da água é imprescindível para o planejamento e tomada de decisões, pois é através dele que se obtêm os subsídios indispensáveis para tal, devendo anteceder qualquer ação de recuperação das condições do recurso impactado (AMARO, 2009). O biomonitoramento também deve ser considerado como uma ferramenta valiosa para a avaliação das condições de um ecossistema aquático, pois o mesmo utiliza-se de parâmetros biológicos (bioindicadores) na investigação da qualidade da água, mediante as respostas dos organismos em relação ao ambiente em seu entorno (BUSS *et al.*, 2003; MAROTTA *et al.*, 2008).

Buss e colaboradores (2003) ressaltaram que mesmo em condições de qualidade dentro dos padrões previstos por lei, os bioindicadores podem demonstrar a existência de impactos ambientais que se refletem no ecossistema aquático através do processo denominado de biomagnificação, no qual os organismos bioacumulam compostos que são transferidos de um nível trófico para outro, prejudicando as inter-relações biológicas e aumentando a toxicidade no ambiente.

Quanto maior for o número de variáveis avaliadas no monitoramento limnológico, melhor será o embasamento para as tomadas de decisão, sendo

necessária a incorporação da pesquisa científica para suprir a deficiência da falta de monitoramento existente no território brasileiro por parte dos órgãos governamentais, que acaba tornando alguns instrumentos legais ineficazes (BUSS *et al.*, 2003; MAROTTA *et al.*, 2008; AMARO, 2009).

Para Machado (2003), não se pode considerar que as novas perspectivas trazidas pela legislação são ineficazes pelo fato de ainda não ter havido mudanças significativas na administração pública e nas ações pessoais, pois essas mudanças só poderão ser medidas ao longo de décadas. Daí a importância de Instituições de Ensino também participarem do monitoramento ambiental, a partir de projetos de pesquisa, disponibilizando esses dados para o público em geral.

3.4. Educação Ambiental como aliado na gestão dos recursos hídricos

Eventualmente a sociedade brasileira sai da postura de espectador para se tornar participante nas ações governamentais, mas isto precisa mudar, e torna-se uma realidade contínua, sendo dever do governo central impulsionar os atores sociais a buscarem a melhoria da qualidade de vida no âmbito local (SCARDUA e BURSTYN, 2003).

Para que a sociedade proponha medidas mitigadoras frente aos impactos nos recursos hídricos, além de embasamento técnico (monitoramento limnológico) como já foi abordado anteriormente, outros fatores devem ser considerados e, dentre eles, a educação ambiental deve ser tratada com especial atenção (MAROTTA *et al.*, 2008).

É perceptível quando a população não possui um conhecimento higiênico-sanitário mediante a forma como ela dispõe seus resíduos e mediante a ausência de percepção e preocupação relacionados com a qualidade ambiental (BARCELLOS, 2006).

Vale salientar que, a percepção dos indivíduos em relação aos rios, muda de acordo com suas subjetividades, que envolvem desde os aspectos pessoais, como o tipo de formação e até mesmo sua experiência profissional, e isso tudo varia de acordo com o local onde o indivíduo se encontra, bem como o momento histórico vivenciado pelo mesmo (ALMEIDA, 2010).

Uma boa percepção do ambiente no qual estamos inseridos torna as pessoas capazes de enxergar os riscos ambientais aos quais podem estar submetidas, fazendo-as atuar positivamente na busca por uma melhor qualidade de vida, ao constatarem os problemas sociais que se refletem no meio ambiente e necessitam de intervenção (ALMEIDA, 2010; LAYRARGUES *et al.*, 2014; LIMEIRA *et al.*, 2014). Tal percepção será melhor desenvolvida a partir da formação de uma nova consciência ecológica (LIMEIRA *et al.*, 2014).

Essa nova consciência ecológica e percepção transcende a ideia de superioridade dos seres humanos em relação ao meio natural, que imprime a lógica de separação total entre ambos. Para Schaeffer (1970), o homem é considerado como ser unido à natureza (do ponto de vista da finitude) e ao mesmo tempo separado dela (do ponto de vista da pessoalidade), contudo, ele enfatiza que não se deve escolher uma das posições, ao invés disso, assumir ambas. A natureza possui um valor em si mesma, e por este motivo não deve ser tratada com o pragmatismo que põe os seres humanos em posição egoísta nesta relação (SCHAEFFER, 1970).

Disseminar a conscientização ambiental visando à formação de atores sociais com posicionamento crítico não é tarefa fácil, mas essencial para se obter uma gestão ambiental adequada. Na Constituição Federal (1988), o artigo 225 que trata do meio ambiente, declara que todos têm direito a uma boa qualidade de vida que está associada a um meio ambiente de uso comum ecologicamente equilibrado, sendo dever de todos (do Poder Público ao coletivo e individual), defendê-lo e preservá-lo para as gerações atuais e futuras.

Todos os níveis sociais possuem papel importante para que possam avançar diante das problemáticas ambientais vivenciadas na atualidade, e para que isto ocorra é necessário que toda a sociedade seja conhecedora dos seus direitos, sem deixar de lado os seus deveres, e o desenvolvimento da educação ambiental é primordial dentro deste contexto, sendo garantido por meio da Política Nacional de Educação Ambiental.

A forma de assegurar este direito coletivo está no incentivo à inserção da educação ambiental em todos os níveis de ensino, além da conscientização pública, que poderá ser realizada por outros meios que não as escolas. Impulsionar a educação ambiental é aperfeiçoar a capacidade da população de

exercer a cidadania, pois é dessa forma que as leis tornam-se eficazes, podendo ser alteradas ou revogadas (MACHADO, 2003).

4. RESULTADOS

CAPÍTULO I

AVALIAÇÃO DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO PRETO, SANTA RITA, PARAÍBA, BRASIL

Raquel Cruz de França Eiras¹ Maria Cristina Crispim ²

¹ Bacharela em Ecologia – CCAE/UFPB; Mestranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA/UFPB. E-mail: raquel.eirass@gmail.com

² Graduada em Ciências Biológicas – CCEN/UFPB; Dr^a. em Ecologia e Biossistemática – ULisboa e Pós- Doutorado em Ecologia Aplicada; Professora associada III da UFPB. E-mail: ccrispim@hotmail.com

RESUMO

Os rios urbanos são conhecidos como ambientes impactados devido à falta de gestão ambiental que se reflete intensamente na população com maior vulnerabilidade socioambiental. A avaliação de variáveis limnológicas é uma forma de subsidiar e fornecer dados para a gestão ambiental. Sendo assim, a pesquisa foi desenvolvida no Rio Preto no município de Santa Rita, no estado da Paraíba, considerando a necessidade local e com vistas à melhoria da qualidade ambiental e de vida da população. Para tanto foram avaliados os parâmetros físicos e químicos da qualidade da água (clorofila a, fósforo total, ortofosfatos, compostos nitrogenados, oxigênio dissolvido, pH e condutividade elétrica) do Rio Preto, considerando que o rio está enquadrado na classe 3 de água doce. Os valores dos parâmetros contidos na resolução CONAMA (nº 357/05) foram comparados com os encontrados no período de monitoramento com o intuito de averiguar as condições reais do rio. Dentre os parâmetros avaliados o fósforo total, o pH, e o oxigênio dissolvido, apresentaram inconformidades em alguns pontos avaliados de acordo com a resolução. Os valores destes parâmetros e também do ortofosfato e da condutividade elétrica, indicam e confirmam o lançamento de efluentes sem tratamento prévio. O Índice de Estado Trófico -IET também foi classificado em alguns pontos como hipereutrófico. Conclui-se que tanto o lançamento de esgotos como também algumas condições ambientais inadequadas que foram observadas (resíduos sólidos e odor desagradável), têm prejudicado o corpo hídrico. Portanto, medidas corretivas devem ser realizadas para que o Rio Preto possua características adequadas para a qual está destinado.

Palavras-chave: enquadramento; gestão ambiental; qualidade da água; recursos hídricos; rio

ABSTRACT

Urban rivers are known as impacted environments due to the lack of environmental management that is reflected intensely in the population with greater socio-environmental vulnerability. The assessment of limnological variables is a way of subsidizing and providing data for environmental management. Therefore, the research was developed in Preto river in the municipality of Santa Rita, in the state of Paraíba, considering the local need and with a view to improving the environmental quality and life of the population. The physical and chemical parameters of the water quality (chlorophyll a, total phosphorus, orthophosphates, nitrogen compounds, dissolved oxygen, pH and electrical conductivity) of the Preto river were evaluated, considering that the river is classified in freshwater class 3. The values of the parameters contained in the CONAMA resolution (n° 357/05) were compared with those found in the monitoring period in order to ascertain the actual conditions of the river. Among the evaluated parameters total phosphorus, pH, and dissolved oxygen, presented nonconformities in some points evaluated according to the resolution. The values of these parameters, as well as of the orthophosphate and the electrical conductivity, indicate and confirm the discharge of effluents without previous treatment. The Trophic State Index (IET) was also classified in some places as hypereutrophic. We conclude that both the sewage discharge as well as some inadequate environmental conditions that have been observed (solid waste and unpleasant odor) have damaged the water body. Therefore, corrective measures must be taken to ensure that Preto river has adequate characteristics for which it is intended.

Keywords: framing; environmental management; water quality; water resources; river

4.1. INTRODUÇÃO

4.1.1. *Panorama dos rios urbanos*

A ocupação das comunidades humanas no entorno dos ambientes aquáticos é algo compreensível e evidente que ocorre desde os primórdios da história. É compreensível devido à necessidade da água para a manutenção da vida e por ser algo intrínseco a todos os seres vivos. É evidente, pois, que quanto mais próximos a ambientes que se caracterizam pela abundância deste recurso, melhor seria a qualidade de vida, visto que além da obtenção do próprio recurso hídrico, haveria a disponibilidade de outros, como alimento e matéria prima, que também se beneficiam desse elemento para existir (CAMPOS *et al.*, 2016; VIANA e MORAES, 2016).

À medida que o desenvolvimento urbano foi avançando em algumas localidades, o pensamento relacionado com a instalação de habitações foi mudando. Os rios, que antes eram sinônimos de segurança, passaram a expressar perigo, devido a todas as descargas de contaminantes e poluentes provenientes do lançamento de esgotos domésticos e também industriais, sendo receptáculo de vários dejetos urbanos, fazendo com que, em muitos lugares suas margens deixassem de ser ambientes desejáveis para moradia

(MEDONÇA, 2004; ALMEIDA, 2010; VIANA e MORAES 2016; CAMPOS *et al.*, 2016).

Diante dessa realidade, alguns cursos de água que tiveram as suas feições e qualidade modificadas pela urbanização passaram a ser categorizados como “rios urbanos”, e em sua maioria, as margens desses rios foram ocupadas por populações de baixa renda com alta vulnerabilidade socioambiental (ALMEIDA, 2010).

Atualmente, a maioria da população mundial ocupa áreas urbanas, e os problemas enfrentados dentro desta ordem social são muitos, mas em países como o Brasil, em que as condições socioeconômicas possuem elevada complexidade, os problemas de ordem socioambiental ganham maior destaque (MENDONÇA, 2004).

Reconhecer a realidade em que nos encontramos é passo fundamental para a mudança de posturas necessárias na relação “sociedade e natureza”. De acordo com Mendonça (2004), a vulnerabilidade urbana envolve uma série de implicações que estão ligadas à condição de pobreza de considerável parcela da sociedade moderna e a magnitude destes problemas carece de maior atenção de estudiosos e gestores urbanos.

4.1.2. Importância das variáveis Limnológicas

Os estudiosos e pesquisadores são importantíssimos na escolha e avaliação das variáveis limnológicas que servem para averiguar as condições dos ecossistemas aquáticos e dar o suporte necessário para o reconhecimento da realidade do ambiente (TUNDISI J. e TUNDISI T., 2008).

Além da escolha e avaliação das variáveis limnológicas, a forma de retorno social que será dado é de extrema relevância, de acordo com Buss e colaboradores (2003):

Um aspecto fundamental a ser considerado em um programa de monitoramento é a habilidade em traduzir a informação tanto para os gestores ambientais quanto para o público em geral. Muitas vezes, a complexidade dos resultados dos métodos tradicionais de avaliação impede a interpretação pelo público leigo, tornando a informação restrita e, por isso, obscura (BUSS *et al.*, 2003, p.470).

Existem variáveis, por exemplo, que sofrem influência direta do uso do solo na bacia de drenagem, dentre as quais pode-se destacar o pH, bem como as concentrações de fósforo, nitrogênio, oxigênio dissolvido (OD) e a clorofila-a (MAROTTA *et al.*, 2008).

O termo pH representa a concentração de íons hidrogênio em uma solução e pode-se considerá-lo como uma das variáveis mais importantes, por possuir ação sobre os organismos aquáticos e na permeabilidade das membranas vivas, bem como na qualidade da água, porém, a sua interpretação não é tão fácil e deve-se ao elevado número de fatores que podem influenciá-lo (ESTEVES, 1998; LIMA e GARCIA, 2008).

O fósforo, por sua vez, tem grande importância nos sistemas biológicos, sendo considerado o fator limitante na produtividade de boa parte das águas continentais (ESTEVES, 1998). Esteves (1998) ressaltou que todas as formas

de fósforo encontrado em ecossistemas aquáticos são fosfatadas, e apesar da importância de todas elas, o ortofosfato (PO_4^{3-}) possui maior relevância no estudo da limnologia, por ser a principal forma assimilada pelos vegetais aquáticos.

A importância da avaliação do nitrogênio dá-se devido ao seu papel na formação das proteínas e por ser um dos componentes básicos da biomassa; entre as várias formas possíveis de encontrar o nitrogênio em águas, pode-se destacar: o nitrato (NO_3^-), o nitrito (NO_2^-) e a amônia (NH_3) (ESTEVES, 1998).

Tanto o fósforo como o nitrogênio indicam o lançamento de águas urbanas sem tratamento prévio, provocando o processo de eutrofização artificial dos corpos hídricos (ESTEVES, 1998; LIMA e GARCIA, 2008; MAROTTA *et al.*, 2008; TUCCI, 2008).

De acordo com Lima e Garcia (2008), o OD “é um elemento essencial para a manutenção dos processos metabólicos de produção, energia e reprodução dos seres vivos”. Este gás dissolvido na água caracteriza e compõe a dinâmica do ambiente aquático e, por este motivo, está entre as variáveis que mais sofrem variações diárias (ESTEVES, 1998).

Já a análise de clorofila-a indica a biomassa algal de acordo com a sua concentração, então quanto maior a biomassa, mais elevado será o estado trófico do ambiente (ESTEVES, 1998).

Outras variáveis como a condutividade elétrica, medida de transparência e a temperatura da água também possuem sua importância na avaliação da qualidade da água.

A condutividade elétrica é um indicador que mede a capacidade da água em conduzir corrente elétrica através dos sais, ácidos e bases presentes nas águas naturais, e mesmo não indicando quais íons que estão presentes, aponta a existência de possíveis impactos ambientais que ocorrem na bacia de drenagem através do lançamento de efluentes (LIMA e GARCIA, 2008; TUNDISI J. e TUNDISI T., 2008).

A temperatura, segundo Lima e Garcia (2008) “[...] influencia muitos processos biológicos, distribuição, periodicidade e reprodução dos organismos, reações químicas e bioquímicas que ocorrem na água”.

Há, portanto, uma diversidade de variáveis que podem ser consideradas para averiguar a qualidade das águas, e quanto maior for o número delas melhor será embasado o auxílio para a tomada de decisão que conduza a uma boa gestão dos recursos hídricos (MAROTTA *et al.*, 2008).

4.1.3. Pesquisa científica como subsídio à gestão ambiental local

As leis ambientais no Brasil emergiram como forma de reconhecimento da necessidade de mudanças frente aos problemas ambientais a serem enfrentados, tendo como foco a descentralização do poder e o princípio da subsidiariedade (MACHADO, 2003; SCARDUA e BURSTYN, 2003; CARVALHO *et al.*, 2005; CUNHA e COELHO, 2007).

Em relação aos recursos hídricos não foi diferente, a promulgação da Lei nº 9.433/97 foi um marco legal de extrema importância para a gestão dos ecossistemas aquáticos. A Lei das Águas dotou a sociedade brasileira dos instrumentos legais e institucionais fundamentais para o ordenamento de questões relacionadas com a disponibilidade e com o uso sustentável dos recursos hídricos (MACHADO, 2003).

Desde então, os municípios possuem competência para gerir os seus recursos hídricos localmente, sempre com base nas leis federais e estaduais, visando o bem comum. Para que ocorra a gestão das águas urbanas de forma socialmente sustentável, deve haver avaliações e aprovações de projetos, monitoramentos, fiscalizações e pesquisas, e o município deve dispor das ferramentas necessárias para tal (TUCCI, 2008).

O monitoramento dos rios urbanos é essencial para fornecer dados para a gestão eficiente dos recursos hídricos. A influência da população ocorrerá mais positivamente quando este for interligado à ideia de saneamento básico, pois assim proporcionará uma proximidade da compreensão técnica com a realidade dos atores sociais (MAROTTA *et al.*, 2008; AMARO, 2009).

A maioria dos municípios, devido a diversas omissões, deixa de exercer seus direitos e deveres legais, mas isto de forma alguma deve ser um impedimento. Tais falhas devem ser superadas e o desenvolvimento da gestão ambiental deve emergir, à medida que os atores sociais tornarem-se conhecedores de suas incumbências (SCARDUA e BURSTYN, 2003).

A pesquisa científica pode e deve subsidiar a gestão ambiental, com vista a superar essa deficiência existente nos órgãos públicos, e o monitoramento dos parâmetros de qualidade da água conforme o seu enquadramento é uma das formas de preencher esta lacuna (CONAMA 2005; MAROTTA *et al.*, 2008; AMARO, 2009).

O município de Santa Rita-PB, como boa parte dos municípios brasileiros, não dispunha de órgãos ou conselho direcionado especificamente para as questões ambientais, o que impossibilitava a sua integração ao Sistema Nacional de Meio Ambiente -SISNAMA, e também dificultava ainda mais a eficiência na resolução de questões concernentes à preservação, conservação e recuperação da qualidade ambiental.

Porém, no dia 8 de novembro de 2017, foi criada a Secretaria Municipal de Meio Ambiente através da Lei Municipal de Meio Ambiente de nº 1.810/2017 (DOE Nº 734, 2017), mas devido à sua recente atuação há muitas lacunas existentes na gestão ambiental do município para serem preenchidas.

O Rio Preto é um rio urbano, localizado no município que reflete a falta de interesse e enfoque relacionado com as questões ambientais. O mesmo compõe a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, e de acordo com a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA), está enquadrado na classe 3. Conforme a resolução CONAMA nº 357 de 2005, as águas doces de classe 3 podem ser destinadas: "a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) à pesca amadora; d) à recreação de contato secundário; e e) à dessedentação de animais".

Mas, devido ao despejo de efluentes sem tratamento prévio, ao odor fétido, e processo de eutrofização em determinados pontos, acredita-se que este padrão não corresponde à realidade atual do corpo hídrico, tornando o rio inadequado para atender as necessidades de sua destinação. Testar essa hipótese foi o objetivo desta pesquisa. Para além disso, a pesquisa teve por finalidade, subsidiar a gestão ambiental local do município de Santa Rita, através do monitoramento da qualidade da água do Rio Preto, com o intuito de fornecer dados importantes para a sociedade com vista à participação de todos nas mudanças de postura e exigências, para a melhoria da qualidade ambiental e de vida da população.

4.2. METODOLOGIA

4.2.1. Área de Estudo

O município de Santa Rita (Figura 1) pertence à região metropolitana de João Pessoa capital do estado da Paraíba, entre as coordenadas geográficas Latitude: 6°54'58"S / Longitude: 34°59'26"W e Latitude: 7°17'2"S / Longitude: 34°57'50"W. Sua área territorial é de 730,205 km², e a população de aproximadamente 120.310 habitantes de acordo com o último censo (IBGE, 2010). Está inserido nos domínios das Bacias hidrográficas dos rios Gramame, Miriri, e Paraíba (Baixo Paraíba), nesta última está o Rio Preto um dos principais tributários no município (CPRM, 2005), objeto de estudo deste trabalho.

O Rio Preto possui um regime de escoamento perene, com padrão de drenagem dendrítico, e sua degradação relaciona-se tanto pela supressão da mata ciliar, como pela falta de saneamento básico e de educação ambiental (CPRM, 2005; MORAIS, 2011).

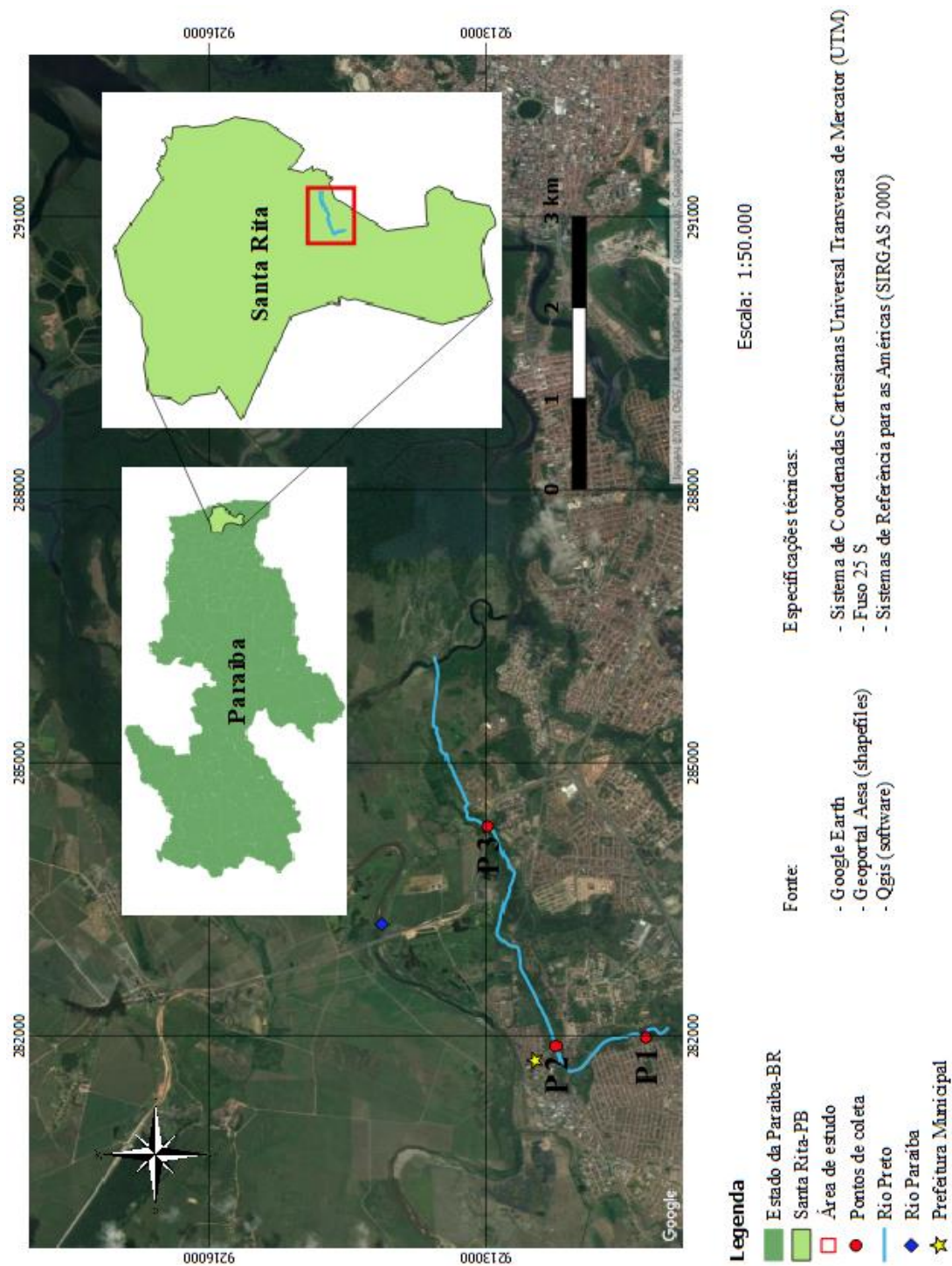


Figura 1. Mapa de localização do Rio Preto situado no município de Santa Rita, PB.
Foto: Acervo da autora.

4.2.2. Planejamento amostral e variáveis analisadas

Considerando que o trecho denominado “Rio Preto” com pouco mais de 6 km de extensão, tem início na barragem do Açúde Tibiri, e segue até a formação do trecho denominado “Rio Paroeira” (limite entre os municípios de Santa Rita e Bayeux) (SUDEMA, 1988), foram definidos três pontos de coleta para avaliação da qualidade da água, sendo o P1 (ponto 1) na barragem (Figura 2), o P2 (ponto 2) no centro da cidade, sob a ponte (Figura 3), e o P3 (ponto 3) perto da foz (Figura 4).



Figura 2. Ponto 1: Barragem do Rio Tibiri, Santa Rita-PB.
Fonte: Acervo da autora.



Figura 3. Ponto 2: Ponte na Av. Anísio Pereira Borges, Santa Rita-PB.
Fonte: Acervo da autora.



Figura 4. Ponto 3: Ponte na BR 101, Km 80, Santa Rita-PB.
Fonte: Acervo da autora.

A coleta de dados foi realizada nos períodos seco e chuvoso. As análises físicas e químicas efetuadas *in situ* foram: temperatura, oxigênio dissolvido e pH. Realizadas respectivamente com o auxílio de oxímetro e pHmetro portátil. Medidas de condutividade elétrica foram realizadas *ex situ*, com o auxílio de condutivímetro de bancada.

Para as análises dos compostos nitrogenados (amônia, nitrato e nitrito), e de fósforo (fósforo total e ortofosfato), foram coletadas três amostras, em cada ponto predeterminado, com três réplicas cada, seguindo os padrões estabelecidos em APHA por Clesceri et al., (1998). Para a análise do N-amoniacoal foi realizado o método do fenol; N-nitrito o método colorimétrico; e o P-total, método da digestão por persulfato; e P-ortofosfato o método do ácido ascórbico. As análises de N-nitrato foram realizadas através do espectro kit para nitrato (Alfakit).

A análise de clorofila-a efetuou-se com a mesma quantidade de amostras/réplicas. Foram filtradas em filtros de fibra de vidro, Whatman GF/C 49 mm de diâmetro, usando como solvente acetona a 90%, e as concentrações foram obtidas espectrofotometricamente através da fórmula proposta por Lorenzen (1967), através da seguinte equação:

$$Cl = A.K.(665_0 - 665_a).v / V_f.L$$

A leitura no comprimento de onda 665 nm, antes e depois da acidificação, é corrigida para as diferentes leituras de células no comprimento de onda 750 nm, sendo o valor final da clorofila a expresso em µg/L, em que:

A= coeficiente de absorção de clorofila a = **11,0**;

K= fator para equiparar a redução da absorvância à concentração inicial de clorofila, 1,7 : 0,7, ou **2,43** ;

665₀ = valor da absorbância antes da acidificação;

665_a = valor da absorbância após a acidificação;

v = volume de acetona utilizado para extração (**10 ml**)
 V_f = volume de amostra filtrado (**L**)
 L = caminho ótico da cubeta (**1cm**)

Já o Índice de Estado Trófico (IET) foi calculado de acordo com metodologia proposta por Lamparelli (2004), com as seguintes equações:

a) Para reservatório, utilizada no P1:

$$IET = 10. (6 - (0,92 - 0,34 \cdot (\ln CI) / \ln 2))$$

$$IET = 10. (6 - (1,77 - 0,42 \cdot (\ln PT) / \ln 2))$$

b) Para ambientes lóticos com correção proposta, que foi utilizada para o P2 e o P3:

$$IET(CI) = 10 \cdot (6 - ((-0,7 - 0,6 \cdot (\ln CI) / \ln 2)) - 20)$$

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

A clorofila-a (CI) e o fósforo total (PT) são expressos em $\mu\text{g/L}$, e a média da soma de ambas as equações expressa a condição do corpo hídrico em classes de estado trófico (Tabela 1).

Tabela 1. Valores do IET segundo as classes de estado trófico: Ultraoligotrófico (Ultra); Oligotrófico (Oligo); Mesotrófico (Meso); Eutrófico (Eutro); Supereutrófico (Super); e Hipereutrófico (Hiper).

Classes de Estado Trófico	Ultra	Oligo	Meso	Eutro	Super	Hiper
Valor de IET	≤ 47	$47 < IET \leq 52$	$52 < IET \leq 59$	$59 < IET \leq 63$	$63 < IET \leq 67$	> 67

Fonte: Adaptado a partir de Lamparelli (2004).

Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Ecologia Aquática (LABEA) da Universidade Federal da Paraíba.

Os dados foram avaliados de acordo com as médias dos respectivos pontos ao longo do período amostral, sendo estas avaliadas de acordo com os parâmetros estabelecidos por lei para as variáveis contidas na resolução pertinente.

Utilizaram-se análises estatísticas correspondentes de acordo com o teste de normalidade (*Shapiro Wilk*) e de homogeneidade de variâncias (*Levene*), seguido de análise de variância (ANOVA ou *Kruskal Wallis*) e comparações entre os dados (Teste T ou Teste de Dunn), através do **Software R**.

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido à influência da pluviometria na dinâmica do corpo hídrico, foi obtido através de dados secundários o índice de chuva referente aos meses de coleta (Figura 5), para melhor compreensão dos resultados.

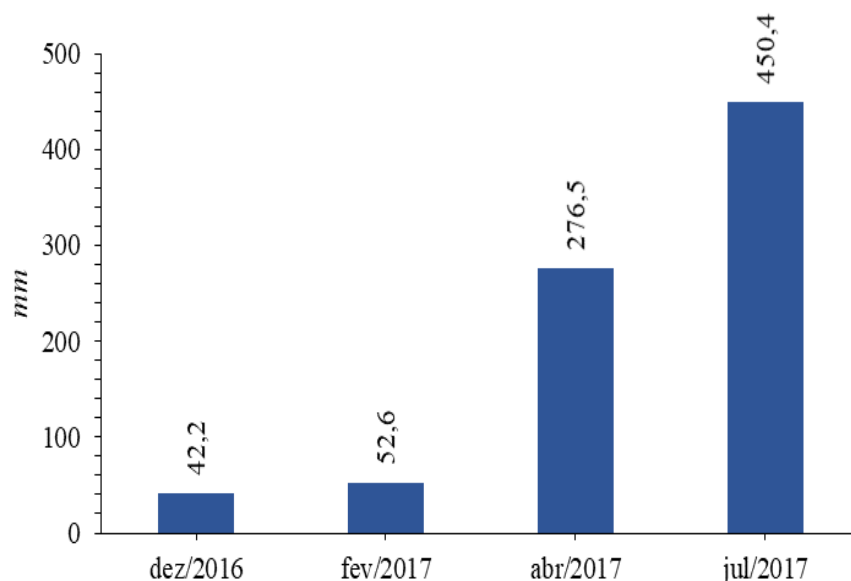


Figura 5. Pluviometria na região de João Pessoa (Posto DFAARA) ao longo do tempo.

Fonte: Portal AESA.

4.3.1. Parâmetros contidos na Resolução CONAMA n° 357/05

De acordo com a diretriz vigente, o Rio Preto está classificado como classe 3 de água doce e, portanto, os parâmetros de clorofila-a; fósforo total; compostos nitrogenados; oxigênio dissolvido e; pH serão comparados com os valores pré-estabelecidos na resolução CONAMA n° 357/05, bem como as condições ambientais observadas em campo contidas nesta mesma resolução (Tabela 2).

Tabela 2. Padrões CONAMA para classe 3 de Água Doce, referentes aos parâmetros analisados no Rio Preto, Santa Rita-PB.

Parâmetros	Valor máximo
materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais	virtualmente ausentes
óleos e graxas	virtualmente ausentes
substâncias que comuniquem gosto ou odor	virtualmente ausentes
resíduos sólidos objetáveis	virtualmente ausentes
Oxigênio Dissolvido	≥ 4 mg/L O ₂
Ph	6,0 a 9,0
Nitrato	10,0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	13,3 mg/L N, para pH $\leq 7,5$
	5,6 mg/L N, para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$
	2,2 mg/L N, para $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$
	1,0 mg/L N, para pH $> 8,5$
Clorofila-a	60 µg/L
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,15 mg/L P

4.3.1.1. Variáveis Ambientais analisadas

O Rio Preto apresenta em seu curso uma série de impactos ambientais que não deveriam ser vistos, dentre as condições ambientais observadas pode-se considerar que não foram vistos "materiais flutuantes, incluindo espumas não naturais", nem a presença de "óleos e graxas". Por outro lado, o odor desagradável especialmente em P2 é bastante característico, bem como a presença de "resíduos sólidos objetáveis" neste mesmo ponto amostral.

4.3.1.2. Oxigênio Dissolvido (OD)

Os valores de oxigênio dissolvido (OD) encontrados variaram entre 0,53 e 9,20 mg/L (Figura 6), e em P2 e P3 estiveram, em sua maioria, fora dos valores previstos para a classe 3 de água doce (≥ 4 mg/L). O valor mais elevado em P2 (jul/2017) deu-se devido ao aumento da correnteza no período chuvoso (Figura 5), o que favoreceu a entrada de oxigênio da atmosfera para o corpo hídrico, mas no decorrer da pesquisa o ambiente caracterizou-se com concentrações muito abaixo do padrão CONAMA, devido aos impactos ambientais que ocorrem em P2 e P3. Em P3 a concentração de oxigênio também é bastante baixa, provavelmente devido à elevada quantidade de macrófitas presentes no local e que caracteriza um processo de eutrofização. A presença de macrófitas impede a entrada de luz, que impossibilita o fitoplâncton de produzir oxigênio para a água. As macrófitas presentes (*Eichornia crassipes*) por serem flutuantes, liberam o oxigênio para fora do ambiente aquático. A grande quantidade de macrófitas também eleva a decomposição o que faz com que diminua a quantidade de oxigênio, devido ao consumo pelas bactérias decompositoras aeróbias.

No P1 os valores de oxigênio foram geralmente mais elevados que nos outros locais de amostragem, por ter menos entrada de esgoto e pela presença de macrófitas submersas, que contribuem com a oxigenação da água. De acordo com o teste estatístico, realizado para dados normais e com homogeneidade de variâncias, seguido de teste de variância ($p = 0,02$) e de

significância correspondente, há diferença significativa entre P1 e os demais pontos amostrais, porém não há diferença significativa entre P2 e P3 (Figura 7).

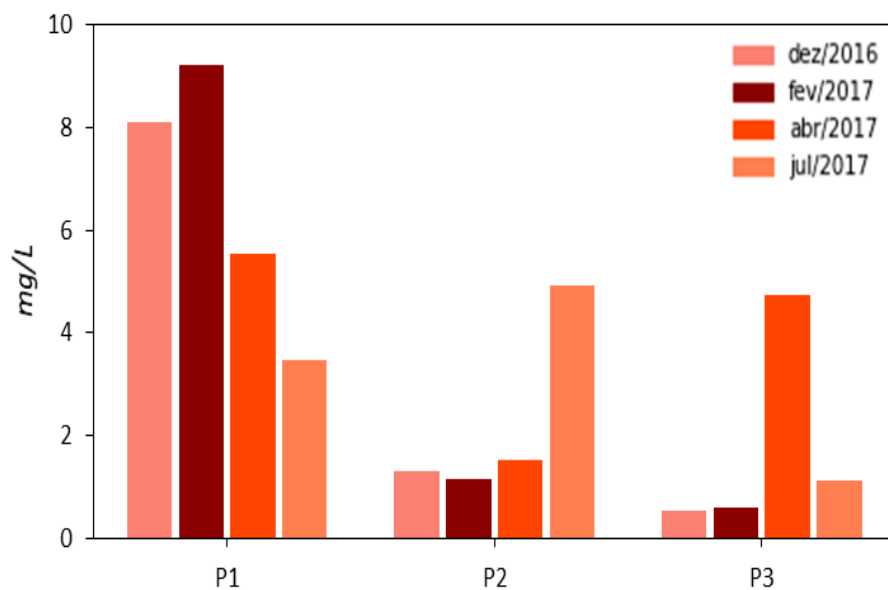


Figura 6. Concentrações de oxigênio dissolvido no Rio Preto, Santa Rita-PB, nos locais amostrados, ao longo do tempo.

Fonte: Dados da pesquisa.

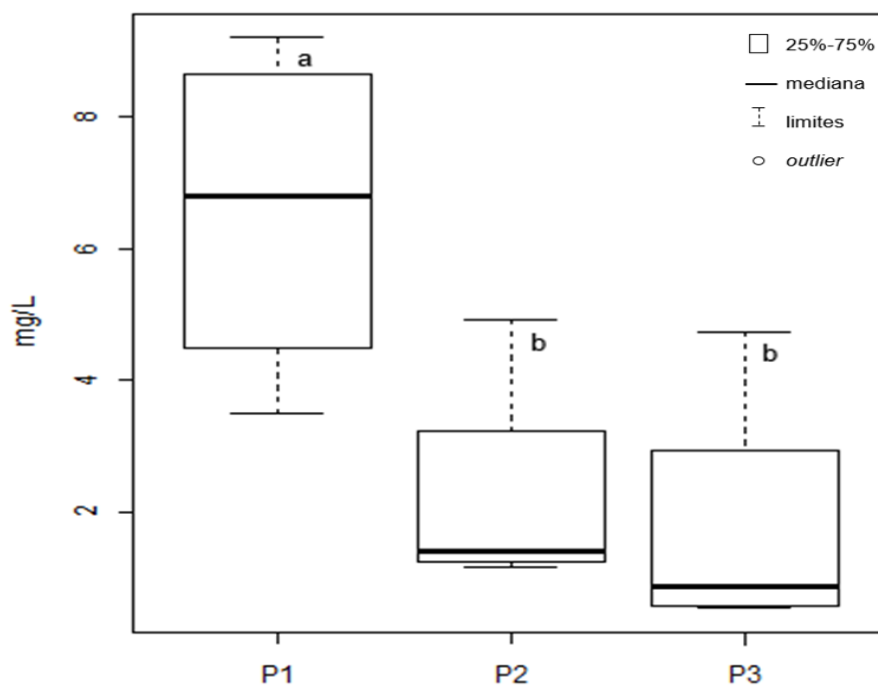


Figura 7. Diferenças entre os pontos amostrais a partir dos valores de OD avaliados no Rio Preto, Santa Rita –PB.

Fonte: Dados da pesquisa.

O OD nos ambientes aquáticos pode variar de acordo com a temperatura, salinidade, altitude, nível de decomposição da matéria orgânica, processos físicos (quedas de água), dentre outros (ESTEVES, 1998; LATUF, 2004; LAMPARELLI, 2004; LIMA e GARCIA, 2008). O OD é inversamente proporcional à demanda bioquímica de oxigênio (DBO), portanto quanto menor o OD, maior será a DBO, indicando decomposição de matéria orgânica por bactérias aeróbias (LATUF, 2004). Locais com contaminação por esgotos apresentam elevada DBO e baixos valores de OD, o que foi registrado nesta pesquisa.

4.3.1.3. Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH variou entre 2,24 e 8,22 indicando que em alguns meses e pontos amostrais os mesmos estão fora dos padrões estabelecidos pela resolução CONAMA para classe 3 de água doce (6,00-9,00) (Figura 8). Valores baixos de pH são o resultado da decomposição, que libera CO₂ e ácidos húmicos. Foi verificado através de teste estatístico que os dados de pH são normais e há homogeneidade entre as amostras. Foi confirmado através de teste de variância que os valores pH não diferem significativamente (Figura 9) entre os locais de amostragem.

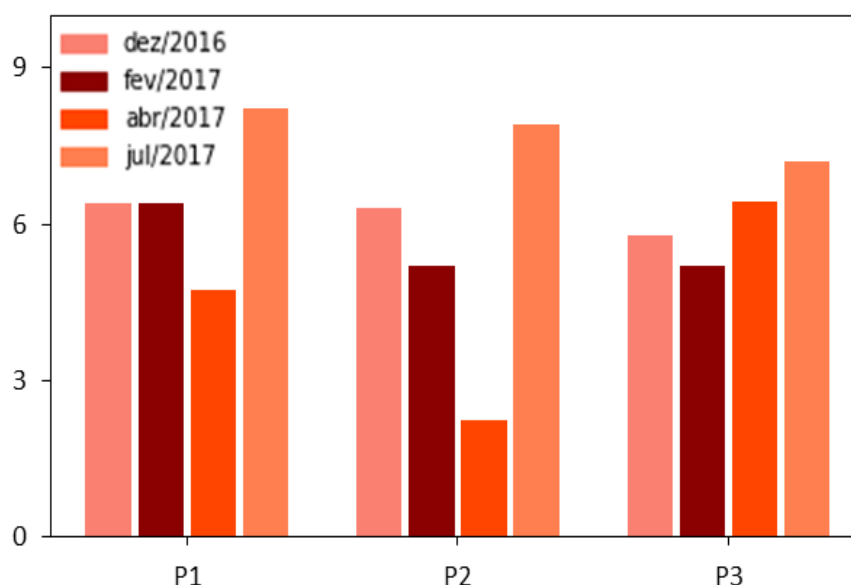


Figura 8. Valores de pH do Rio Preto, Santa Rita-PB, nos locais amostrados, ao longo do tempo.

Fonte: Dados da pesquisa.

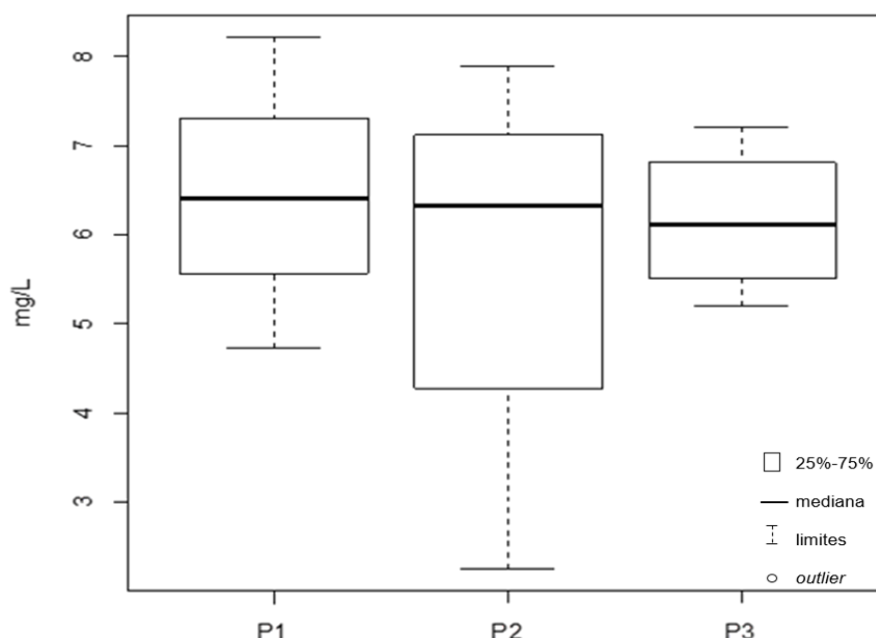


Figura 9. Não há diferenças entre os pontos amostrais a partir dos valores de pH avaliados no Rio Preto, Santa Rita –PB.

Fonte: Dados da pesquisa.

Elevadas concentrações de ácidos orgânicos de origem alóctone e autóctone são com frequência associados a valores baixos de pH e este por sua vez possui estreita correlação com animais e vegetais presentes no meio, ou seja, um interfere no outro (ESTEVES, 1998).

4.3.1.4. Compostos nitrogenados: Amônia, Nitrito e Nitrato

Os valores de amônia encontrados variaram entre 0,11 e 2,90 mg/L (Figura 10). De acordo com a resolução do CONAMA, os padrões estabelecidos possuem relação direta com os valores de pH (Figura 8). Para tanto, todos os valores estão dentro do padrão estabelecido para a classe 3 de água doce. Através da análise estatística foi avaliado que os dados não são normais e há homogeneidade de variância. Após aplicação de teste de variância ($p < 0,001$) e diferenças entre os pontos constatou-se que há diferença significativa entre P1 e os demais pontos amostrais, porém não há diferença significativa entre P2 e P3 (Figura 11).

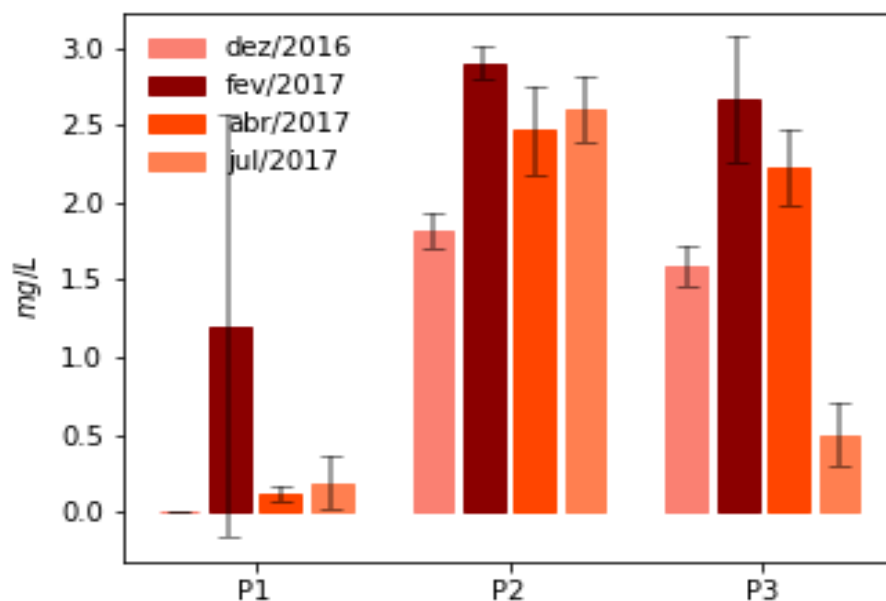


Figura 10. Medidas de amônia no Rio Preto, Santa Rita-PB, nos locais amostrados, ao longo do tempo.

Fonte: Dados da pesquisa.

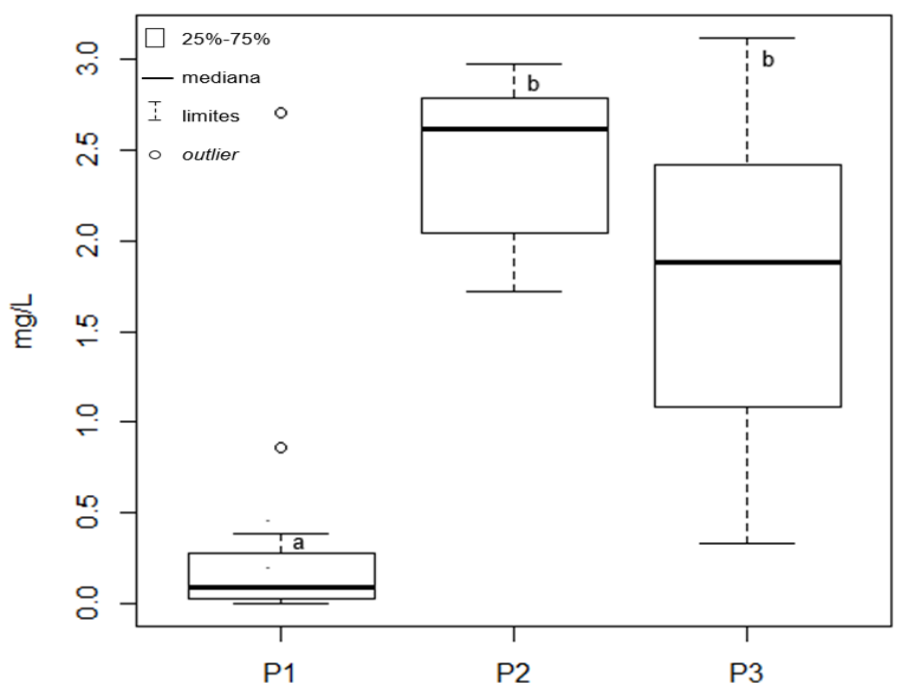


Figura 11. Diferenças entre os pontos amostrais a partir dos valores de amônia avaliados no Rio Preto, Santa Rita –PB.

Fonte: Dados da pesquisa

Os valores de nitrito encontrados variaram entre 0 e 0,25 mg/L (Figura 12) e estão dentro do padrão estabelecido pela resolução CONAMA para a classe 3 de água doce (1,0 mg/L). O teste estatístico demonstrou que os dados não são normais e que não há homogeneidade das amostras, e de acordo com o teste de variância ($p < 0,001$) e significância, só não houve diferença significativa entre P1 e P3 (Figura13).

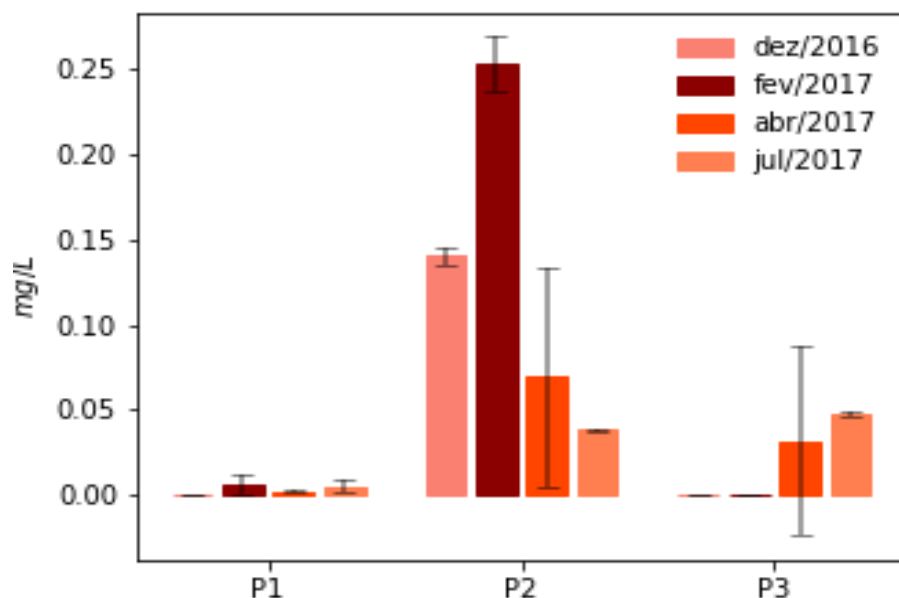


Figura 12. Concentrações de nitrito no Rio Preto, Santa Rita-PB, nos locais amostrados, ao longo do tempo.
Fonte: Dados da pesquisa.

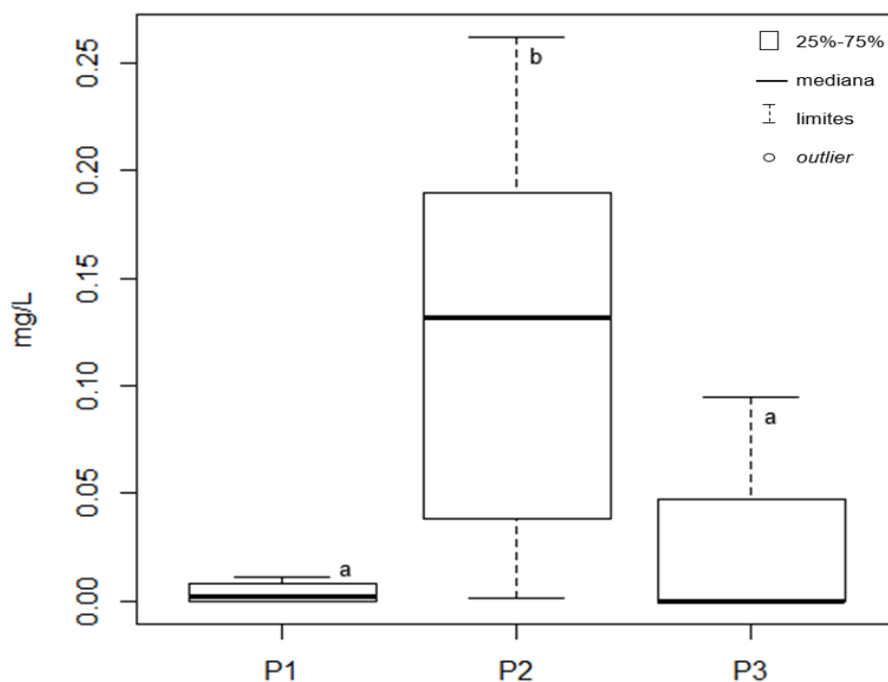


Figura 13. Diferenças entre os pontos amostrais a partir dos valores de nitrito avaliados no Rio Preto, Santa Rita –PB.
Fonte: Dados da pesquisa

Os valores de nitrato variaram entre 0,19 e 1,45 mg/L(Figura 14) e, portanto, estão todos dentro do padrão estabelecido para a classe 3 de água doce (10 mg/L). No período chuvoso os valores de nitrato aumentaram, em consequência da chuva, que traz muito material particulado para a água,

que sofre decomposição e libera compostos nitrogenados. Conforme teste estatístico os dados não são normais e há homogeneidade de variâncias. O teste de variância ($p = 0,004$) e de significância demonstraram que só não houve diferença significativa entre P1 e P3 (Figura 15).

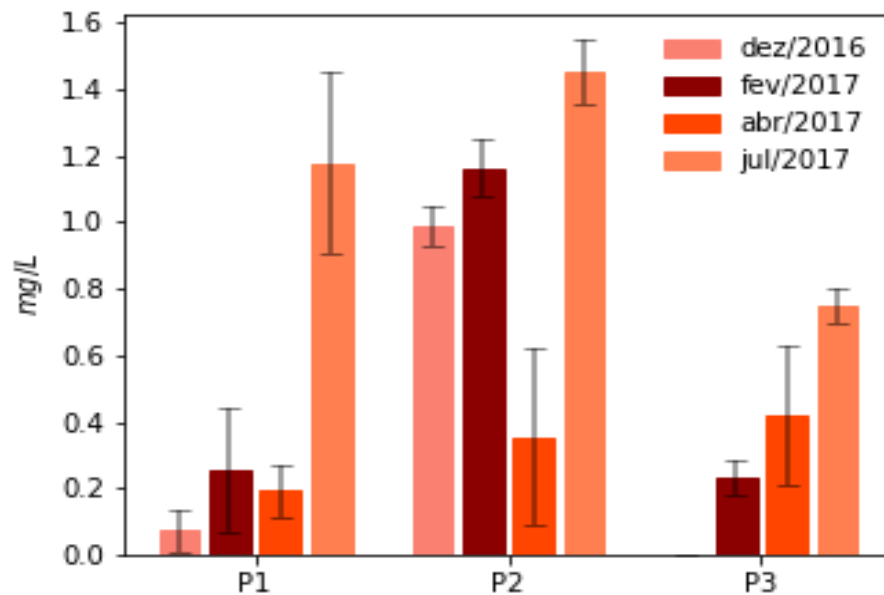


Figura 14. Concentrações de nitrato no Rio Preto, Santa Rita-PB, nos locais amostrados, ao longo do tempo.

Fonte: Dados da pesquisa.

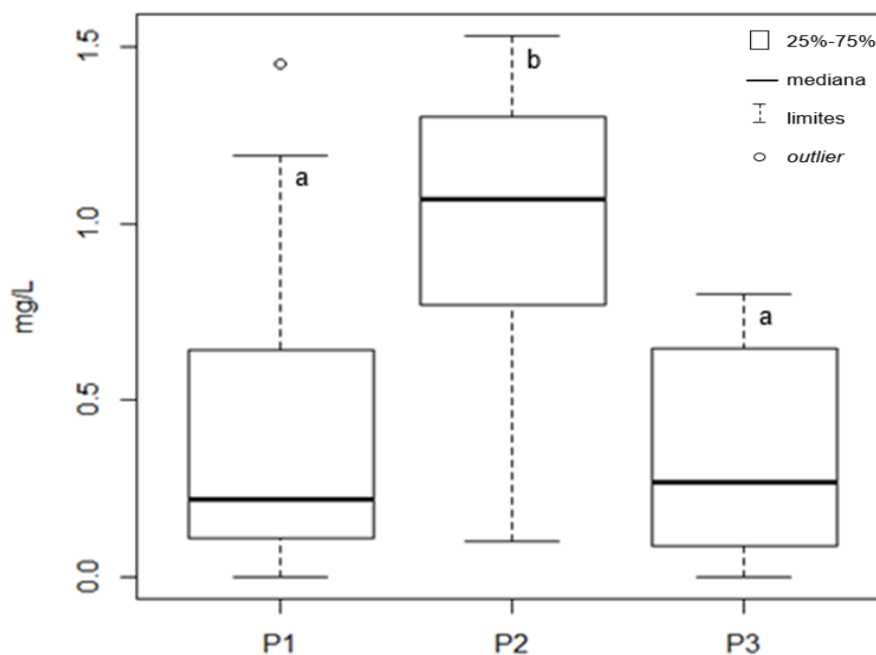


Figura 15. Não há diferenças entre os pontos amostrais a partir dos valores de nitrato avaliados no Rio Preto, Santa Rita –PB.

Fonte: Dados da pesquisa.

Os compostos nitrogenados, em suas diferentes formas, indicam o grau de decomposição da matéria orgânica proveniente do lançamento de esgotos, que é realizada por bactérias aeróbias e fungos, sendo a amônia e o nitrito uma forma nitrogenada mais tóxica, já o nitrato não é tóxico e é assimilado por algas e plantas (ESTEVES, 1998; MAROTTA *et al.*, 2008; LIMA e GARCIA, 2008). De acordo com Lima e Garcia (2008), quanto mais elevado o valor do pH, mais tóxica é a forma da amônia, e estando os valores dessa forma nitrogenada mais elevados que os de nitrito e nitrato, indica-se nível de poluição mais recente. Nesta pesquisa os valores de amônia foram mais elevados que os de nitrito e nitrato, revelando poluição recente. Como os valores de amônia no centro da cidade (P2) foram mais elevados, isso revela que a origem destes compostos, originados da decomposição de matéria orgânica deve ser oriunda de esgotos domésticos não tratados que chegam a este corpo hídrico.

4.3.1.5. Clorofila-a

Os valores de clorofila-a encontrados no curso do rio variaram entre 6,01 e 34,53 $\mu\text{g/L}$ e, portanto, estão dentro dos padrões estabelecidos para a sua classe (Figura 16). Os valores mais elevados foram registrados no P1, em virtude de ser uma barragem, que favorece o crescimento do plâncton. Segundo análise estatística, os dados não são normais e não há homogeneidade entre as amostras e, após teste de variância ($p=0,001$), confirmou-se que há diferença significativa entre P1 e os demais pontos amostrais, mas não há diferença significativa entre P2 e P3 (Figura 17)

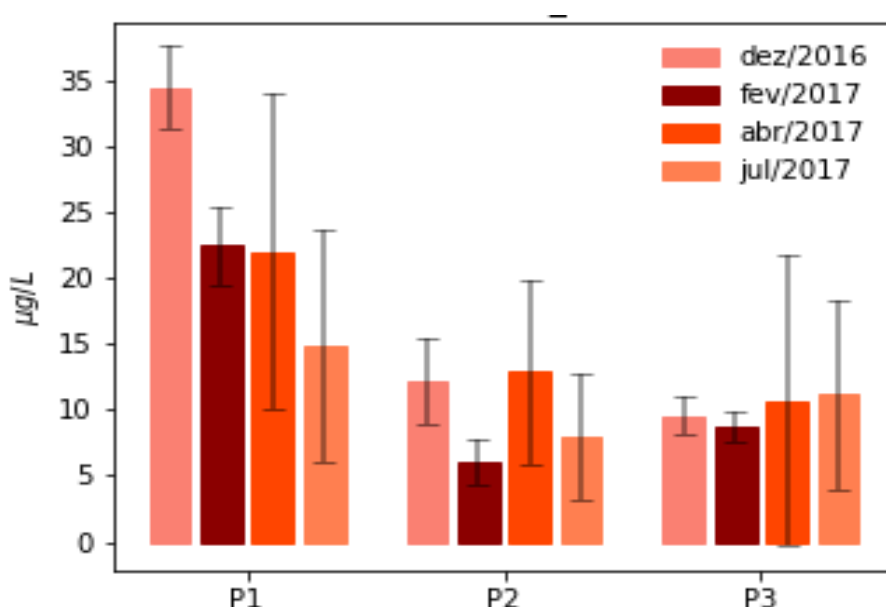


Figura 16. Medidas de clorofila a do Rio Preto, Santa Rita-PB, nos locais amostrados, ao longo do tempo.

Fonte: Dados da pesquisa.

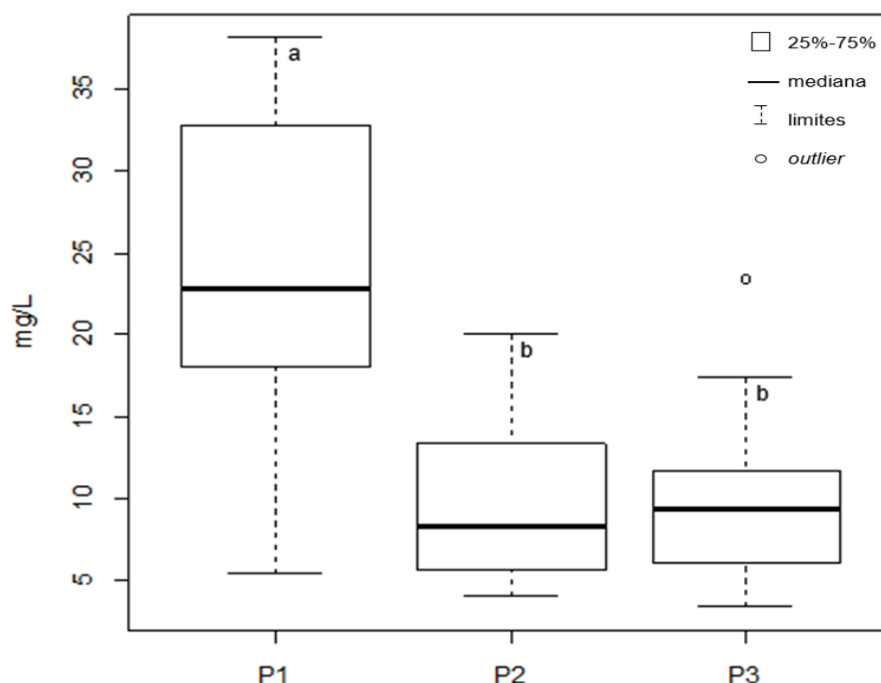


Figura 17. Diferenças entre os pontos amostrais a partir dos valores de clorofila-a avaliados no Rio Preto, Santa Rita –PB.

Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com Lamparelli (2004), apesar das limitações existentes na análise de clorofila-a, a mesma possui uma grande importância na avaliação da qualidade da água e deve ser utilizada. Neste caso, por apresentar o P1 comportamento diferenciado dos demais pontos, por ser mais lântico, e apresentar macrófitas submersas, é importante conhecer esta variável, que indica relação com as densidades do fitoplâncton.

4.3.1.6. Fósforo Total

Os valores de fósforo total encontrados no curso do rio variaram entre 0,003 e 1,013 mg/L (Figura 18), demonstrando que a maioria dos pontos analisados está fora do padrão estabelecido para a sua classe (0,15 mg/L). As médias obtidas em P1 estão dentro dos valores previstos por lei, com exceção do período chuvoso (Figura 5) (jul/2017), que elevou os valores de fósforo total em todos os pontos amostrais

Verifica-se que os valores mais elevados deste nutriente provêm de fontes artificiais, provavelmente do lançamento de esgotos domésticos. Os valores mais elevados de fósforo total registrados encontram-se no centro da cidade de Santa Rita (P2), onde há uma maior concentração da população e de fontes poluidoras devido à falta de saneamento adequada.

O P1 apresentou menores concentrações de fósforo, e é o local que tem demonstrado menos impactos relacionados a poluição aquática dentre os pontos analisados no trecho do rio, além de estar com muitas macrófitas, que absorvem este composto, deixando-o menos disponível na coluna de água. E o P3, sendo o ponto que se caracteriza por ter percorrido a maior parte da cidade

e que possivelmente carregou uma maior quantidade de poluentes, apesar de apresentar valores de fósforo ainda elevados, os mesmos foram menores que o ponto que o antecede (P2), sendo P3 também caracterizado pela presença elevada de macrófitas, podemos considerar que o mesmo também tem sido beneficiado em relação a absorção de fósforo. Águas de lavagem, com sabões são ricas em fósforo e podem ser a fonte de entrada de fósforo, para além de esgoto sem tratamento adequado, o que aumenta a quantidade de material orgânico particulado, também rico em fósforo. No período chuvoso muito material orgânico é adicionado ao ambiente, pela escorrência das águas da chuva, que carregam águas cinzas depositadas nas galerias pluviais e nos solos, favorecendo a decomposição e liberação deste composto para a água. A análise estatística demonstrou que os dados não são normais e há homogeneidade entre as amostras, e após teste de variância ($p=0,001$), seguido de teste para verificar a diferença entre os pontos, confirmou-se que há diferença significativa entre P1 e os demais pontos amostrais, porém não há diferença significativa entre P2 e P3 (Figura 19).

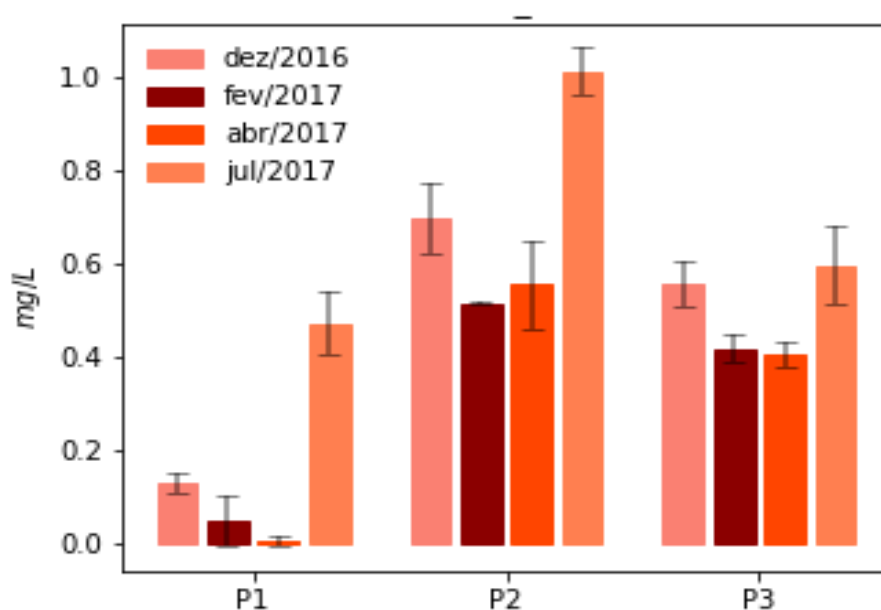


Figura 18. Concentrações de fósforo total no Rio Preto, Santa Rita-PB, nos locais amostrados, ao longo do tempo.

Fonte: Dados da pesquisa.

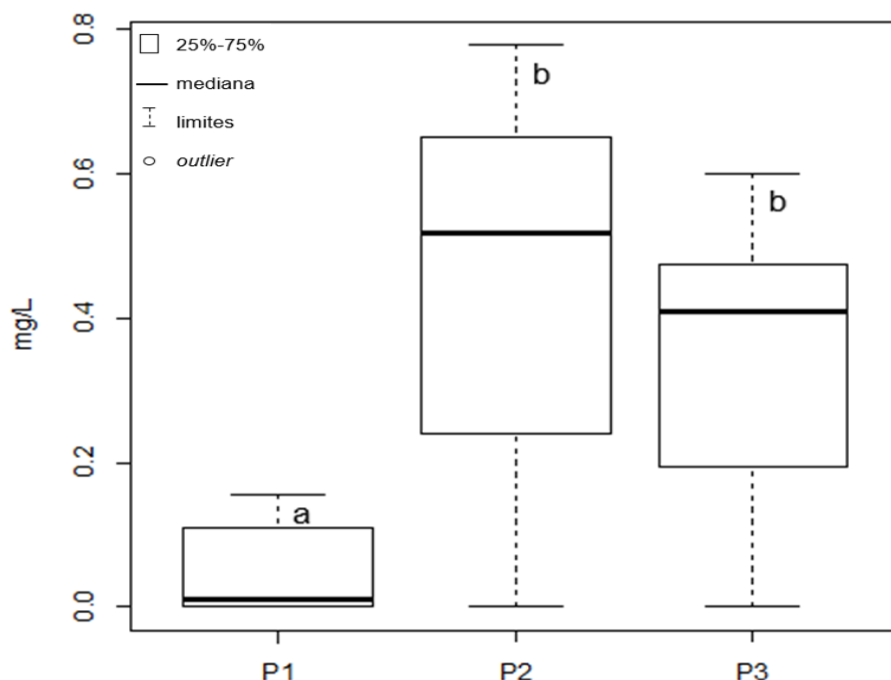


Figura 19. Diferenças entre os pontos amostrais a partir dos valores de fósforo total avaliados no Rio Preto, Santa Rita –PB.

Fonte: Dados da pesquisa.

O fósforo é um dos nutrientes que está interligado ao grau de produtividade dos ecossistemas aquáticos, e elevadas concentrações desse nutriente podem acarretar em um processo de eutrofização artificial do corpo hídrico, que causa uma relação de causa e efeito bastante visível, caracterizada pela instabilidade no ambiente (ESTEVES 1998; LAMPERILLI, 2004). Apesar dos benefícios relacionados a presença de macrófitas na diminuição desse nutriente no rio, ambientes eutrofizados devem ser evitados, pois diminuem a biodiversidade, as concentrações de oxigênio e resultam, em casos extremos, na mortandade de peixes, sendo portanto considerável um controle de macrófitas.

4.3.2. Outros parâmetros avaliados

4.3.2.1. Ortofosfato

O ortofosfato teve variação entre 0,010 e 0,340 mg/L (Figura 20), os valores mais elevados apontam para os impactos antropogênicos que ocorrem no rio, que se intensificam no período chuvoso (Figura 5), assim como constatado nos valores de fósforo total (Figura 18). O P2 foi o que apresentou valores mais elevados de ortofosfato, em consequência da entrada de esgoto. O P3 por apresentar muitas macrófitas, consegue absorver este composto, diminuindo-o na coluna de água. No P1 os valores registrados estão relacionados com a menor quantidade de esgoto lançado no local, ao mesmo tempo em que a diversidade de macrófitas presentes absorve este composto.

Conforme análises estatísticas os dados não são normais e não há homogeneidade entre as amostras. Após teste de variância ($p < 0,001$), seguido

de teste comparativo entre os pontos, confirmou-se que há diferença significativa entre o P1 e os demais pontos amostrais, mas não há diferença significativa entre P2 e P3 (Figura 21).

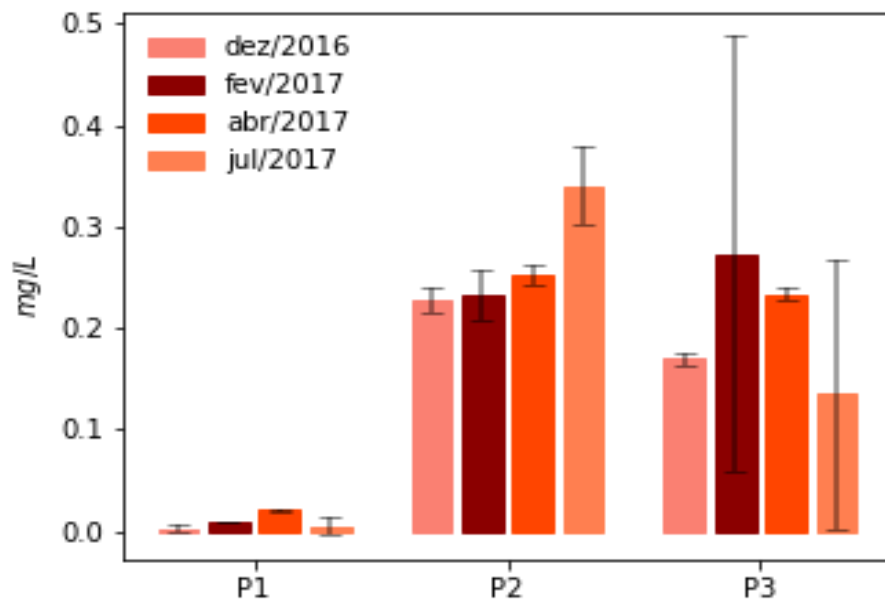


Figura 20. Concentrações de ortofosfato do Rio Preto, Santa Rita-PB, nos locais amostrados, ao longo do tempo.

Fonte: Dados da pesquisa.

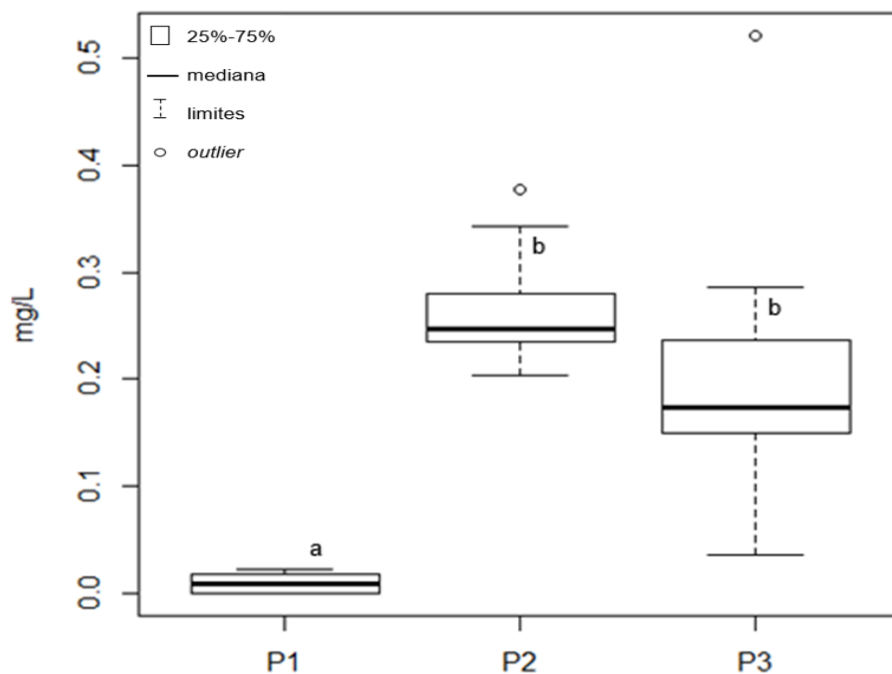


Figura 21. Diferenças entre os pontos amostrais a partir dos valores de ortofosfato avaliados no Rio Preto, Santa Rita –PB.

Fonte: Dados da pesquisa.

Valle Jr. *et al.* (2010) afirmaram que no período de chuva a média de ortofosfato é maior e isto ocorre através da lixiviação de nutrientes para os

corpos hídricos. Apesar de em Julho ter precipitado mais chuva que em abril, esta última foi a chuva inicial, logo “lavou” os solos, que acumularam matéria orgânica, o que disponibilizou mais ortofosfato no P1, que apresenta maior interferência natural que antrópica, já no P2, no centro da cidade, as águas cinzas descartadas a céu aberto, disponibilizaram mais ortofostado neste local.

4.3.2.2. Condutividade elétrica

A condutividade elétrica teve variação entre 86,20 e 229,23 $\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$, (Figura 22) e apresentou valores mais elevados em P2 e P3. De acordo com as análises estatísticas os dados não são normais e não há homogeneidade entre as amostras. Após teste de variância ($p < 0,001$), seguido de teste comparativo entre os pontos, confirmou-se que há diferença significativa entre P1 e os demais pontos amostrais, porém não há diferença significativa entre P2 e P3 (Figura 23).

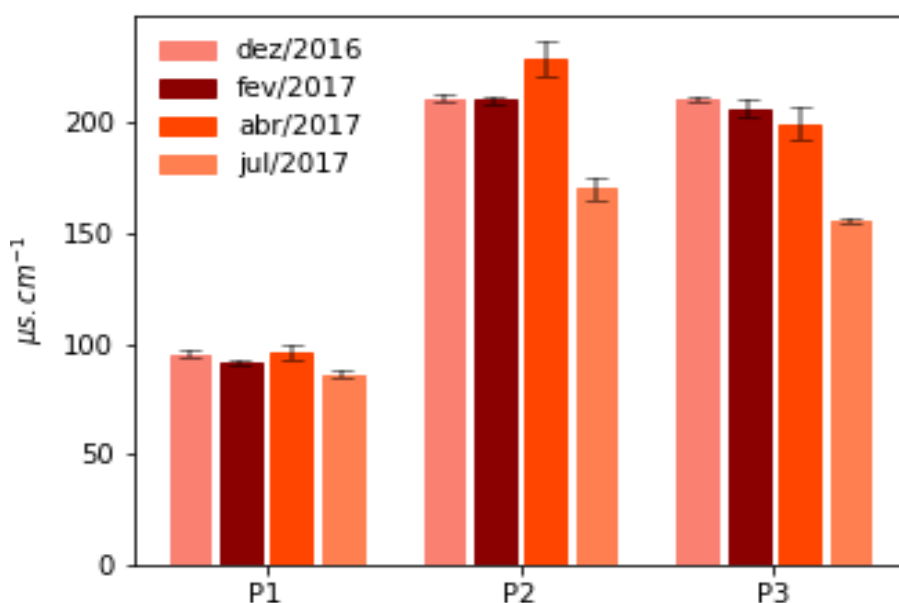


Figura 22. Condutividade elétrica do Rio Preto, Santa Rita-PB, nos locais amostrados, ao longo do tempo.

Fonte: Dados da pesquisa.

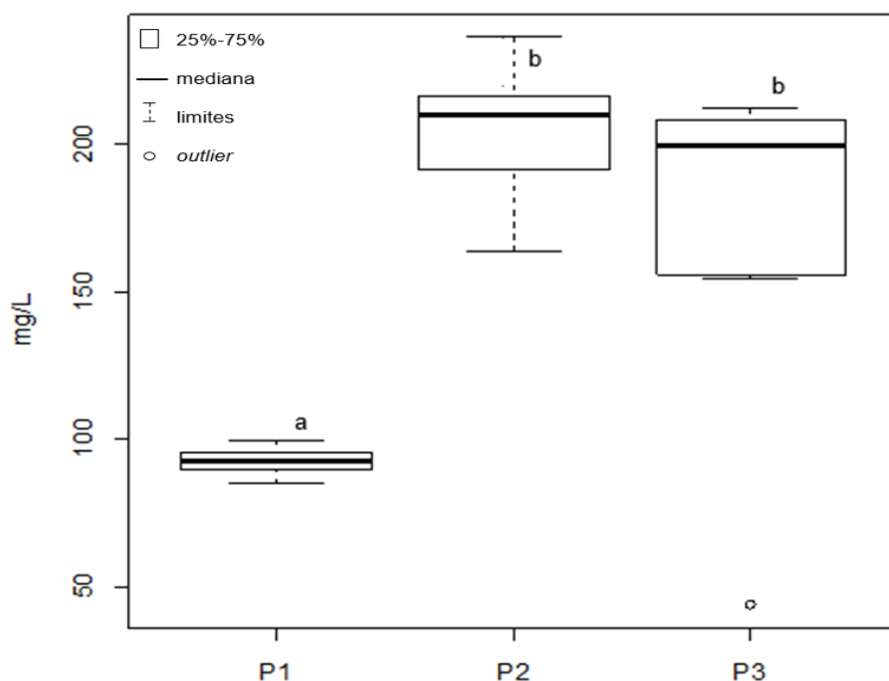


Figura 23. Diferenças entre os pontos amostrais a partir dos valores de condutividade elétrica avaliados no Rio Preto, Santa Rita –PB.

Fonte: Dados da pesquisa.

Quanto maior é a concentração de íons dissolvidos na água, maior será a condutividade elétrica, estando entre os responsáveis pelo aumento deste parâmetro o lançamento de resíduos industriais e esgoto (TUNDISI J. e TUNDISI T., 2008). Como P2 e P3 estão recebendo grande carga de esgoto, os nutrientes presentes nele aumentam a quantidade de sais na água. Apesar da grande capacidade de remoção de sais (SOUSA, 2015), o que se reflete nos teores de condutividade elétrica, a capacidade de autodepuração do Rio Preto não conseguiu retirar a maior parte de sais inseridos no P2, pelo esgoto.

4.3.2.3. Índice de Estado Trófico (IET)

A partir das médias dos valores de fósforo total e clorofila-a foram calculados o IET por ponto amostral do Rio Preto. Os valores encontrados variaram entre 15 e 88. O P1 indicou os menores valores para IET, indicando um ambiente ultraoligotrófico, exceto em um dos períodos amostrais, quando o ambiente apresentou uma elevada quantidade de macrófitas, estando parte delas nas margens do corpo hídrico devido ao manejo e tentativa de controle realizada pelos próprios moradores, e o IET neste período classificou o ambiente como eutrófico (abr/2017). No P2 e P3 todos os valores de IET foram acima de 67 $\mu\text{g/L}$, indicando que os ambientes são hipereutróficos (Tabela 1) (Figura 24).

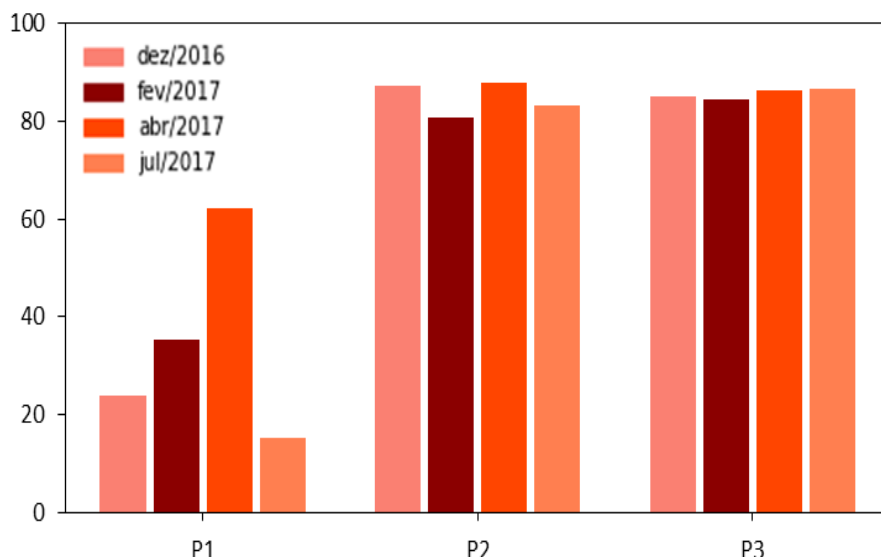


Figura 24. Índice de Estado Trófico do Rio Preto, Santa Rita-PB, nos locais amostrados, ao longo do tempo.

Fonte: Dados da pesquisa.

4.4. CONCLUSÃO

Diante do exposto, pode-se concluir através dos valores de fósforo total, ortofosfato, oxigênio dissolvido, pH e condutividade elétrica, que o Rio Preto tem sido impactado pelo lançamento de efluentes sem tratamento prévio, e a análise de qualidade da água do rio dá o suporte necessário para a exigência de ações que transformem a realidade atual do rio, fazendo com que o mesmo tenha, no mínimo, os parâmetros de qualidade da água exigidos para a sua destinação.

Verificou-se que o P1 apresenta melhor qualidade de água, seguido pelo P3 e P2. O P2, que está localizado no centro da cidade, é o que tem pior qualidade de água, para a maioria dos parâmetros analisados, em consequência da carga de esgotos que recebe pelas vias pluviais, principalmente de águas de lavagem (águas cinzas) que escorrem das casas para as ruas, águas essas ricas em fósforo. No entanto, ainda apresenta uma certa capacidade de autodepuração melhorando em P3.

O estado trófico do rio demonstrou que o mesmo está ultraoligotrófico em P1, onde o ambiente é menos impactado e possui maior capacidade de resiliência, indicados no período entre o mês de abril e julho. Em P2 e P3 foram classificados ao longo do estudo como hipereutróficos, confirmando que o rio está comprometido pela poluição difusa, que por sua vez está interligado a um excessivo crescimento de plantas aquáticas, dentre outras consequências indesejáveis.

Apesar da biomassa algal ser mais elevada em P1 do que nos demais pontos em que o IET foi mais elevado, esta característica relaciona-se com um ambiente mais equilibrado, sendo possível a observação de maior entrada de energia no sistema através dos organismos autotróficos e/ou um melhor aproveitamento dessa energia.

Dentre os parâmetros avaliados que possuem limites descritos pela resolução CONAMA, o oxigênio dissolvido, o pH e o fósforo total apresentaram-se fora dos padrões determinados pela resolução para água doce de classe 3, o que reforça a necessidade de ações que diminuam a entrada de esgoto no rio, de forma a que este apresente uma qualidade de água compatível com a sua classificação.

4.5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L.Q. **Vulnerabilidades Socioambientais de rios urbanos. Bacia Hidrográfica do rio Maranguapinho, Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará.** Tese de Doutorado - Universidade Estadual Paulista, p. 311. Rio Claro, 2010. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/104309>> Acessado em: 12 de set. 2017.

AMARO, C.A. **Proposta de um índice para avaliação de conformidade da qualidade dos corpos hídricos ao enquadramento.** Dissertação (mestrado) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Energia Hidráulica ou Sanitária. Ed.Rev. 224p. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-11082009-121147/pt-br.php>> Acessado em: 07 de Out. de 2017. doi: 10.11606/D.3.2009.tde-11082009-121147

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. Publicada no Diário Oficial da União, DOU nº 053, de 18 de março de 2005, págs. 58-63.

BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios *Conceptual basis for the application of biomonitoring on stream water.* **Cad. Saúde Pública**, v. 19, n. 2, p. 465-473, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/csp/v19n2/15412.pdf>> Acessado em: 30 de Set de 2017.

CAMPOS, D.O.; SANTOS, J.W.B.; SILVA,E.V. ; NEYLOR, A.C.R. **Zoneamento geohidroecológico da bacia do rio Almada: análise da capacidade de produção de água.** In: MORAES, M.E.B; LORANDI,R. (Org.) Métodos e Técnicas de Pesquisa em Bacias Hidrográficas, Editora da UESC, Bahia, 2016, capítulo 4, p. 89-111.

CARVALHO, P. G. M.; OLIVEIRA, S. M., BARCELLOS, F. C.; ASSIS, J. M. Gestão local e meio ambiente. **Ambiente & Sociedade**, v. 8, n. 1, p. 121-140, 2005. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-753X2005000100008&script=sci_arttext> Acessado em: 12 de Out. de 2017.

CUNHA, L.H.; COELHO, M.C.N. **Política e Gestão Ambiental**. In: CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J.T. (Org.). A questão Ambiental: Diferentes Abordagens, 3.^a edição, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007, capítulo 2, p. 43-75.

CLESCERI, L. S., GREENBERG, A. E.; EATON, A. D. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20 ed. Washington: American Public Health Association, 1998.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM. **Diagnóstico do município de Santa Rita – PB**. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado da Paraíba, a. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005, 23p. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16322/Rel_Santa_Rita.pdf?sequence=1>. Acessado em: 22 de Out. 2017.

ESTEVEES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. Editora. 2^a ed., Interciência, Rio de Janeiro, 1998, 226 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Infográficos: Dados gerais do município, Santa Rita, Paraíba**. Cidades@. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=251370>>. Acessado em: 22 de Out. de 2017.

LAMPARELLI, M. C. **Graus de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento**. Tese de doutorado – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41134/tde-20032006-075813/en.php>> Acessado em: 31 de Out. De 2017. doi: 10.11606/T.41.2004.tde-20032006-075813

LATUF, M.O. Diagnóstico das águas superficiais do córrego São Pedro, Juiz de Fora-MG. Geografia (Londrina) - **Revista do Departamento de Geociência** v.13, n.1, p.21-55, 2004. Universidade Estadual de Londrina – UEL. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/6789/6111>> Acessado em: 02 de Nov. de 2017.

LIMA, W. S.; GARCIA, C. A. B. Qualidade da Água em Ribeirópolis-SE: O Açude do Cajueiro e a Barragem do João Ferreira. **Scientia plena**, v. 4, n.12,2008. Disponível em: <<https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/650>>. Acessado em: 21 de Out. 2017.

LOREZEN,C.J. Determination of Chlorophyll and Pheo-Pigments: Spectrophotometric Equations. **Limnology and Oceanography**, v. 12, nº 2, p. 343-346. Disponível em:<<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.4319/lo.1967.12.2.0343/abstract>> Acessado em: 31 de Out., 2017. doi:10.4319/lo.1967.12.2.0343

MACHADO, C.J.S. Recursos hídricos e cidadania no Brasil: limites, alternativas e desafios. **Ambiente & Sociedade**, v. VI nº 2, p. 121- 136, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v6n2/a08v06n2.pdf>> Acessado em: 07 de out. 2014.

MAROTTA, H.; SANTOS, R. O.; ENRICH-PRAST, A. Monitoramento limnológico: um instrumento para a conservação dos recursos hídricos no planejamento e na gestão urbano-ambientais. **Ambiente & sociedade**, v. 11, n. 1, 2008. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/317/317111106/>> Acessado em: 14 de Out de 2017.

MENDONÇA, F.. Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, v. 10, 2004. Disponível em:<<http://revistas.ufpr.br/made/article/download/3102/2483>> Acessado em: 20 de Out de 2017.

MORAES, M.E.B. **Métodos e Técnicas de Pesquisa em Bacias Hidrográficas**, Org: Maria Eugênia Bruck de Moraes e Reinaldo Lorandi. Editora da UESC, Bahia, 2016.

SANTA RITA. **Diário Oficial Eletrônico do Município de Santa Rita, Paraíba**. DOE nº 734, ano 05, 08 de de novembro de 2017, p. 23. Disponível em: <<http://diario.santarita.pb.gov.br/wp-content/uploads/2017/11/Di%C3%A1rio-Oficial-n.-734-08-de-novembro-de-2017.pdf>> Acessado em: 30, de Nov. de 2017.

SCARDUA, F. P.; BURSZTYN, M. A. A. Descentralização da política ambiental no Brasil. **Soc. estado.**, Brasília , v. 18, n. 1-2, p. 291-314, 2003 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-69922003000100014&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 08 de Out. de 2017.

SOUSA, C.E. **Avaliação de sistemas biorremediadores em efluentes da lagoa facultativa da estação de tratamentos de esgotos em Mangabeira, João Pessoa/PB**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Paraíba. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. 73p. João Pessoa, 2014.

Superintendência de Administração do Meio Ambiente - SUDEMA. **DZS 205-Enquadramento dos Corpos d'água da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba**. Sistema Estadual de Licenciamento de atividade Poluidoras – SELAP. Aprovado em reunião de 03 de Março de 1988.

VALLE JR, R.F.; ABDALA, V.L.; GUIDOLINI, J.F.; ALMEIDA, R.F.; SOUZA, M.A.S.C. **Ortofosfato como parâmetro indicador de qualidade da água em diferentes pontos de coleta na Bacia do Rio Uberaba**. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.6, N.11; 2010 p. 1-6. Disponível em:

<<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2010c/ortofosfato.pdf>> Acessado em: 23 de Out. 2017.

VIANA, W.R.C.C.; MORAES, E.B.M. **Bacia do rio Almada (Bahia): criação de cenários ambientais a partir do diagnóstico da fragmentação florestal**. In: MORAES, M.E.B; LORANDI, R. (Org.) Métodos e Técnicas de Pesquisa em Bacias Hidrográficas, Editora da UESC, Bahia, 2016, capítulo 2, p. 41-64.

TUCCI, Carlos E. M.. **Águas urbanas**. Estud. av., São Paulo , v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200007&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 09 de Out. de 2017. doi:10.1590/S0103-40142008000200007

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. 1 .^a edição. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, 632p.

CAPÍTULO II

ZOOPLÂNCTON COMO BIOINDICADOR DE QUALIDADE DA ÁGUA NO RIO PRETO, SANTA RITA, PARAÍBA

Raquel Cruz de França EIRAS^{1*} Maria Cristina CRISPIM¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil.

*E-mail para contato: raquel.eirass@gmail.com

RESUMO

O equilíbrio ecológico dos rios é de extrema importância para a manutenção da qualidade dos recursos hídricos, para tanto o controle da poluição precisa ser considerado. O biomonitoramento é uma ferramenta valiosa para o reconhecimento de impactos ambientais, capaz de demonstrar as condições de um ecossistema aquático utilizando-se de parâmetros biológicos. O zooplâncton pode ser um bom indicador de qualidade da água, podendo ser usado na estimativa do estado trófico. Sendo assim, foi realizado o biomonitoramento do Rio Preto, no município de Santa Rita –PB, utilizando o zooplâncton como bioindicador de qualidade da água. As coletas foram realizadas em três pontos amostrais, no período seco e chuvoso. Os indivíduos foram avaliados conforme o grupo e/ou espécies correspondentes. A maior densidade de indivíduos correspondeu ao primeiro ponto amostral, ponto com melhor qualidade ambiental, os crustáceos foram mais abundantes neste mesmo ponto, sendo a densidade de cladóceros praticamente nula nos outros pontos amostrais mais impactados; enquanto que a densidade de rotíferos foi mais elevado no segundo ponto amostral, onde a qualidade da água é mais comprometida devido ao impacto urbano; já os protozoários foram mais abundantes no terceiro ponto amostral, caracterizado por elevada carga de matéria orgânica, onde o rio já tem percorrido toda a área urbana e apresenta grande quantidade de macrófitas aquáticas.

Palavras-chave: biomonitoramento; gestão ambiental; recursos hídricos; rio

ABSTRACT

The ecological balance of the rivers is of extreme relevance for the maintenance of the quality of the water resources, where the pollution control needs to be considered. Biomonitoring is a valuable tool for the recognition of environmental impacts, capable of demonstrating the conditions of an aquatic ecosystem using biological parameters. Zooplankton is a good indicator of water quality, and may even estimate its trophic state. Thus, biomonitoring of Rio Preto, in the municipality of Santa Rita - PB, was carried out using zooplankton as a bioindicator of water quality. The samples were collected in three sampling points, in three replicates in the dry and rainy period, the individuals were evaluated according to the corresponding group and / or species. The highest density of individuals corresponded to the first sampling

point, with better environmental quality. The crustaceans were more abundant in this same point, being the density of cladocerans practically null in the other points more polluted; while the density of rotifers was higher in the second sampling point, where water quality is more compromised due to the stronger urban impact; the protozoa were more abundant in the third sampling point, characterized by high organic matter load, where the river has already traveled throughout the urban area and presents a large amount of aquatic macrophytes.

Keyword: biomonitoring; environmental management; water resources; River

4.6. INTRODUÇÃO

4.6.1. A importância do biomonitoramento

As preocupações relacionadas com a qualidade da água têm ganhado destaque ao longo dos anos. Conforme a sociedade foi percebendo que diversas doenças eram disseminadas por veiculação hídrica, medidas de combate à poluição passaram a ser consideradas na intenção de conter os prejuízos trazidos pela ausência de gestão ambiental (MENDES *et al.*, 2000; DIAS *et al.*, 2008; MORAIS *et al.*, 2016).

Outra questão, não menos preocupante, encontra-se no fato de que ecossistemas naturais nem sempre conseguem retornar ao seu estado de equilíbrio e qualidade após sofrer determinadas perturbações, especialmente quando tais perturbações acontecem em grande escala e/ou são contínuas, dificultando a capacidade de resiliência desses ambientes. Com os ecossistemas aquáticos não é diferente, o impacto ambiental sofrido por esses sistemas muitas vezes pode ocorrer de tal forma que o corpo hídrico modifique a sua dinâmica funcional e estrutural, e torne-se um ambiente inviável para determinados seres vivos (BAPTISTA, 2008).

Sendo a água um recurso de extrema importância para a vida, utilizado de diversas formas e que foram variando ao longo dos anos, o despertar para a necessidade de cuidar deste bem comum foi, cada vez mais, sendo considerado.

Com vista a garantir a disponibilidade de água de boa qualidade, ações de controle da poluição precisam ganhar espaço em todo o mundo, através de mudanças e reestruturação de tecnologias, fiscalização e monitoramento.

O monitoramento, por sua vez, é uma ferramenta essencial para conhecer a condição do corpo hídrico tornando-se um subsídio indispensável para a gestão e manutenção da água de boa qualidade (BUSS *et al.*, 2003; AMARO, 2009).

Alguns corpos de água, mesmo quando estão em condições de qualidade dentro dos padrões previstos por lei, podem apresentar mudanças que se refletem nos organismos vivos (BUSS *et al.*, 2003). Souza e Sperling (2005) destacaram que “Os organismos transmitem informações temporalmente mais longas, devido à sua permanência no ambiente durante todo o período de sua vida”.

Portanto, o biomonitoramento torna-se uma ferramenta valiosa, capaz de analisar as condições de um ecossistema aquático, utilizando-se de

parâmetros biológicos (bioindicadores) na avaliação da qualidade da água por meio das respostas dos organismos diante das condições do meio a que estão submetidos (BUSS *et al.*, 2003; MAROTTA *et al.*, 2008; DANTAS-SILVA e DANTAS, 2013).

4.6.2. Zooplâncton como bioindicador de qualidade da água

Entre os organismos bioindicadores de qualidade da água, o zooplâncton possui papel fundamental na transferência de energia de um nível trófico para outro, influenciando na dinâmica do ecossistema aquático (ESTEVES, 1998; MARCELINO e SEVERI, 2007; DANTAS-SILVA e DANTAS, 2013). Os organismos zooplânctônicos possuem ciclo de vida curto, dando portanto, respostas rápidas às mudanças de variação no ambiente, o que os torna bons indicadores de qualidade, visto que alguns deles não suportam tais mudanças (MARCELINO e SEVERI, 2007; SANTOS *et al.*, 2009; DANTAS-SILVA E DANTAS, 2013).

As comunidades zooplanctônicas também têm sua importância na caracterização do ambiente aquático, sugerem inclusive, através da diversidade de espécies existentes, a capacidade de resiliência que o mesmo possui (CRISPIM e WATANABE, 2000).

Segundo Marcelino e Severi (2007), é possível relacionar o estado trófico com os organismos bioindicadores através da determinação da diversidade, abundância e composição específica zooplanctônica. O zooplâncton passa a ser indicador do estado trófico de determinado ambiente, quando é observada a prevalência de alguns grupos ou espécies no ambiente (MELO JÚNIOR, 2007).

Os principais grupos de zooplâncton de água doce são os protozoários, rotíferos, crustáceos, e insetos variando de micrômetros (protozoários) a milímetros (crustáceos) (ESTEVES, 1998; SOUZA *et al.*, 2005; MARCELINO e SEVERI, 2007).

Os protozoários são os organismos menos estudados em relação à abundância e diversidade, isso deve-se ao fato de que, as técnicas de pesquisas utilizadas necessitam ser melhor empregadas para a visualização mais adequada destes tipos de organismos (ESTEVES, 1998; REGALI-SELEGHIM, 2011).

Entende-se por protozoários, organismos unicelulares, eucariontes, heterotróficos que ocorrem em ambientes onde há água. Dentre os que têm vida livre em ambientes com água doce estão os ciliados (Chromalveolata), as amebas (Amoebozoa, Rhizaria, Excavata e Chromalveolata), os heliozoários (Chromalveolata e Eukaryota), e os flagelados (Rhizaria, Excavata, Chromalveolata, Opisthokonta e Eukaryota), porém não há levantamentos recentes do número de espécies encontradas nesses ambientes (REGALI-SELEGHIM, 2011).

A contaminação da água por protozoários patogênicos é uma realidade mundial e também desafiadora, no que se refere ao saneamento, reforçando a necessidade de monitoramento e identificação de espécies que possam comprometer a qualidade ambiental e conseqüentemente a saúde das populações (DIAS *et al.*, 2008; CANTUSIO NETO *et al.*, 2011; GROTT, 2016).

Rotíferos, menos conhecidos que os crustáceos, caracterizam-se pela presença do mástax e da coroa ciliada (ESTEVES, 1998). Devido às técnicas

mais comumente utilizadas e acessíveis, sua identificação por espécies é mais difícil (NORDI e WATANABE, 1978; ESTEVES, 1998; ROCHE e SILVA, 2017).

Os rotíferos são importantes na reciclagem de nutrientes, bem como na produtividade dos ecossistemas de água doce (PELÁEZ-RODRÍGUEZ e MATSUMURA-TUNDISI, 2002; ROCHE e SILVA, 2017). Os grupos de água doce são: Bdelloidea e Monogononta (ROCHE e SILVA, 2017).

Por possuir grande capacidade de adaptação, os rotíferos são considerados como oportunistas, capazes de colonizar rapidamente diferentes habitats e nichos (PELÁEZ-RODRÍGUEZ e MATSUMURA-TUNDISI, 2002). São o alimento preferencial de alguns microcrustáceos (NORDI e WATANABE, 1978), e bastante utilizados como alimento natural para peixes na atividade de piscicultura (MARCELINO e SEVERI, 2007; ROCHE e SILVA, 2017). Além da aquicultura, possuem importância na ecotoxicologia como indicadores e são úteis também como indicadores de qualidade ambiental (ROCHE e SILVA, 2017).

Os crustáceos são pertencentes ao filo Artrópodes, apresentam uma extensa diversidade ecológica, e entre os seus principais grupos estão os cladóceros (Ordem Cladocera) e os copépodos (Subclasse Copepoda) (ROCHA, 2003).

Entre os cladóceros planctônicos de água doce mais frequentes, estão as famílias : Daphniidae, Bosminidae e Chydoridae; já entre as ordens de copépodos planctônicos de água doce estão: Calanoida e o Cyclopoida; (ESTEVES, 1998).

Qualquer mudança que ocorra no ambiente em que estes organismos estejam presentes, seja de forma biótica e/ou abiótica, é refletido na estrutura de sua população (MELO JÚNIOR, 2007), o que demonstra a sua importância como bioindicadores de qualidade ambiental.

O filo Artrópodes é bastante diverso, inclui também os insetos e ácaros (ROCHA, 2003). Existem várias ordens de insetos com representantes aquáticos, como: Coleoptera, Trichoptera, Lepidoptera e Diptera (ROCHA, 2003). Mas de acordo com Esteves (1998), são raros os insetos planctônicos, com apenas alguns representantes da fase larval da ordem Diptera, da família Chaoboridae, sendo a larva do gênero *Chaoborus* a mais abundante. O *Chaoborus*, assim como o ácaro são predadores (ESTEVES, 1998; SOUZA et. al, 2015).

4.6.3. Pesquisa científica como subsídio para a gestão ambiental local

O conhecimento sobre a biodiversidade dos microrganismos e invertebrados de água doce ainda é bastante incompleto, sendo mais elevado para os invertebrados de maior porte, o que demonstra que a pesquisa sobre biodiversidade tem associação com o tamanho dos indivíduos, e isto dá-se devido à dificuldade de observação dos mesmos, e à necessidade de investimento e tecnologia adequada (ROCHA, 2003).

Devido a estas e outras dificuldades, o biomonitoramento de rios através do levantamento da comunidade zooplânctônica é pouco difundido. De acordo com Crispim e Watanabe (2000), o Brasil carece de literatura que aborde o zooplâncton como indicador de qualidade da água.

Porém, apesar da relevância do monitoramento de variáveis físicas e químicas, é importante considerar que devido à dinâmica do fluxo e da capacidade de autodepuração presentes nos ecossistemas lóticos, os valores encontrados nas variáveis avaliadas podem não mensurar os impactos causados às comunidades biológicas e a toda a sua estrutura funcional, fazendo-se necessário realizar o biomonitoramento, que por sua vez, torna-se um instrumento capaz de avaliar as respostas dos organismos às mudanças ocorridas no ambiente (GOULART e CALLISTO, 2003).

De acordo com a Resolução CONAMA de nº 357/05, que compõe um dos instrumentos legais para a gestão dos recursos hídricos no país, e que aborda sobre a classificação dos corpos de água e os parâmetros para cada enquadramento, “a qualidade dos ambientes aquáticos poderá ser avaliada por indicadores biológicos, quando apropriado, utilizando-se organismos e/ou comunidades aquáticas”.

Portanto, os dados obtidos através do estudo do zooplâncton podem subsidiar a gestão dos recursos hídricos. Veado e colaboradores (2008) afirmam que:

Esses dados podem servir como subsídios à elaboração de planos que visem o uso sustentável dos sistemas aquáticos, contribuindo para a solução dos problemas relacionados com o aproveitamento e conservação da biodiversidade e a minimização dos impactos naturais e antrópicos decorrentes do uso desses ambientes (VEADO *et al.*, 2008, p.16).

Diante da gestão ambiental ineficiente no Brasil, especialmente em relação à esfera municipal, e visando contribuir com a gestão ambiental no município de Santa Rita-PB, o presente estudo foi realizado no Rio Preto, sendo o primeiro trabalho sobre a comunidade zooplânctônica do mesmo, especialmente na perspectiva do biomonitoramento..

Conhecer os impactos que ocorrem no rio e que são refletidos na comunidade aquática reforçará a necessidade de mudanças e possível atuação dos órgãos responsáveis pelo saneamento básico no município, além de tornar o conhecimento sobre esse ecossistema local mais acessível, o que impulsiona a educação ambiental e a realização de novas pesquisas.

4.7. METODOLOGIA

4.7.1. Área de estudo

O Rio Preto pertence à Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, fica situado no município de Santa Rita, no estado da Paraíba, é considerado um dos seus principais tributários (CPRM, 2005) (Figura 1). O município pertence à região metropolitana de João Pessoa, capital do estado, e está entre as coordenadas: Latitudes: 6°54'58"S e 7°17'2"S e Longitudes: 34°59'26"W e 34°57'50"W. O mesmo tem área de 730,205 Km² e aproximadamente 120.310 habitantes (IBGE, 2010).

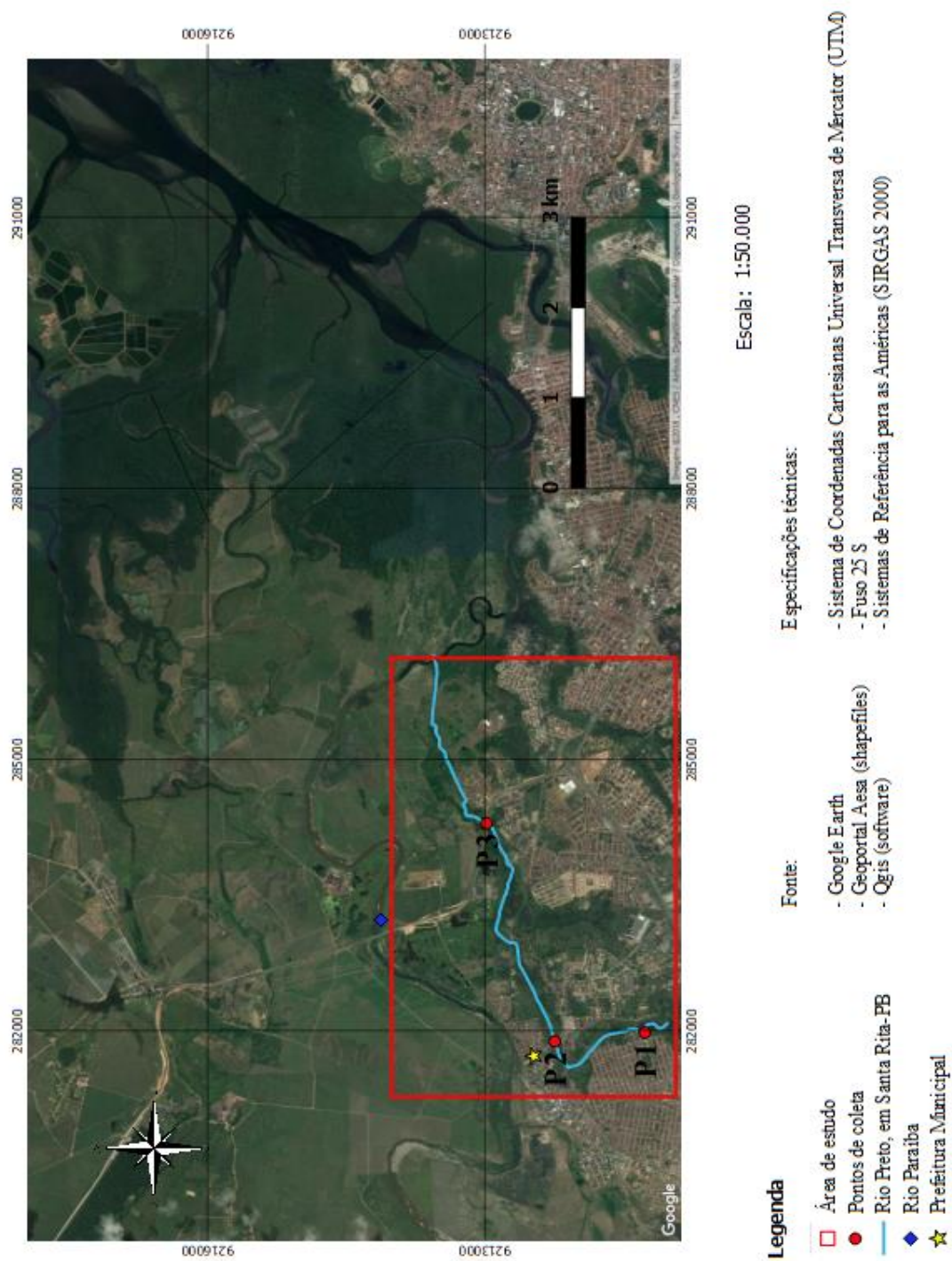


Figura 1. Mapa de localização do Rio Preto e pontos amostrais (P1, P2 e P3), situado no município de Santa Rita-PB e seus respectivos pontos de coleta.

Fonte: Acervo da autora.

4.7.2. Amostragem

As amostras foram coletadas em três pontos distintos (Figura 1), e em cada ponto foram retiradas três réplicas. Para a avaliação do trecho do Rio Preto analisado foi determinado o **ponto 1** (P1), localizado na barragem do Açude Tibiri, o **ponto 2** (P2) no centro da cidade, sob a ponte da Av. Anísio Pereira Borges e o **ponto 3** (P3) próximo à foz, sob a ponte da BR 101.

Para cada réplica foram filtrados 40 litros de água, com o auxílio de um balde, em rede de plâncton cônica com malha de 45 µm de abertura. As amostras foram fixadas com formol a 4%, saturado com açúcar e contadas em câmara de Sedgewick-Rafter, com contagem mínima de 100 indivíduos por réplica. Na identificação foi utilizada literatura pertinente: Elmoor-Loureiro, 1997; Foreyt, 2005; Koste, 1978; Reid, 1985.

4.7.3. Análise dos dados

Para a análise dos dados foram calculadas as densidades de indivíduos, através da seguinte equação:

$$D = \frac{s.v \times N}{c.v \times f.v}$$

Onde:

D = densidades

s.v = volume da amostra

N = número de indivíduos

c.v = volume contado

f.v = volume filtrado

Os dados também foram analisados através de índices de dominância (D), equitabilidade (J'), e diversidade (H'), utilizando o *software* Past (*Paleontological Statistics*).

A riqueza (S) corresponde ao número total de espécies por unidade amostral; a dominância é determinada pela relação do número de indivíduos de um espécie e o número de indivíduos de outras espécies encontrados; enquanto a equitabilidade (J') avalia se há igualdade ou diferença quanto à distribuição dos indivíduos por espécies, então quanto maior a igualdade na distribuição, maior será a equitabilidade. Portanto, a equitabilidade e a dominância são inversamente proporcionais (GOMES, 2004) e esta última aumenta quando o ambiente está menos equilibrado.

A equitabilidade é expressa através do Índice Pielou (1966), através da seguinte equação:

$$J = \frac{H'}{H_{\max}}$$

Onde:

H' = diversidade observada

$H_{\max} = \ln(S)$, ou seja, igual ao logaritmo neperiano ($\ln$) do número total de espécies na amostra)

O índice de diversidade foi o de Shannon-Wiener (1949), agrupa tanto a equitabilidade como a riqueza de espécies, através da seguinte equação:

$$H' = \sum p_i(\log p_i)$$

Onde:

p_i = valor importância

$\log$ = base 2 ou 10 ou neperiano

(GOMES, 2004)

O índice de diversidade foi avaliado de acordo com PINTO-COELHO (2000):

$H' > 3,0$: a diversidade é considerada alta;

$H' \leq 3,0$ e $> 2,0$: representa uma diversidade média;

$H' \geq 2,0$ e $> 1,0$: diversidade baixa

$H' \leq 1,0$: a diversidade é muito baixa.

4.8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O índice de chuva nos meses de coleta foi obtido por meio de dados secundários, considerando a influência da pluviometria na dinâmica do rio (Figura 2).

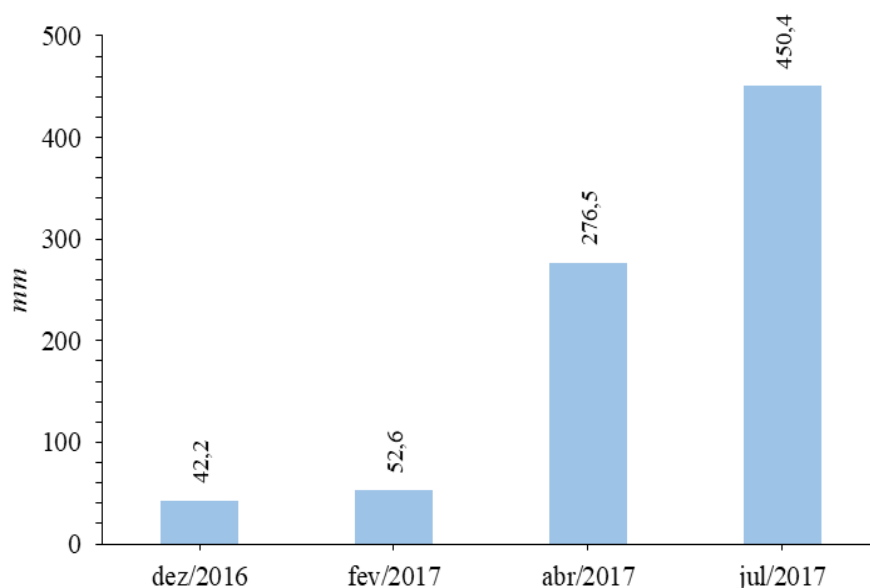


Figura 2. Pluviometria na região de João Pessoa (Posto DFAARA) ao longo do tempo.

Fonte: Portal AESA.

A densidade total de indivíduos encontrados variou entre 2,24 e 137,66 ind.L⁻¹ (Figura 3), em que o P1 apresentou densidades mais elevadas em todos os períodos de coleta. Apesar da característica encontrada no P1 ser de um ambiente mais lântico e conseqüentemente mais favorável à presença e captura de zooplâncton, esta diferença pode estar relacionada também com o impacto ambiental no P2 e P3 ser mais elevado, pois é onde o rio recebe e tem recebido ao longo do percurso uma carga de poluentes de esgoto considerável (Capítulo 1).

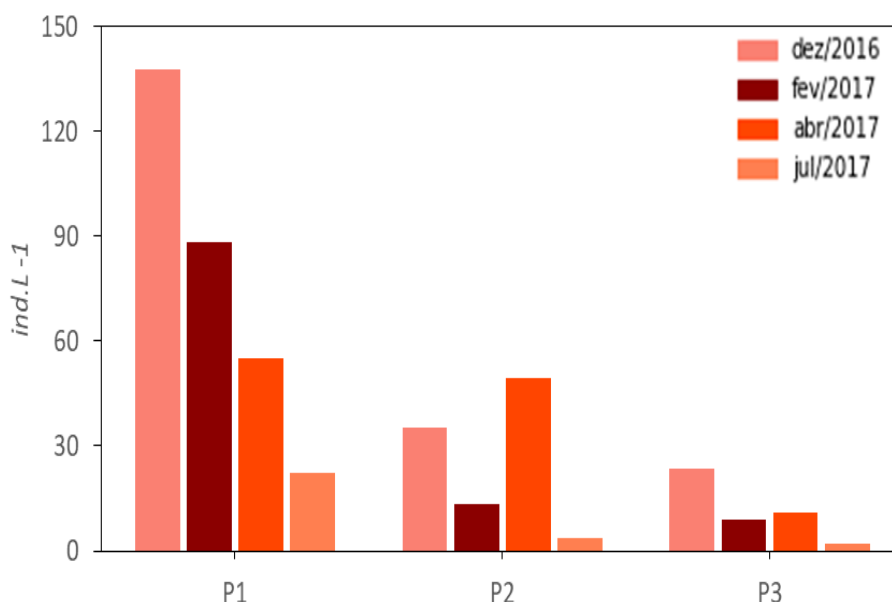


Figura 3. Densidade total de zooplâncton no Rio Preto, Santa Rita-PB, de Dezembro de 2016 a Julho de 2017.

Fonte: Dados da pesquisa.

As densidades destes indivíduos por grupo também foram avaliadas separadamente, desta forma foi possível observar a relação entre a presença ou ausência de grupos, como crustáceos (copépodos e cladóceros), rotíferos e protozoários nos diferentes pontos de coleta.

Nos copépodos a densidade de indivíduos variou entre 0,45 e 127,18 ind L⁻¹ (Figura 4), o P1 caracterizou-se pela maior densidade deste grupo, quando comparado com os outros pontos amostrais. Portanto, o mês de dezembro, que teve o maior índice de densidade total de indivíduos, 92,4% destes são de copépodos, destes 57,7% são de náuplios.

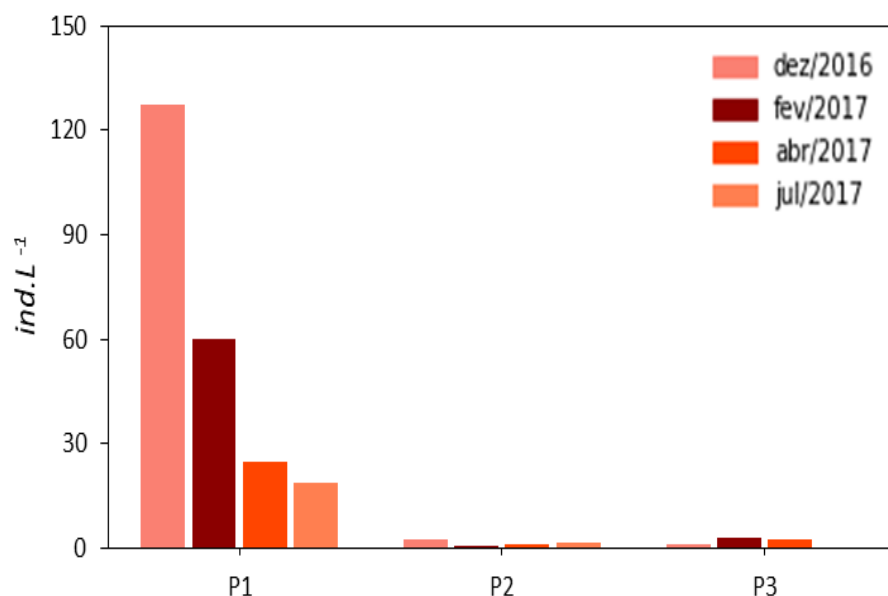


Figura 4. Densidade de Copepoda no Rio Preto, Santa Rita-PB, de Dezembro de 2016 a Julho de 2017.

Fonte: Dados da pesquisa.

Os náuplios, estágio inicial de copépodos, tiveram maior densidade no P1 (Tabela 1) em relação aos outros estágios de desenvolvimento, seguido do copepodito calanoida e calanoida, também no P1. Dentre os grupos de copépodos, o calanoide é um grupo predominante em ambientes menos eutrofizados (DANTAS-SILVA e DANTAS, 2013). Como o P1 está em um açude, e está próximo da cabeceira do Rio Preto, a água ainda é de melhor qualidade (Capítulo 1) e apresenta transparência elevada, favorecendo os copépodos calanoides. As densidades de Copepoda foram diminuindo ao longo do período amostral.

Tabela 1. Densidade média de Copepoda por estágio de desenvolvimento, ordem e ponto amostral, de Dezembro de 2016 a Julho de 2017.

COPEPODA		Náuplio	Copepodito calanoida	Copepodito cyclopodia	Calanoida	Cyclopoida
Densidade de indivíduos (ind L ⁻¹)	P1	41,58	10,82	0,65	4,25	0,48
	P2	2,61	0,06	0,23	0,02	0,15
	P3	1,54	0,08	0,16	0,10	0,09

A densidade de cladóceros teve variação de 0 a 18,41 ind.L⁻¹ (Figura 5), e o ponto com maior densidade foi também o P1, apresentando uma maior densidade de cladóceros no mês de abril, que representa 33,5% do valor total da densidade de indivíduos, mas ainda foi inferior à densidade de copépodos.

De acordo com Marcelino (2007), a presença elevada dos Cladocera indica uma boa qualidade de água. Por serem filtradores, assim como os copépodos calanoides, este grupo é predominante em ambientes oligotróficos (DANTAS-SILVA e DANTAS, 2013).

O fato do P1 ser um ambiente lântico e de melhor qualidade também favorece este grupo, que junto com copépodes calanoides indica águas de melhor qualidade.

O período chuvoso favoreceu as densidades de Cladocera, que atingiram sua densidade máxima no P1 em abril. Entrada de água nova nos sistemas aquáticos geralmente está associada com aumentos de produção primária (BARBOSA, 2002), o que favorece o zooplâncton, principalmente os filtradores, como os Cladocera.

No P2, na maior parte do tempo, não foi registrado Cladocera. Nesse local apenas em julho (período chuvoso) foi registrada uma única espécie (*Diaphanosoma* sp.). No P3 foi registrado Cladocera em todas as análises. Apesar da baixa densidade, este local tinha muitas macrófitas (*Eichornnia crassipes*) o que pode ter facilitado a presença de algumas espécies de Cladocera ticoplanctônicas como *Alona guttata*; *Leydigiopsis ornata* e *Oxyurella longicaudis*.

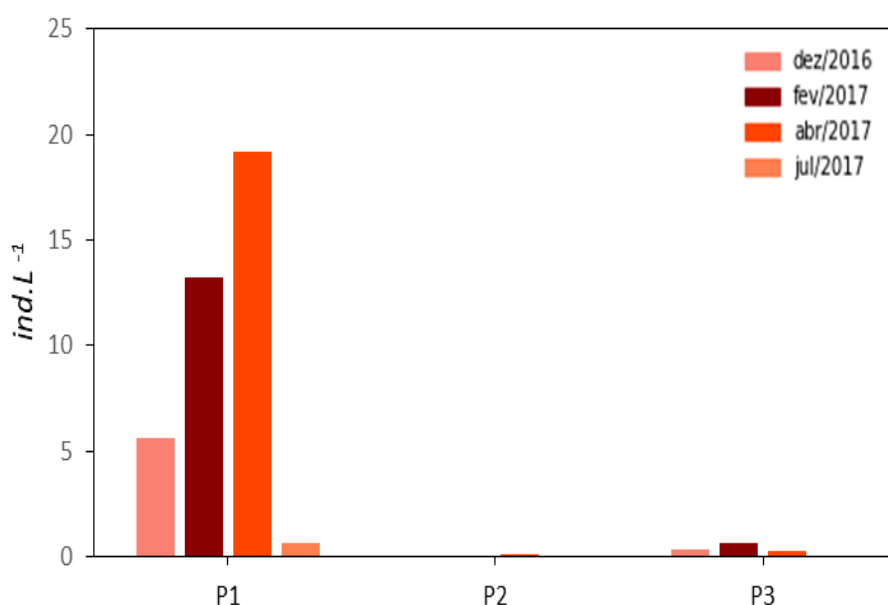


Figura 5. Densidade de Cladocera no Rio Preto, Santa Rita-PB, de Dezembro de 2016 a Julho de 2017.

Fonte: Dados da pesquisa.

O total de espécies de cladóceros observado foi de 9 (nove), sendo elas: *Chydorus* sp.; *Macrothrix* sp.; *Diaphanosoma* sp.; *Alona guttata*; *Leydigiopsis ornata*; *Oxyurella longicaudis*; *Ceriodaphnia cornuta*; *Moina* sp.; e *Simocephalus acutirostris*. (Tabela 2).

Tabela 2. Espécies de Cladocera de acordo com cada ponto amostral, no Rio Preto, Santa Rita-PB.

Espécies	P1	P2	P3
<i>Chydorus sp.</i>	x		x
<i>Macrothrix sp.</i>	x		
<i>Diaphanosoma sp.</i>	x	x	x
<i>Alona guttata</i>			x
<i>Leydigiopsis ornata</i>			x
<i>Oxyurella longicaudis</i>			x
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	x		x
<i>Moina sp.</i>	x		
<i>Simocephalus acutirostris</i>	x		

O índice de diversidade (H') de espécies foi maior no P1, também no mês de abril, sendo proporcional à densidade de indivíduos (Figura 6). Já a equitabilidade foi zero nos meses de dezembro em P1 e P3, e em todos os meses de P2 (Figura 7). Já a dominância foi maior no mês de julho em todos os pontos amostrais.

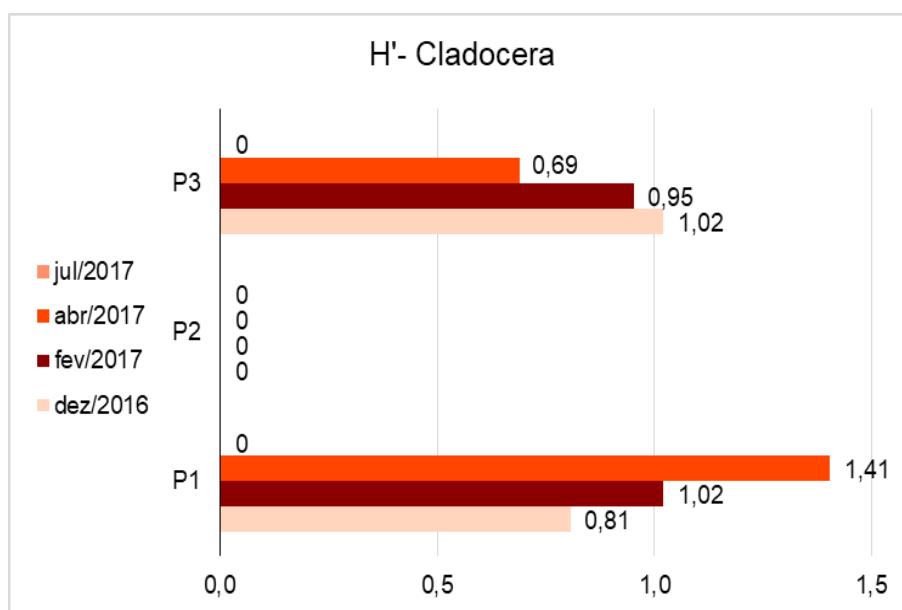


Figura 6. Índice de diversidade de Cladocera no Rio Preto, Santa Rita-PB, de Dezembro de 2016 a Julho de 2017.

Fonte: Dados da pesquisa.

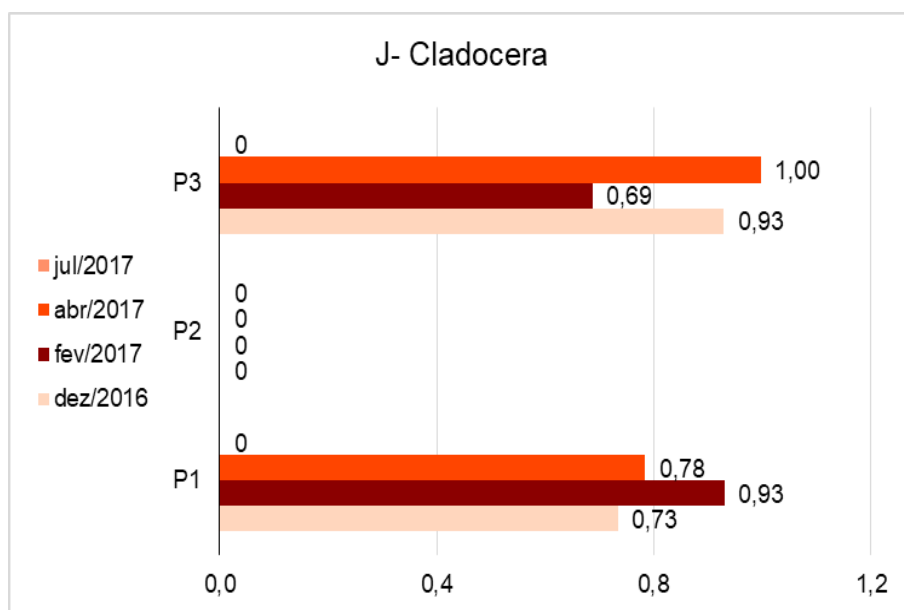


Figura 7. Índice de equitabilidade de Cladocera no Rio Preto, Santa Rita-PB, de Dezembro de 2016 a Julho de 2017.

Fonte: Dados da pesquisa.

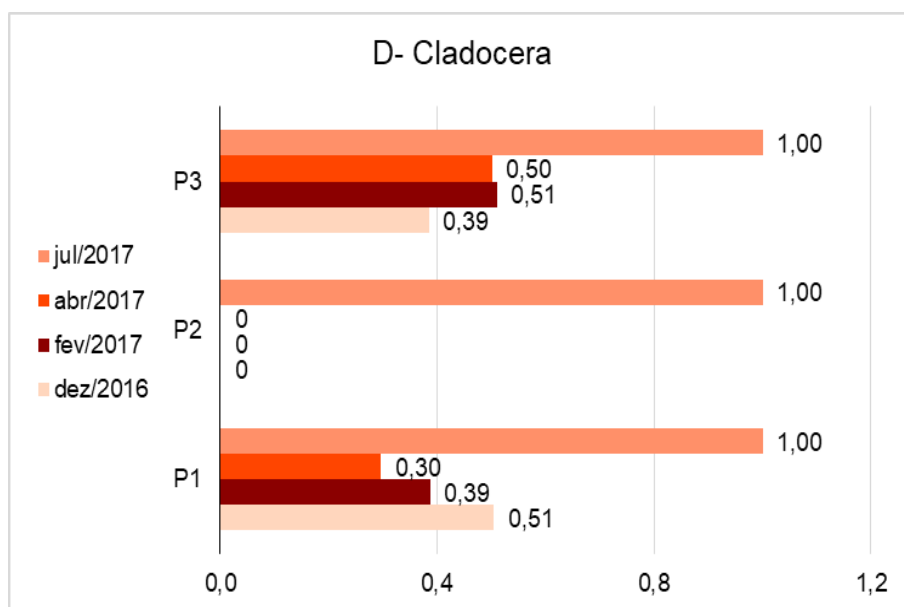


Figura 8. Índice de dominância de Cladocera no Rio Preto, Santa Rita-PB, de Dezembro de 2016 a Julho de 2017.

Fonte: Dados da pesquisa.

Os Rotíferos apresentaram densidades de 0,61 a 45,11 ind.L⁻¹ (Figura 9), com maior densidade de indivíduos no P2, especialmente no mês de abril, quando houve uma maior densidade total de indivíduos, representada 91,2% por rotífero, sendo esse aumento, neste ponto e período, provocado pela presença de indivíduos da classe Bdelloidea.

Várias espécies de rotíferos são associados a ambientes poluídos, que receberam uma elevada carga de nutrientes e/ou estão em processo de

eutrofização (OLIVEIRA *et al.*, 2015). Isso explica a maior densidade de Rotífera no P2, onde foram registrados menos copépodos e menos cladóceros que são indicadores de águas de melhor qualidade.

Os rotíferos também foram beneficiados pelo período chuvoso, assim como os cladóceros.

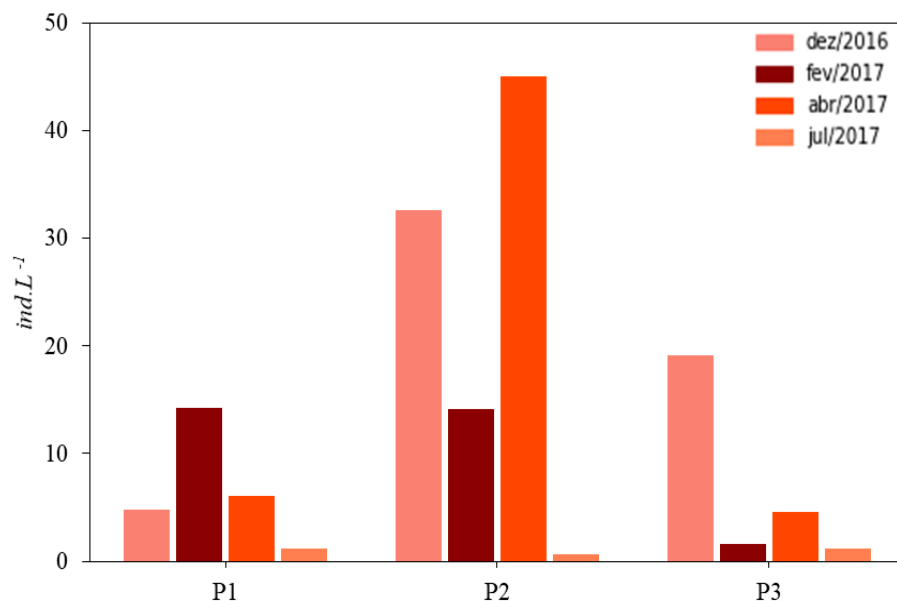


Figura 9. Densidade de Rotífera no Rio Preto, Santa Rita-PB, de Dezembro de 2016 a Julho de 2017.

Fonte: Dados da pesquisa.

O número total de espécies de rotífera foi 18 (dezoito), mais os indivíduos da classe de Bdelloidea, que por sua vez, não foram identificados até espécie devido à dificuldade de identificação. Roche e Silva (2017) afirmam que muitas formas de rotíferos não podem ser identificadas quando a amostra é fixada, sendo necessário examinar os organismos vivos, dentre estas está o grupo Bdelloidea. As demais espécies encontradas foram: *Brachionus patulus* var. *macracanthus*; *Brachionus quadridentatus* spp.; *Testudinella* sp.; *Asplanchna* sp.; *Colurella* sp.; *Lecane leontina*; *Lecane luna*; *Lecane papuana*; *Lecane* cf *pertica*; *Lecane* cf *blachei*; *Lecane* (*Monostyla*) *bulli bulli*; *Mytilina* sp.; *Tripleuchlanis plicata*; *Platylabus quadricornis* sp.; *Ascomorpha* sp.; *Cephalodella* sp.; *Beauchampiella eudactylota*; *Keratella valga* (Tabela 3).

Este grupo foi registrado em todos os meses de coleta e em todos os pontos analisados.

Tabela 3. Espécies de Rotífera de acordo com cada o ponto amostral, no Rio Preto, Santa Rita-PB.

Espécies	P1	P2	P3
<i>Brachionus patulus</i> <i>var. macracanthus</i>	x		
<i>Brachionus</i> <i>quadridentatus spp.</i>		x	
<i>Testudinella sp.</i>	x	x	x
<i>Asplanchna sp.</i>	x		x
<i>Colurella sp.</i>	x		
<i>Lecane leontina</i>	x	x	x
<i>Lecane luna</i>	x		x
<i>Lecane papuana</i>			x
<i>Lecane cf pertica</i>	x		
<i>Lecane cf blachei</i>			x
<i>Lecane (Monostyla)</i> <i>bullata bullata</i>	x	x	x
<i>Mytilina sp.</i>			x
<i>Tripleuchlanis plicata</i>	x		
<i>Platylabus quadricornis</i> <i>sp.</i>	x	x	x
Bdelloidea*	x	x	x
<i>Ascomorpha sp.</i>	x		
<i>Cephalodella sp</i>			x
<i>Beauchampiella</i> <i>eudactylota</i>			x
<i>Keratella valga</i>			x

*Classe Bdelloidea

Em relação a diversidade, os rotíferos foram beneficiados no mês caracterizado pelo final do período de estiagem, o que provoca o aumento do estado trófico, elevando a disponibilidade de alimento para este grupo, que de acordo com Esteves (1998) se alimenta de diversos itens, incluindo material particulado. O Índice de diversidade refletiu essa situação, sendo mais elevado no mês de fevereiro (Figura 10). Já o Índice de equitabilidade apresentou os valores mais baixos, em julho de 2017 no P1, em abril de 2017 no P2, e dezembro de 2016 no P3 (Figura 11). O Índice de dominância foi mais elevado em abril, no P2, seguido pelos meses de dezembro, no P2 e P3, com valores iguais (0,84) (Figura 12). Valores mais elevados de dominância, significam

maior desequilíbrio ambiental, o que se verifica nos P2 e P3, mais poluídos com esgotos domésticos (Capítulo 1).

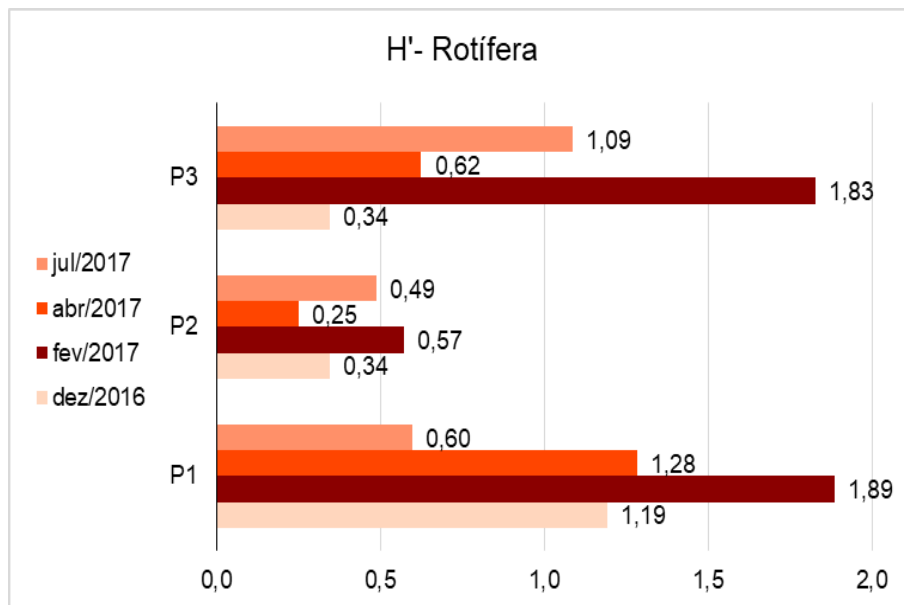


Figura 10. Índice de diversidade de Rotífera no Rio Preto, Santa Rita-PB, de Dezembro de 2016 a Julho de 2017.

Fonte: Dados da pesquisa.

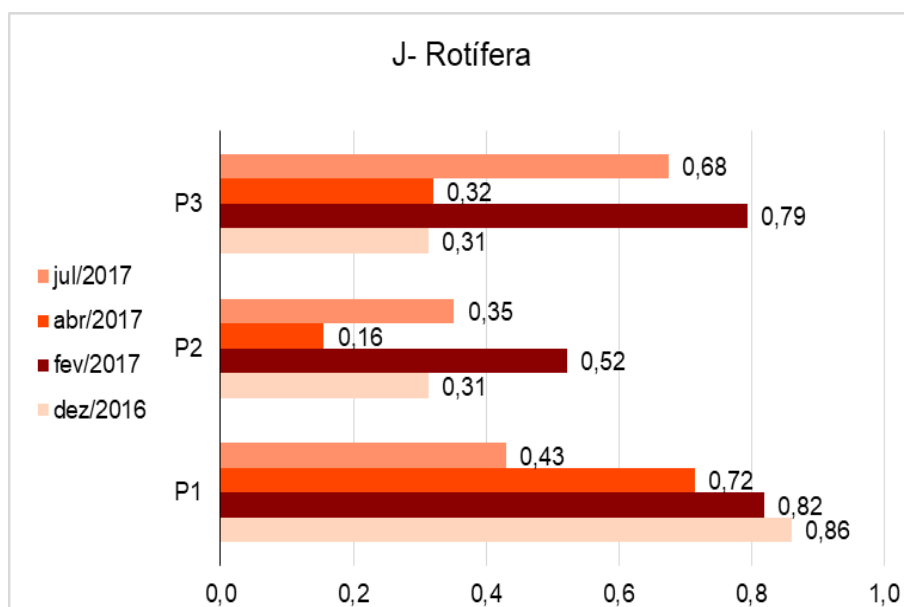


Figura 11. Índice de equitabilidade de Rotífera no Rio Preto, Santa Rita-PB, de Dezembro de 2016 a Julho de 2017.

Fonte: Dados da pesquisa.

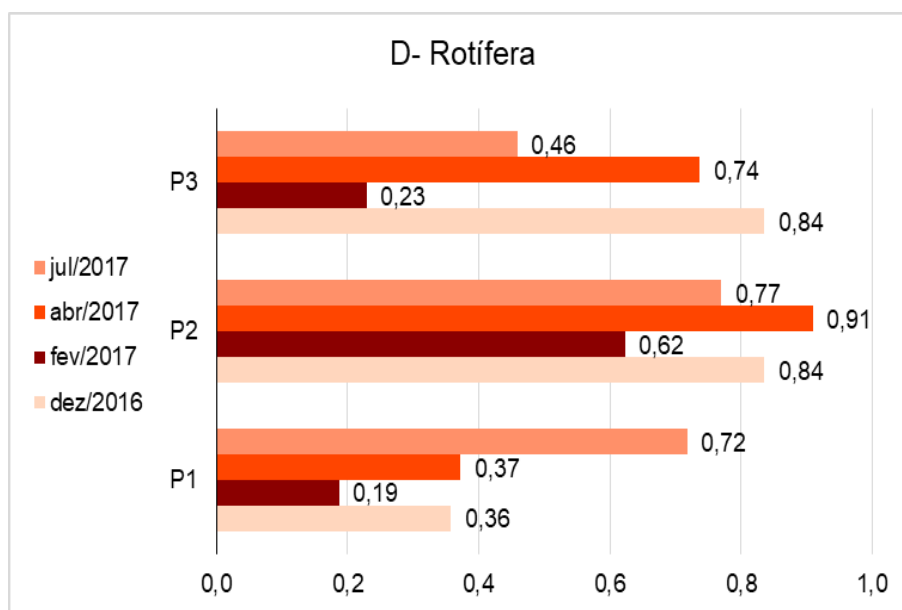


Figura 12. Índice de dominância de Rotífera no Rio Preto, Santa Rita-PB, de Dezembro de 2016 a Julho de 2017.

Fonte: Dados da pesquisa.

Os protozoários tiveram variação de densidade entre 0 e 3,63 ind.L⁻¹ (Figura 13), sendo a maior densidade de indivíduos observada no P1 no início do período chuvoso (final do mês de abril). Souza e Sperling (2005) ressaltam que o aumento de protozoários é inversamente proporcional ao Índice de Qualidade da Água (IQA), caracterizado pelo aumento da carga de resíduos orgânicos no corpo hídrico. Portanto, ambientes aquáticos enriquecidos com matéria orgânica tendem a elevar a quantidade de organismos decompositores (bactérias e fungos) desta matéria, os quais servirão de alimento para protozoários, que por sua vez, compõem a cadeia trófica como consumidores (SOUZA e SPERLING, 2005; REGALI-SELEGHIM, 2011).

O mesmo período também foi marcado pelo aumento das macrófitas aquáticas no P1, seguido de tentativa de manejo por parte dos próprios moradores, através da retirada de boa parte dessa vegetação. Portanto, a proliferação de macrófitas aquáticas também aponta para o aumento da carga de nutrientes no corpo hídrico. Com o manejo dessas macrófitas, muitas partículas originadas dessa biomassa devem ter sido lançadas na água, favorecendo este grupo de organismos.

O P3 apresentou maior semelhança na densidade de indivíduos, obtendo valores mais elevados em quase todos os períodos amostrais. Este ponto também é caracterizado pela presença elevada de macrófitas aquáticas flutuantes, e portanto, uma elevada carga de material particulado, que serve de alimento para este grupo, que esteve sempre presente no ambiente.

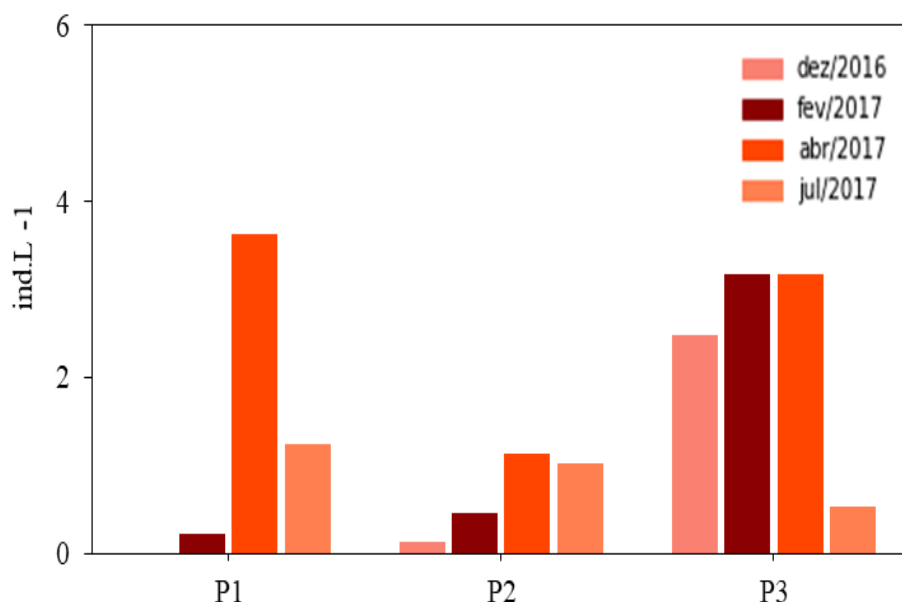


Figura 13. Densidade de Protozoa no Rio Preto, Santa Rita-PB, de Dezembro de 2016 a Julho de 2017.

Fonte: Dados da pesquisa.

As espécies de protozoários observadas foram três: *Centropyxis spinosa*; *Vorticella sp.*; *Stylonychia sp.* (Tabela 4). Existe uma grande dificuldade na identificação de protozoários, sendo um grupo que carece de estudos e compreensão de sua dinâmica no ecossistema aquático (REGALISELEGHIM, 2011; GROTT, 2016).

Tabela 4. Espécies de Protozoa de acordo com cada o ponto amostral, no Rio Preto, Santa Rita-PB.

Espécies	P1	P2	P3
<i>Centropyxis spinosa</i>	x	x	x
<i>Vorticella sp.</i>	x	x	
<i>Stylonychia sp.</i>		x	

Outros grupos, por apresentarem baixa abundância, foram contabilizados de forma geral, ou seja, em todos os pontos e períodos de coleta, sendo eles: Ostracoda (Crustacea), que apresentaram uma densidade total ao longo do tempo de 0,14 ind.L⁻¹; ácaros com densidade total de 0,03 ind.L⁻¹; alguns nematodas com densidade total 0,01 ind.L⁻¹; larvas de Chironomidae, registrada apenas no início do período chuvoso em P1, com densidade total de 0,05 ind.L⁻¹; e larva de *Chaoborus*, com uma densidade maior dentre os demais, sendo registrado tanto no período seco como chuvoso, porém a frequência maior no período chuvoso chegando a 0,26 ind.L⁻¹.

4.9. CONCLUSÕES

Analisando o zooplâncton do Rio Preto foi possível relacionar a sua presença com a qualidade de água, com maior presença de Cladocera e Copepoda Calanoida em trechos do rio com melhor qualidade de água e mais Rotífera, da Ordem Bdelloidea onde havia mais impacto por despejo de esgotos.

Os protozoários, organismos que se alimentam de material particulado foram beneficiados pela presença de macrófitas, sendo mais abundantes no P1 e P3.

A presença de bancos de macrófitas também interferiu na presença de determinadas espécies, principalmente de rotíferos e algumas de Cladocera.

Os índices ecológicos apresentaram maiores variações ao longo do tempo que entre as estações amostrais.

4.10. REFERÊNCIAS

AMARO, C.A. **Proposta de um índice para avaliação de conformidade da qualidade dos corpos hídricos ao enquadramento**. Dissertação (mestrado) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Energia Hidráulica ou Sanitária. Ed. Rev. 224p. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-11082009-121147/pt-br.php>> Acessado em: 07 de Out. de 2017.

BARBOSA, J.E.L. **Dinâmica do fitoplâncton e condicionantes limnológicos nas escalas de tempo (nictemeral/sazonal) e de espaço (horizontal/vertical) no açúde Taperoá II: trópico semi-árido nordestino**. Tese (doutorado) Universidade Federal de São Carlos. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. 206 p. São Carlos, 2009.

BAPTISTA, D.F. Uso de Macroinvertebrados em Procedimentos de Biomonitoramento em Ecossistemas Aquáticos. **Oecologia brasiliensis** v. 12, n.3, p. 425-441, 2008. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2882871.pdf> Acessado em: 15 de Fev., 2018

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. Publicada no Diário Oficial da União, DOU nº 053, de 18 de março de 2005, págs. 58-63.

BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios **Cad. Saúde Pública**, v. 19, n. 2, p. 465-473, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/csp/v19n2/15412.pdf>> Acessado em: 30 de Set de 2017.

CANTUSIO NETO, R.; SANTOS, L.U.; SATO, M.I.Z.; E FRANCO, R.M.B. **Controle de qualidade analítica dos métodos utilizados para a detecção de protozoários patogênicos em amostras de água.** Arquivos do Instituto Biológico, v. 78, n. 1, p. 169-174 2011. Disponível em: <<http://revistas.bvs-vet.org.br/arqib/article/view/25461/26324>> Acessado em: 15 de Jan de 2018.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM. **Diagnóstico do município de Santa Rita – PB.** Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado da Paraíba, a. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005, 23p. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16322/Rel_Santa_Rita.pdf?sequence=1>. Acessado em: 22 de Out. 2017.

CRISPIM, M.C.; WATANABE, T. Caracterização Limnológica das bacias receptoras e doadoras de águas do Rio São Francisco: 1- Zooplâncton. **Acta Limnologica Brasiliensia** v. 12, n.2, p. 93-103, 2000. Disponível em :<http://www.ablimno.org.br/publiActa.php?issue=v12n2> Acessado em: 15 de Nov. 2017.

DANTAS-SILVA, L.T; DANTAS, E.W. Zooplâncton (Rotífera, Cladocera e Copepoda) e a eutrofização em reservatórios do Nordeste brasileiro. **Oecologia Australis**, v. 17, n.2, p. 243-248, 2013. Disponível em:<<http://www.oecologiaaustralis.org/ojs/index.php/oa/article/view/746/1112>> Acessado em: 10 de Fev. 2018. <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2013.1702.06>

DIAS, G.M.F. BEVILACQUA, P.D., BASTOS, R.K.X., OLIVEIRA, A.A., & CAMPOS, G.M.M.. Giardia spp. e Cryptosporidium spp. em água de manancial superficial de abastecimento contaminada por dejetos humano e animal. **Arg. Bras. Med. Vet. Zootec.**, Belo Horizonte , v. 60, n. 6, p. 1291-1300, Dec. 2008 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352008000600001&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 18 Jan. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352008000600001>.

ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A. **Manual de identificação de Cladóceros límnicos do Brasil.** Editora Universa, Brasília, p. 155, 1997.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia.** Editora. 2ª ed., Interciência, Rio de Janeiro, 1998, 226 p.

FOREYT, W.J. **Parasitologia veterinária: Manual de referência.** 5º ed. Editora Roca Ltda. 240p. São Paulo, 2005.

GOMES, A.S. **Análise de Dados Ecológicos.** Universidade Federal Fluminense Instituto de Biologia Centro de Estudos Gerais Departamento de Biologia Marinha, , p.30. Niterói, 2004. Disponível em:<<http://www.uff.br/ecosed/apostila.pdf>> Acessado em: 13 de Fev. de 2018.

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

153-164, 2003. Disponível em:
<http://www.urisan.tche.br/~briseidy/P%F3s%20Licenciamento%20Ambiental/bioindicadores%2019.10.2010.pdf> Acessado em: 24 de Jan., 2018.

GROTT, S.C.; HARTMANN, B.; SILVA FILHO, H. H.; FRANCO, R. M. B.; GOULART, J. A. G.. Detecção de cistos de *Giardia* spp. e oocistos de *Cryptosporidium* spp. na água bruta das estações de tratamento no município de Blumenau, SC, Brasil. **Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, vol. 11, no. 3, 2016, p. 689-701. Editorial Universidade de Taubaté. Disponível em: < <http://www.redalyc.org/html/928/92846083016/> > Acessado em: 09 de Fev. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Infográficos: Dados gerais do município, Santa Rita, Paraíba.** Cidades@. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=251370>>. Acessado em: 22 de Out. de 2017.

KOSTE, W. Rotatoria - Die Rädertiere Mitteleuropas. Ein Bestimmungswerk, begründet von Max Voigt. Überordnung Monogononta (Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart), 1978.

MARCELINO, S. C.; e SEVERI, W. **Zooplâncton como bioindicadores do estado trófico na seleção de áreas aquícolas para piscicultura em tanque-rede no reservatório da UHE Pedra no rio de Contas, Jequié – BA. 2007.** 62 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. Disponível em: <<http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede/handle/tede2/6516#preview-link0>> Acessado em: 08 de Fev. 2018.

MAROTTA, H.; SANTOS, R. O.; ENRICH-PRAST, A. Monitoramento limnológico: um instrumento para a conservação dos recursos hídricos no planejamento e na gestão urbano-ambientais. **Ambiente & sociedade**, v. 11, n. 1, 2008. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/317/31711106/>> Acessado em: 14 de Out de 2017.

MELÃO, M. G. G. 1999. **Desenvolvimento e aspectos reprodutivos dos cladóceros e copépodos de águas continentais brasileiras.** In: POMPEO, M. L. M. ed. *Perspectivas na Limnologia do Brasil.* São Luís, Gráfica e Editora União. 198p. Disponível em: <http://www.ib.usp.br/limnologia/Perspectivas/arquivo%20pdf/Capitulo%203.pdf> Acessado em: 12 de Fev. 2018.

MELO JÚNIOR, M. Crustáceos planctônicos de um reservatório oligotrófico de um lago do Brasil. **REVISTA BRASILEIRA DE ZOOCIÊNCIAS**, v. 9, n. 1, p. 19-30, 2007. Disponível em: <<https://zoociencias.ufjf.emnuvens.com.br/zoociencias/article/view/132/122>> Acessado em: 11 Fev. 2018.

MENDES, A. D. C. G., MEDEIROS, K. R., FARIAS, S. F., LESSA, F. D., CARVALHO, C. N., & DUARTE, P. O. **Sistema de Informações Hospitalares fonte complementar na vigilância e monitoramento das doenças de veiculação hídrica**. Informe Epidemiológico do SUS, v. 9, n. 2, p. 111-124, 2000. Disponível em: <<http://scielo.iec.gov.br/pdf/iesus/v9n2/v9n2a04.pdf>> Acessado em: 09 de Fev. 2018.

MORAIS, W. A.; SALEH, B. B.; ALVES, W. .S.; AQUINO, D. S.. **Qualidade sanitária da água distribuída para abastecimento público em Rio Verde, Goiás, Brasil**. Cad. saúde colet., Rio de Janeiro , v. 24, n. 3, p. 361-367, 2016 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-462X2016000300361&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 22 Jan. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/1414-462x201600030143>.

NORDI, N.; e WATANABE, T., .Nota preliminar sobre rotíferos (zooplânctônico) no Açude Epitácio Pessoa, Boqueirão, Paraíba. **Revista Nordestina de Biologia**. vol.1, n 1, p. 31-39, 1978. Disponível em:<http://periodicos.ufpb.br/index.php/revnebio/article/view/2511/2198> Acessado: 18, Jan. 2018.

OLIVEIRA, T. B.; SILVA ,T. A.; TERRA NOVA, L.S. Rotíferos como indicadores da qualidade de água em cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*) com utilização de águas salobras. **Acta Fish. Aquat. Res.**v. 3 n. 1, p.65-76, 2015. Disponível em:< <https://seer.ufs.br/index.php/ActaFish/article/view/2998/3953>> Acessado em: 10 de Fev. 2018.

PELAEZ-RODRIGUEZ, M.; MATSUMURA-TUNDISI, T.. Rotifer production in a shallow artificial lake (Lobo-Broa reservoir, SP, Brazil). **Braz. J. Biol.**, São Carlos , v. 62, n. 3, p. 509-516, . 2002 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842002000300016&lng=en&nrm=iso>. Acessado em:18 Jan. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842002000300016>.

PINTO-COELHO, R.M. **Fundamentos em ecologia**. Ed. Artmed; 1 Ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000. 252 p.

REGALI-SELEGHIM, M. H.; GODINHO, M. J. L.; MATSUMURA-TUNDISI, T.. **Checklist dos "protozoários" de água doce do Estado de São Paulo, Brasil**. Biota Neotrop., Campinas , v. 11, n. 1, p. 389-426, 2011 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032011000500014&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 15 de Fev. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032011000500014>.

REID, J.W. **Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sul-americanas de vida livre da Ordem Cyclopodia (Crustácea, Copepoda)**. Boletim Zoologia, Universidade de São Paulo 9:17-143, 1985.

ROCHA, O. **Avaliação do Estado do conhecimento da diversidade biológica do Brasil**. COBIO/MMA – GTB/CNPq – NEPAM/UNICAMP. Águas Doces (versão preliminar). Projeto estratégia nacional de diversidade biológica (BRA 97 G 31). Ministério do Meio Ambiente, p.70, 2003. Disponível em: <http://www.ministeriodomeioambiente.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/aguado c1.pdf> Acessado em: 05 de Fev. 2018.

ROCHE, K.F.; SILVA, W. M.. Checklist dos Rotifera (Animalia) do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Iheringia, Sér. Zool.**, Porto Alegre , v. 107, supl. e2017105, 2017 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-47212017000200205&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 12 Fev. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4766e2017105>.

SANTOS, T.G.; GUSMÃO, L.M.O.; NEUMANN-LEITÃO, S.; CUNHA, A.G. Zooplâncton como indicador biológico da qualidade ambiental nos estuários dos Rios Carrapicho e Botafogo, Itamaracá – PE. **Rev. Bras. Enga. Pesca**, v. 4, n. 1, p. 44-56, 2009 Disponível em: <<http://ppg.revistas.uema.br/index.php/REPESCA/article/viewFile/129/119>> Acessado em: 08 de Fev., 2018.

SOUZA, B.B. **Variação espacial e temporal de microcrustáceos planctônicos do lago Monte Alegre e experimentos abordando a influência da qualidade do alimento sobre o desempenho dos cladóceros**. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo. Tese de Doutorado. 80 p., 2015.

SOUZA, M.B.G. ; SPERLING, E.V., IV-001 – **Uso do zooplâncton como indicador de qualidade da água – Estudo de caso da Bacia do Rio Araguari – MG**. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005 Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/IV-001.pdf>> Acessado em: 02 de Fev. 2018.

VEADO, L. **Variação espaço-temporal do zooplâncton do baixo estuário do Rio Itajai- Açu, SC**. Dissertação de mestrado, p.71, 2008 Disponível em: <<http://siaibib01.univali.br/pdf/ludmilla%20veado.pdf>> Acessado em: 10 de Fev de 2018.> Acessado em: 17 de Jan, 2018.

CAPÍTULO III

MELHORIA DA CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL COMO CONTRIBUIÇÃO PARA A GESTÃO AMBIENTAL EM SANTA RITA, PARAÍBA

Raquel Cruz de França Eiras¹ Maria Cristina Crispim ²

¹ Bacharela em Ecologia – CCAE/UFPB; Mestranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA/UFPB. E-mail: raquel.eirass@gmail.com

² Graduada em Ciências Biológicas – CCEN/UFPB; Dr^a. em Ecologia e Biossistemática – ULisboa e Pós- Doutorado em Ecologia Aplicada; Professora associada III da UFPB. E-mail: ccrispim@hotmail.com

RESUMO

A natureza é extremamente importante, por prestar serviços ecossistêmicos necessários a todos os seres vivos, incluindo os humanos. Para garantir a integridade e manutenção da natureza faz-se necessário a gestão ambiental, que visa planejar as ações humanas, de maneira que o ambiente possa ser utilizado dentro dos limites do seu potencial de recuperação, de forma a garantir a sua existência agora e no futuro. Entre os recursos naturais mais importantes e ao mesmo tempo mais impactados está a água, essencial à vida. A falta de gestão ambiental é uma realidade vivenciada na maior parte dos municípios brasileiros. Os ambientes aquáticos, por sua vez, sofrem grandes impactos derivados deste problema que afeta todo o ecossistema, principalmente os rios urbanos. O enfrentamento desta situação requer o envolvimento e interesse governamental e de toda a sociedade. Para tanto, a educação ambiental é imprescindível no tratamento destes conflitos socioambientais, e tem sido desenvolvida no município de Santa Rita, na Paraíba, através de diversas ações de melhoria da conscientização da sociedade. Este trabalho apresenta relatos de atividades de educação ambiental desenvolvidas em caráter formal e não formal, através da realização de atividades de campo e palestras em escolas, igrejas e em reuniões municipais para que os alunos e moradores desse município entendam melhor as funções dos rios urbanos, neste caso o Rio Preto, e possam perceber como a qualidade de água está interligada aos impactos que existem sobre o rio.

Palavras-chave: conscientização ambiental; educação ambiental; gestão ambiental

ABSTRACT

Nature is extremely important due the ecosystem services provided and is needed by all living things, including humans. In order to guarantee the integrity and maintenance of nature, environmental management is necessary, which

aims to plan human actions, in order to the environment can be used, within the limits of its recovery potential, to guarantee its existence now and in the future. Among the most important and at the same time most impacted natural resources is the water, essential to life. The lack of environmental management is a reality experienced in most Brazilian municipalities. The aquatic environments, on the other hand, suffer great impacts derived from this problem that affects the whole ecosystem. To face this situation requires the involvement and interest of government and society as a whole. To that end, environmental education is essential in the treatment of these socio-environmental conflicts, and has been developed in the municipality of Santa Rita, Paraíba, through several actions to improve society's awareness. This paper presents reports of environmental education activities developed in a formal and non-formal way, through field activities and lectures in schools, churches and municipal meetings so that students and residents of this municipality better understand the functions of urban rivers, in this case the Rio Preto, and can perceive how the water quality is interconnected to the impacts that exist on the river.

Keywords: environmental awareness; environmental education; environmental management

4.15. INTRODUÇÃO

Ao longo dos séculos, o meio ambiente vem sofrendo diversos impactos, principalmente ligados à ideia de que, os seres humanos, através de sua inteligência e tecnologias avançadas, conseguiriam superar o meio natural, e que este seria detentor de uma fonte inesgotável de recursos (LITTLE, 2001).

Em relação ao ecossistema aquático não tem sido diferente, a sua degradação é resultante das desigualdades sociais e regionais, da pressão antrópica e da expansão das atividades industriais (MACHADO, 2003). Sendo a água um recurso natural essencial à vida, cada vez mais ela compõe cenários conflituosos que tendem a se intensificar com o passar dos anos, principalmente devido à falta de gestão ambiental.

Mediante a situação vivenciada vê-se a necessidade de promover novas atitudes frente aos recursos naturais e aos problemas ambientais, de forma a contribuir para que todos desfrutem de uma melhor qualidade de vida, devendo esta responsabilidade ser atribuída não só ao governo, mas também à sociedade (MACHADO, 2003).

Para tanto, faz-se necessário tornar a sociedade conhecedora dos obstáculos a serem enfrentados, e dos caminhos a serem trilhados para este fim. A partir daí, salienta-se a importância da conscientização ambiental.

4.15.1. Conflitos socioambientais: um campo de ação política

O avanço dos problemas ambientais é o reflexo do pensamento negligente de uma sociedade que tem demonstrado o quanto o consumismo desenfreado ainda compõe a cultura humanística, sem levar em consideração as questões éticas (LIMEIRA e ANDRADE, 2012), tanto nas questões sociais, como nas ambientais.

Para Schaeffer (1970), a relação entre o homem e a natureza reflete o descuido da sociedade no que diz respeito à valoração do meio ambiente e é, portanto, um assunto de ordem moral.

Contudo, à medida que a poluição ambiental veio se intensificando, os problemas socioambientais foram ganhando força e pluralidade, impulsionando a um despertar que se ergue em busca de soluções para estes problemas. Atrélado a este despertar, há opiniões distintas sobre a melhor forma de resolução de um determinado problema ambiental, estando estas muitas vezes associadas a conflitos de interesses. É a partir daí que emergem os chamados “conflitos socioambientais”.

De acordo com Little (2011), tais conflitos são derivados das diferentes percepções de risco e busca por aceitabilidade dos diversos grupos sociais. As diferentes percepções, por sua vez, têm origem nos conhecimentos ambientais específicos de cada grupo social, que se formam a partir da busca por adaptação a seu ambiente e da necessidade de desenvolvimento de tecnologias próprias (LITTLE, 2001).

Estes conhecimentos naturais específicos de cada grupo social, demonstram que a noção de consciência ambiental faz-se presente em nossa sociedade, mas em diferentes níveis de entendimento e comprometimento. E, portanto, precisa ser disseminada de forma mais concisa, para que cada ator social sintam-se mobilizado para uma responsabilidade socioambiental que o aproxime da busca pela resolução de tais conflitos.

Vale salientar que a natureza é complexa e cheia de partes que não podem ser observadas apenas de forma isolada, é por isto que a noção de interdisciplinaridade deve estar presente quando se trata de educação ambiental. A união destas partes é fundamental para a formação de uma boa consciência ambiental, e deve levar em consideração que a compreensão de cada indivíduo não está dissociada de suas subjetividades (LAYRARGUES e LIMA, 2014).

Portanto, os conflitos socioambientais representam um campo de ação política centrado na resolução dos mesmos, mas esta resolução dificilmente torna-se palpável, sendo mais realista considerar o “tratamento dos conflitos socioambientais” (LITTLE, 2001).

4.15.2. A importância da melhoria da conscientização ambiental

Os conflitos socioambientais existem devido às diferentes formas de entendimento em relação ao meio natural, ou seja, as pessoas agem consoante a sua ideia sobre o ambiente. Se apresentam uma consciência ecológica maior, entendem que o ambiente é o local de habitação de outras espécies, e o mesmo nos fornece serviços ecossistêmicos, como a produção de oxigênio e capacidade de depuração da água, essenciais à vida. Tal compreensão os conduzirá a uma postura de respeito para com a natureza, o que evitará os impactos (LIMEIRA e ANDRADE, 2014). Por outro lado, pessoas que possuem uma consciência ambiental extremamente restrita, podem enxergar o ambiente natural como “mato”, “sujeira”, algo a se afastarem, e consideram normal jogar lixo em ambientes naturais, e atear fogo em áreas de campos, terrenos, etc. Dessa forma, para que se fale em conservação

ambiental tem de falar-se em diminuição dos conflitos socioambientais e consequentemente do aumento da educação ambiental.

Um fator importante no tratamento dos conflitos socioambientais é o reconhecimento da necessidade de melhoria da conscientização ambiental. Para Limeira e Andrade (2012), trata-se da “formação de uma nova consciência ecológica”, que se reflita na ética do ser humano para com as outras espécies e o planeta. Visto que a crise ambiental origina-se dos problemas sociais refletidos na natureza e não é simplesmente a expressão dos problemas da natureza (LAYRARGUES e LIMA, 2014).

Layrargues e Lima (2014), tratando das tendências macro-político-pedagógicas da Educação Ambiental, discorrem que nos anos 90 (século XX), ascendeu entre os educadores ambientais, uma insatisfação com os padrões de educação ambiental, abrindo espaço para uma visão mais alternativa, que considerava a necessidade de lutar por uma nova sociedade.

Diante da realidade atual, a disseminação de uma educação ambiental que impulsione o lado crítico da sociedade, fazendo com que estes sintam-se e sejam participantes nos processos decisórios de forma a exercer sua cidadania, é extremamente importante (JACOBI, 2003; LAYRARGUES e LIMA, 2014).

A sociedade necessita ser mais mobilizada, motivada e informada, de tal forma que o discurso ambiental saia apenas da teoria e seja revertido em ações práticas, fazendo com que eles exerçam seus direitos e sejam conhecedores de seus deveres (JACOBI, 2003; LIMEIRA e ANDRADE, 2014).

O desafio da conscientização ambiental encontra-se em atrelar as ações de cidadania, que por sua vez estão relacionadas com a ideia de coletividade, às práticas que estejam próximas da realidade social dos indivíduos (JACOBI, 2003).

A percepção da emergência da consciência ecológica, é a tentativa de tratamento dos conflitos socioambientais através da implementação de políticas públicas e diversas estratégias e táticas políticas (LITTLE, 2001).

No Brasil, diversas leis foram criadas através de políticas públicas de caráter ambiental. Entre elas está a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei 9.795, de 27 de abril de 1999) que afirma que a educação ambiental deve compor de forma permanente a educação nacional, seja em caráter formal ou não formal. Entre os desafios da educação formal pode-se destacar a necessidade de uma melhor abordagem de temas mais atuais, como a água (REIS *et al.*, 2012).

Considerando a importância dos recursos hídricos e com vista à vivência de práticas que estimulem a busca da melhoria de qualidade ambiental e consequentemente da qualidade de vida, o presente trabalho vem relatar as atividades de melhoramento da conscientização ambiental, desenvolvidas no município de Santa Rita, no Estado da Paraíba, com foco no Rio Preto, o rio urbano que corta a cidade, como forma de contribuição para a Gestão Ambiental. Essas atividades são parte integrante do Projeto de pesquisa em nível de mestrado, da discente Raquel Cruz de França Eiras, do Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, intitulado “Qualidade de Água, Impactos e Contribuições para a Gestão Ambiental do Rio Preto, Município de Santa Rita, Paraíba”, por considerar que a melhoria da conscientização ambiental é um aliado de extrema relevância para o

enfrentamento dos problemas ambientais provenientes de desequilíbrios nas relações entre sociedade, natureza e desenvolvimento.

4.16. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.16.1. Área de estudo

O município de Santa Rita está situado entre as coordenadas geográficas Latitude: 6°54'58"S / Longitude: 34°59'26"W e Latitude: 7°17'2"S / Longitude: 34°57'50"W (Figura 1). É conhecido como a “cidade das águas minerais” por possuir o maior número de fontes de água mineral do estado da Paraíba. Está inserido nos domínios das Bacias hidrográficas dos rios Gramame, Paraíba e Miriri. Possui uma área de 730,205 km² e população de aproximadamente 120.310 habitantes (IBGE, 2010). No entanto, seus rios vêm sofrendo com a falta de gestão e planejamento ambiental, sendo esses danos refletidos na população no que diz respeito à saúde pública (COSTA, 2014).

O Rio Preto, pertence à Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, situa-se na zona urbana do município e sua degradação relaciona-se tanto pela supressão da mata ciliar, como pela falta de saneamento e de educação ambiental. O acúmulo de resíduos sólidos e o assoreamento contribuem de forma significativa para a ocorrência de inundações, que ocorrem praticamente, todos os anos no período chuvoso. A única ação realizada pelos gestores do município são as dragagens (MORAIS, 2011) que permitem aumentar a profundidade do mesmo, evitando dessa forma inundações.

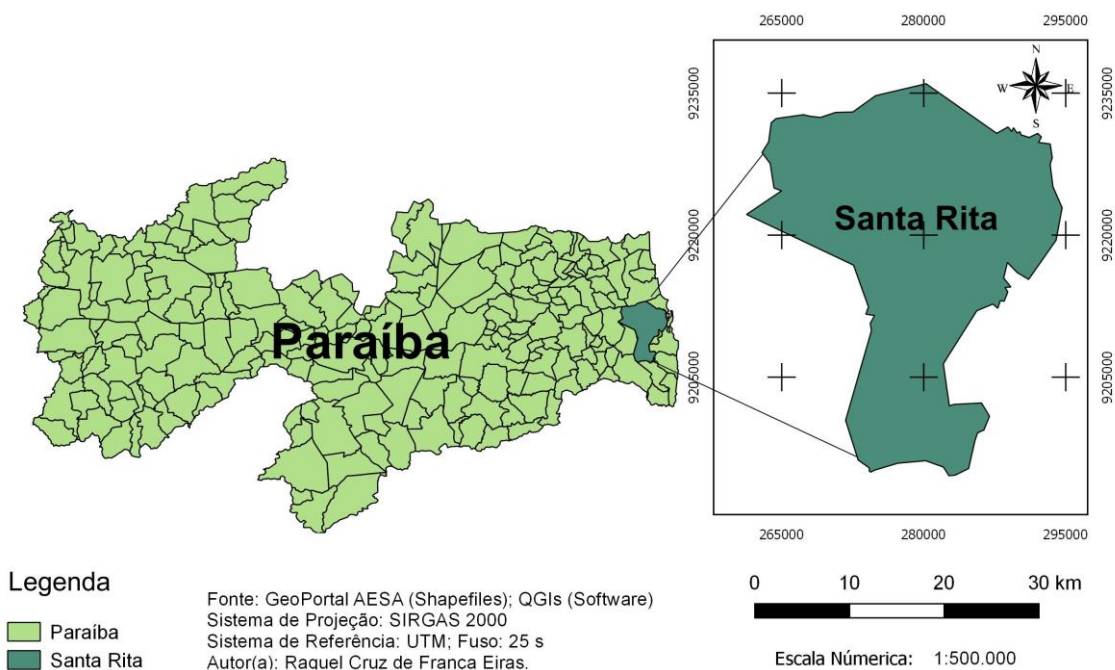


Figura 1. Mapa de localização do município de Santa Rita, Paraíba.

Fonte: Acervo da autora.

4.16.2. Metodologia

Foram desenvolvidas atividades de educação ambiental em caráter formal (processo educativo integrado às instituições de ensino) e não formal (demais espaços da vida social), através da realização de atividade de campo e palestras em escolas, igrejas e em reuniões municipais que envolvessem a abordagem dos recursos hídricos dentro do município, com o intuito de sensibilizar e incentivar os moradores sobre os problemas ambientais enfrentados pelos mesmos, fazendo com que eles sintam-se e sejam participantes da estruturação de planos de gestão municipais que envolvam o meio ambiente.

4.17. RELATO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

4.17.1. *Melhoria da conscientização ambiental no âmbito das políticas públicas municipais*

Na perspectiva da Educação Ambiental não formal, foi ministrada uma palestra no dia 13 de abril de 2016 na segunda reunião de apresentação da proposta de elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico de Santa Rita e formação do Comitê Executivo, a mesma ocorreu na Secretaria de Educação Municipal. Durante a palestra foram apresentadas propostas de recuperação ambiental através de biorremediação (biofilme e controle de macrófitas), utilização de fossas ecológicas, que evitam parte da poluição difusa que chega ao rio em consequência da falta de saneamento, revitalização da mata ciliar, bem como a disponibilidade de promover parcerias com a Universidade Federal da Paraíba para a realização de estudos e outras atividades que auxiliem na melhoria da qualidade ambiental e de vida da população.

Estavam presentes alguns representantes de secretarias do município, de órgãos públicos e da sociedade civil organizada, bem como os membros que compunham a Comissão para a elaboração do Plano de Saneamento Básico da cidade.

4.17.2. *Melhoria da conscientização ambiental no âmbito escolar*

No âmbito escolar, ou seja, utilizando-se a Educação Ambiental formal, foram realizadas palestras em escola de ensino técnico de nível médio com o intuito de abranger os dois cursos técnicos integrados (Computação e Meio Ambiente), no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - Campus Santa Rita. O principal objetivo foi estimular os estudantes a se voltarem para as questões ambientais dentro das áreas respectivas aos seus cursos, especialmente os estudantes da área ambiental, para o desenvolvimento de pesquisas e ações no próprio município.

A primeira palestra foi idealizada e posteriormente realizada no dia 22 de março de 2017, em comemoração ao “Dia Mundial da Água” no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Campus Santa Rita. Os temas tratados foram: A importância dos Recursos Hídricos, Problemáticas

e Propostas de Recuperação; Política e Gestão dos Recursos Hídricos; e Uso consciente da água. Discorrendo sobre a importância do dia comemorativo e voltando a abordagem para a realidade local (Figura 2).



Figura 2. Palestra no IFPB, Campus Santa Rita, Paraíba.
Fonte: Acervo da Autora

A segunda palestra foi ministrada no dia 23 de maio de 2017, durante o evento comemorativo “Semana de Meio Ambiente”, promovido pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Campus Santa Rita, e teve como tema “Melhoria da Conscientização Ambiental com Foco na Gestão Participativa dos Recursos Hídricos”.

Ao final da palestra os presentes tiveram a oportunidade de conhecer parte da comunidade zooplânctônica do Rio Preto, através do auxílio de microscópio estereoscópico (lupa), o que despertou grande interesse dos presentes. É importante frisar que a análise da comunidade de zooplâncton como indicador de qualidade ambiental, é um dos parâmetros que tem sido avaliado durante o desenvolvimento do projeto de pesquisa aqui citado (Figura 3).



Figura 3. Alunos do IFPB, Campus Santa Rita, Paraíba, conhecendo a biota do Rio Preto (comunidade zooplanctônica).
Fonte: Acervo da Autora

Os ouvintes foram convidados e estimulados a participar de atividade de campo através da parceria com o projeto “Observando os rios” da organização não-governamental (ONG) Fundação SOS Mata Atlântica, desenvolvidas no Rio Preto, através do grupo de monitoramento “SOS Rio Preto”, formado no dia 20 de novembro de 2015, no município de Santa Rita.

Para tanto, foi apresentado o material utilizado na atividade de monitoramento da qualidade da água. Este monitoramento é realizado através de um kit que possibilita a avaliação da qualidade da água dos rios a partir de um total de 16 parâmetros, desenvolvido especialmente para a Fundação (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2017). O resultado das análises mensais são enviadas pela internet, sendo reunidas periodicamente para compor o relatório “Retrato da Qualidade da Água no Brasil”, que é amplamente divulgado no Dia Mundial da Água.

A ideia é justamente a de mobilizar as comunidades em torno da qualidade das águas dos rios, visto que a iniciativa é aberta à população, que por sua vez tem a oportunidade de vivenciar ações práticas.

4.17.3. Melhoria da conscientização ambiental através de ações comunitárias

Após incentivo e sensibilização da comunidade para a participação em projetos comunitários, foram desenvolvidas atividades de campo através do Grupo de monitoramento da qualidade da água SOS Rio Preto.

A primeira ação ocorreu no dia 31 de julho de 2016, e os participantes foram adolescentes que frequentam a Escola Bíblica Dominical da Primeira Igreja Batista em Santa Rita que, por sua vez, é aberta a toda a comunidade (Figura 4). O campo foi uma atividade complementar ao que estava sendo abordado durante as lições teóricas em sala de aula com os temas “Responsabilidade Social” e “Que tenho eu a ver com o meio ambiente?”,

presentes na revista da Editora Cristã Evangélica (Série Adolescentes), disponibilizada pela própria organização religiosa para os participantes.

Durante o campo foi possível observar os impactos ambientais que ocorrem frequentemente no local, como: o lançamento de esgoto sem tratamento prévio; a construção de habitações nas margens do rio; a presença de resíduos sólidos; o mau odor pronunciado; além da atividade de dragagem do rio, que tem a intenção de prevenir as enchentes que ocorrem nos períodos chuvosos, mas por outro lado modifica a paisagem natural, retirando a vegetação ciliar, revolvendo o solo, dentre outros.

A coleta e análise da água, além das observações solicitadas no guia de avaliação disponibilizado pela Fundação SOS Mata Atlântica, foram realizadas e transcritas em caderno de campo no horário das 10 horas da manhã, com condição climática não chuvosa.

A temperatura ambiente foi de 28°C e a temperatura da água 26°C. A medida de transparência da água foi avaliada em mais de 1 metro, com turbidez entre 0 e 40 UTJ. O OD (Oxigênio Dissolvido) foi menor do que 4 ppm (menor que 50% de saturação); a análise e leitura da DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) é realizada cinco dias após a coleta e preparação da amostra e o resultado ficou entre 4 e 0 ppm; o pH (Potencial Hidrogeniônico) ficou entre 6 e 7; o valor de nitrato foi abaixo de 5 ppm; e o fosfato acima de 2 ppm.

Não foi observada a presença de espumas. Foi considerado pelos participantes a presença de muito lixo flutuante e nas margens do rio, o odor foi avaliado como “fétido ou cheiro de ovo podre”. A presença de peixes foi declarada como “pouca ou até mesmo rara”; a leitura da análise de coliformes é realizada dois dias após a coleta, e o resultado foi positivo. Outras observações como material sedimentável, presença de larvas, vermes e conchas não foi possível observar durante o campo.

De acordo com os participantes, a oportunidade de realizar a coleta e análise das amostras foi uma experiência valiosa, de sorte que puderam compreender ainda mais sobre a importância de preservar a água, pois segundo eles, a água potável tem-se tornado escassa, e a poluição tem dificultado a pesca e a vida das pessoas que utilizam de forma direta a água do rio.

Os dados de monitoramento, quando lançados e avaliados no site do SOS Mata Atlântica, tiveram um IQA (Índice de Qualidade da Água) Regular (29,17 pontos).



Figura 4. Monitoramento da qualidade da água com frequentadores da EBD da Primeira Igreja Batista em Santa Rita, Paraíba.

Fonte: Acervo da Autora

A segunda ação ocorreu no dia 30 de junho de 2017, e os participantes foram os estudantes do curso Técnico em Meio Ambiente do IFPB – Campus Santa Rita (Figura 5).

Foi possível observar os impactos ambientais que ocorrem frequentemente no local, sendo alguns deles citados pelos próprios estudantes, como: o lançamento de esgoto sem tratamento prévio, onde foi enfatizada a reforma da estação elevatória de tratamento de efluentes da companhia de abastecimento de água responsável, que por sua vez, continua sem funcionar; a construção de habitações nas margens do rio; a presença de resíduos sólidos; o mau cheiro, apesar de não ter sido tão característico no dia de realização da coleta, foi citado como algo frequente no local, sendo vivenciado especialmente por alguns dos presentes que residem próximo ao rio. Também foram enfatizadas as dragagens realizadas no local, porém no momento, as margens do rio apresentavam uma vegetação ciliar pioneira.

A coleta e análise da água, além das observações solicitadas no guia de avaliação disponibilizado pela Fundação SOS Mata Atlântica, foram realizadas e transcritas em caderno de campo no horário das 15 horas, com condição climática chuvosa.

A temperatura ambiente foi de 29°C e a temperatura da água 27°C. A medida de transparência da água foi avaliada entre 0,50 m e 1,00 metro, com turbidez entre 40 e 100 UTJ. O OD foi menor do que 4 ppm (menor que 50% de saturação); a análise e leitura da DBO é realizada cinco dias após a coleta e preparação da amostra e o resultado ficou entre 4 e 0 ppm; o pH ficou entre 6 e 7; o valor de nitrato foi abaixo de 5 ppm; e o fosfato acima de 2 ppm.

Não foi observada a presença de espumas, e foi considerada a presença de muito lixo flutuante e nas margens do rio. O odor foi avaliado como “fraco de mofo ou de capim”; nenhum peixe foi observado no local. A leitura da análise de coliformes é realizada dois dias após a coleta, e o resultado foi positivo. Outras avaliações como material sedimentável, presença de larvas, vermes e conchas não foi possível observar durante o campo.

Os estudantes relataram a importância de cuidar dos rios e o quanto foi rico visualizar todos os impactos no campo. Alguns admitiram que não tinham parado para observar as condições do mesmo, ainda que morando na cidade. Também declararam que a existência de um projeto dentro do município foi o que mais os motivou a participar, além da oportunidade de realizar a análise da qualidade da água, o que deu-lhes a chance de aplicar alguns dos conhecimentos teóricos. Os mesmos demonstraram interesse tanto em continuar participando do grupo de monitoramento, por acreditar que será importante para a sua formação, quanto de desenvolver outros projetos voltados para a minimização dos impactos e recuperação da área.

Os dados de monitoramento, quando lançados e avaliados no site do SOS Mata Atlântica, tiveram um IQA Regular (26,83 pontos).



Figura 5. Monitoramento da qualidade da água com estudantes do IFPB, Campus Santa Rita, Paraíba.

Fonte: Acervo da Autora

A terceira ação ocorreu do dia 29 de julho de 2017, ainda com os estudantes do curso Técnico em Meio Ambiente do IFPB – Campus Santa Rita (Figura 6).

Mais uma vez foram realizadas todas as observações dos impactos ambientais que ocorrem no local, com o diferencial da modificação das feições do rio, devido à última dragagem realizada, que também danificou a vegetação ciliar. O campo foi realizado no horário das 15 horas, com condição climática chuvosa. A temperatura ambiente foi de 24°C, a temperatura da água 23°C, e o pH ficou entre 5 e 6. Outras análises como a medida de transparência da água, turbidez, OD, DBO, nitrato e fosfato, bem como outras análises de observação tiveram o mesmo resultado do campo anterior.

Os estudantes demonstraram interesse em continuar participando do grupo de monitoramento, também se sentem motivados para realizar outras atividades que possam auxiliar no melhoramento da qualidade ambiental, visto que alguns deles já haviam desenvolvido trabalhos escolares que abordaram os prejuízos sofridos pela população ribeirinha, e o quanto as ações de cuidado e tratamento do rio poderiam amenizar essa situação.

Os dados de monitoramento, quando lançados e avaliados no site do SOS Mata Atlântica, tiveram um IQA Ruim (25,45 pontos).



Figura 6. Monitoramento da qualidade da água com estudantes do IFPB, Campus Santa Rita, Paraíba.

Fonte: Acervo da Autora

4.18. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os trabalhos de conscientização ambiental desenvolvidos na cidade de Santa Rita estão pouco a pouco ganhando espaço, mas há um longo caminho a ser percorrido, até que a sociedade perceba o retorno na efetivação das políticas públicas.

Não é por acaso que a representatividade da sociedade na formulação de planos participativos, ou na exigência dos seus direitos e execução de seus deveres deixa a desejar. A falta de continuidade, especialmente nos trabalhos voltados para as questões ambientais, por parte dos gestores, acaba desestimulando a sociedade.

Investir na educação ambiental através de práticas e transdisciplinaridade é de suma importância. As ONGs e organizações comunitárias têm sido grandes aliados para o desenvolvimento de ações não formais, o que torna essa realidade mais próxima dos indivíduos, proporcionando mudanças significativas para a sociedade.

4.19. REFERÊNCIAS

BRASIL, LEI Nº 9.795, DE 27 DE ABRIL DE 1999. **Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9795.htm>. Acessado em: 29 de Jun. de 2017.

COSTA, L. C. M. **Inundação na margem direita do Rio Paraíba do Norte no centro da cidade de Santa Rita-PB.** Trabalho de Conclusão de curso. Universidade Federal da Paraíba- UFPB/CCEN, 2014. 43p. Disponível em: < <http://rei.biblioteca.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/686/1/LCMC11082014.pdf> > Acessado em: 01 de Nov. 2016, 10:30.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **O retrato da qualidade da água nas bacias da Mata Atlântica.** Observando os Rios. Relatório Técnico, Mar. 2017. Disponível em: < https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2017/03/SOSMA_Observando-os-Rios-2017_online.pdf >. Acessado em: 15 de Jul. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades: Santa Rita, Paraíba, 2016.** Disponível em: < <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=251370&search=paraiba|santa-rita|infograficos:-informacoes-completas> > . Acessado em: 15 Jul. 2017.

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cad. Pesqui.**, São Paulo , n. 118, p. 189-206, Mar. 2003 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-15742003000100008&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 10 Jul. 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-15742003000100008>.

LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. C. The Brazilian environmental education macro-political-pedagogical trends. **Ambient. soc.**, São Paulo , v. 17, n. 1, p. 23-40, mar. 2014 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2014000100003&lng=pt&nrm=iso>. Acessado em 07 Jul. 2017.

LIMEIRA, A.F.M.; ANDRADE, M.O. O interdiscurso Bíblico-Ambiental no imaginário cristão evangélico Batista. **Rev. Caminhos**, Goiânia, v. 10, n. 1, p. 85-97, jan./jun. 2012 .Disponível em: <<http://seer.ucg.br/index.php/caminhos/article/viewFile/1980/1242> > Acessado em: 04 Jul. 2017.

LITTLE, P.E. **Os conflitos socioambientais um campo de estudo e de ação política.** In: BURSZTYN, M. (org.), et al. A difícil sustentabilidade: política energética e conflitos ambientais. Ed. Garamond: Rio de Janeiro, 2001.

MACHADO, C.J.S. Recursos hídricos e cidadania no Brasil: limites, alternativas e desafios. **Ambiente & Sociedade**, v. VI nº 2, p. 121- 136, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v6n2/a08v06n2.pdf>> Acessado em: 07 de out. 2014, 23:00.

MORAIS, L. S. **Degradação ambiental do Rio Preto na cidade de Santa Rita-PB.** Trabalho de conclusão de curso. Universidade Estadual da Paraíba. Centro de Humanas, 2011.

REIS, L.C.L.; SEMÊDO, L.T.A.S.; GOMES, R.C. Conscientização Ambiental: da Educação Formal a Não Formal. **Revista Fluminense de Extensão Universitária**, Vassouras, v. 2, n. 1, p. 47-60, jan/jun., 2012. Disponível em: < <http://www.uss.br/pages/revistas/revistafluminense/v2n12012/pdf/005-Ambiental.pdf>> Acessado em: 28 de junho de 2017.

SCHAEFFER, F.A. Poluição e a Morte do Homem. **Editora Cristã Evangélica**, São Paulo, 2003. (*Pollution and the Death of Man*, 1970. Edição em português autorizada por: Good News Publishers).

CAPÍTULO IV

PROPOSTAS DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO RIO PRETO, SANTA RITA, PARAÍBA

Raquel Cruz de França EIRAS^{1*}

Maria Cristina CRISPIM¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA,
Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil.

*E-mail para contato: raquel.eirass@gmail.com

RESUMO

Diante das problemáticas ambientais e da possibilidade de escassez de água de boa qualidade, os municípios brasileiros precisam buscar alternativas que minimizem os impactos ambientais e auxiliem no processo de uma gestão eficiente dos recursos hídricos. Portanto, o presente estudo teve o objetivo de avaliar impactos ambientais no Rio Preto no município de Santa Rita, na Paraíba com a intenção de propor medidas de recuperação. Para tanto foram realizadas visitas a campo, com registros fotográficos e consultas a fontes disponíveis na literatura. Através da pesquisa foram observados os impactos ambientais no Rio Preto, como presença de resíduos sólidos, lançamento de efluentes sem tratamento prévio, processo de eutrofização, supressão da mata ciliar, mudança de suas feições naturais e habitações irregulares. Também foram descritos os animais observados. As propostas para recuperação foram: construção de fossas ecológicas (Tanque de Evapotranspiração e círculo de bananeiras); realização de biotratamentos (biofilme e controle de macrófitas); construção de biodigestores; e revitalização da mata ciliar.

Palavras-chave: gestão ambiental; monitoramento; biotratamento; fossas ecológicas

ABSTRACT

In view of environmental problems and the possibility of good quality water scarcity, Brazilian municipalities must seek alternatives that minimize environmental impacts and help in the process of efficient water resource management. Therefore, the present study aimed to carry out environmental monitoring in Rio Preto in the municipality of Santa Rita, Paraíba, with the intention of proposing recovery measures. Field visits were carried out with photographic records and consultations with sources available in the literature. were as the presence of solid waste, effluent discharge without previous treatment, eutrophication process, suppression of riparian forest, change of natural features and irregular habitation. Also observed animals were related. The proposals for recovery were: construction of ecological pits (Evapotranspiration tank and Banana Circle); biotreatment (biofilm and macrophyte control); construction of biodigesters; and revitalization of the riparian forest.

Keyword: environmental management; monitoring; biotreatment; ecological pits

4.11. INTRODUÇÃO

Em todo o mundo o discurso que aborda a relação sociedade e natureza tem ganho espaço. Se não pela sua importância intrínseca, o meio ambiental passa a ser considerado à medida que os impactos ambientais afetam ou ameaçam afetar outros interesses, ou seja, por sua importância econômica (FERNANDES *et al.*, 2012).

A água, sem sombra de dúvidas, é um dos chamados recursos naturais que mais tem preocupado a sociedade. A possibilidade da crise de escassez da água de boa qualidade, é uma realidade que tem assombrado todos os setores sociais, e deve ser enfrentada com a urgência, seriedade e eficácia necessárias (WOLKMER e PIMMEL, 2013).

Os impactos ambientais refletidos nos ecossistemas aquáticos têm motivado debates em todo o mundo, e estão em pauta nas conferências e fóruns mundiais (SILVA, 2011; WOLKMER e PIMMEL, 2013; OCDE, 2015). Tais conferências impulsionaram alguns progressos voltados para as questões ambientais, como o avanço do conhecimento científico, a informação e participação da sociedade civil, o fortalecimento das leis ambientais, dentre outros (MACHADO, 2003; SILVA, 2011). Contudo, tal progresso caminha lentamente, enquanto a crise ambiental ganha força e pluralidade, demonstrando o insucesso pelo não cumprimento das ações propostas, ou seja, pela falta de resultados (SILVA, 2011; FERNANDES *et al.*, 2012).

No Brasil, o arcabouço legal ambiental possui um reconhecimento mundial. O caráter descentralizador contido nas leis desde a Política Nacional de Meio Ambiente- PNMA (1981), seguido da instituição do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos - SINGREH, pela Constituição Federal (1988), regulamentado através da Lei nº 9.433 de 8 de Janeiro de 1997 que institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos - PNRH, bem como os padrões de qualidade ambiental para cada classe de água contidos na Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA de nº 357 de 17 de março de 2005, com vista ao monitoramento da qualidade das águas; são faces de tal reconhecimento (MACHADO, 2003; SCARDUA e BURSTYN, 2003; CARVALHO *et al.*, 2005; CUNHA e COELHO, 2007; OCDE, 2015).

Porém, obter os benefícios pela utilização e cumprimento de tais instrumentos legais, para a maioria dos municípios brasileiros, infelizmente, ainda é uma utopia. A ausência de monitoramento ambiental por parte dos órgãos governamentais dificulta ainda mais o planejamento e a gestão dos recursos hídricos, que podem e devem ser subsidiados pela pesquisa científica (MAROTTA *et al.*, 2008; TUCCI, 2008; AMARO, 2009), que por sua vez, quando revertida e considerada por sua importância na resolução de conflitos entre a sociedade e a natureza, produz resultados consideráveis.

O combate à poluição nos corpos hídricos também é de competência dos municípios, que podem estabelecer medidas restritivas ou de controle para a preservação dos mesmos, mas tais instrumentos são pouco frequentes nos municípios brasileiros e precisam ser impulsionados (MACHADO, 2003; CARVALHO *et al.*, 2005).

Visto que, a lei das águas adota a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, o que une toda a rede de drenagem fluvial e envolve todos os estados e regiões, inclusive os municípios, os efeitos poluidores causados ao afluente dentro do município, e que deságua

por fim no rio principal, são de competência do próprio município (MACHADO, 2003; TUNDISI *et al.*, 2008).

Quando a gestão ambiental não cumpre o seu papel, os rios perdem a sua qualidade e sofrem diversas modificações, especialmente em trechos em que a urbanização acentua-se, caracterizando tais rios como “rios urbanos”, estas mudanças refletem-se de forma negativa no ambiente natural e cultural, de tal forma, que os rios urbanos passam a ser desvalorizados pela sociedade, devido aos danos causados, que são sentidos principalmente pela população mais socioambientalmente vulnerável (ALMEIDA, 2010).

É importante considerar que os rios refletem o uso e ocupação do solo na bacia de drenagem por serem coletores naturais das paisagens, esse reflexo provém dos processos degradadores que são: “o assoreamento e homogeneização do leito de rios e córregos, diminuição da diversidade de habitats e microhabitats e eutrofização artificial” (GOULART e CALLISTO, 2003, p.155)

Na maioria das vezes, a ocupação das margens de rios que foram marginalizados e desvalorizados no Brasil, por serem associados a sujeira e doenças ao receber todos os rejeitos da sociedade, caracteriza-se pela presença da população de baixa renda que acaba sendo a mais atingida (ALMEIDA, 2010). Mas, de acordo com a Constituição Federal (1988), abordando sobre as competências comuns, além do município ter o dever de proteger e combater a poluição em qualquer de suas formas, ele também deve promover a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico.

Para tanto, é preciso romper alguns obstáculos administrativos e também buscar suprir as carências institucionais, de infraestrutura, pessoal capacitado e participação social (MACHADO, 2003; SCARDUA e BURSTYN, 2003), visto que, o investimento em relação à melhoria da qualidade ambiental reflete-se em melhoria na saúde pública, especialmente tratando-se de qualidade das águas urbanas (BARCELLOS *et al.*, 2006; MAROTTA *et al.*, 2008).

Reconhecer o estado ecológico e sanitário de um rio é passo fundamental para o seu planejamento e gestão, pois estes estão interligados aos problemas ecológicos, sociais e econômicos do próprio espaço urbano, portanto, o monitoramento torna-se mais significativo para a sociedade à medida que se interliga com as políticas sociais, como a de saneamento (MAROTTA *et al.*, 2008). Portanto, o monitoramento ambiental é uma ferramenta indispensável, e de acordo com Goulart e Callisto (2003):

[...] o monitoramento ambiental funciona como uma ferramenta fundamental da sociedade, através do qual pode-se avaliar o estado de preservação e/ou grau de degradação dos ecossistemas, fornecendo subsídios para a proposição de estratégias de conservação de áreas naturais e planos de recuperação dos ecossistemas degradados (GOULART e CALLISTO, 2003; p.158).

A busca por melhoria nas condições ambientais que se refletem em melhoria da qualidade de vida da população não devem ser encaradas como gasto, e sim investimento (MAROTTA *et al.*, 2008), porque acaba reduzindo despesas em outros setores, como a saúde. A revitalização de corpos aquáticos demanda toda uma logística e recursos humanos necessários para o

desenvolvimento, sendo portanto, um incentivo à economia do país (TUNDISI, 2008).

Sendo assim, o presente estudo tem o objetivo de relatar os impactos ambientais observados no Rio Preto, na cidade de Santa Rita, no estado da Paraíba, com a finalidade de propor soluções para a sua recuperação ambiental.

Recentemente, foi criada a Secretaria Municipal de Meio Ambiente através da Lei Municipal de Meio Ambiente de nº 1.810/2017 (DOE Nº 734, 2017), o que é um grande avanço em relação à gestão ambiental, mas também demonstra que durante todos esses anos anteriores não houve uma gestão voltada especificamente para as questões ambientais, deixando a desejar especialmente em relação às questões de fiscalização e controle local.

Diante da gama de problemas existentes dentro de um município com uma extensão territorial como Santa Rita, vê-se a necessidade de incorporação da gestão local a outros setores da sociedade que possam auxiliar na busca por um desenvolvimento que vise a melhoria da qualidade ambiental e de vida da população, inclui-se portanto, a busca pela melhoria da qualidade da água do Rio Preto, um dos principais tributários do município. Dessa forma, após o diagnóstico da situação ambiental do Rio Preto, são apresentadas propostas de minimização de impactos ao mesmo.

4.12. METODOLOGIA

4.12.1. Área de estudo

O Rio Preto situa-se na zona urbana do município de Santa Rita e compõe a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba. De acordo com a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA), este rio está enquadrado na classe 3.

O município de Santa Rita tem uma população de 120.310 habitantes e uma área de 730,205 Km² (IBGE, 2010). Está localizado entre as coordenadas geográficas Latitude: 6°54'58"S / Longitude: 34°59'26"W e Latitude: 7°17'2"S / Longitude: 34°57'50"W.

4.12.2. Materiais e métodos

Para o monitoramento das condições ambientais do Rio Preto foram realizadas visitas a campo em três pontos distintos, com registros fotográficos. O trecho analisado foi definido com base em informações oficiais (SUDEMA, 1988), considerando o primeiro ponto (P1) a Barragem do Rio Tibirizinho; o segundo ponto (P2) a ponte da Avenida Anísio Pereira Borges, no centro da cidade; e o terceiro (P3) na ponte da BR 101, Km 80, de onde o rio segue até a junção com o Rio Paroeira.

Algumas avaliações e observações também foram realizadas utilizando o *Google Earth*.

4.13. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.13.1. Monitoramento ambiental

As visitas a campo foram realizadas no Rio Preto no mês de dezembro de 2016; fevereiro, abril e julho de 2017. Também houve visitas mensais em um dos pontos, onde é desenvolvido o projeto SOS Rio Preto, com apoio da Fundação SOS Mata Atlântica.

Foi possível observar as modificações nas feições naturais do rio que vão desde a instalação da barragem (Figura 1) em P1 até mesmo os processos de dragagem realizados para evitar inundações (Figura 2; Figura 3) que, de acordo com Moraes (2011), ocorriam praticamente todos os anos no período chuvoso. A presença de resíduos sólidos dentro e nas margens do rio é uma realidade no Rio Preto (MORAIS, 2011) e foi observada em todos os pontos amostrais.

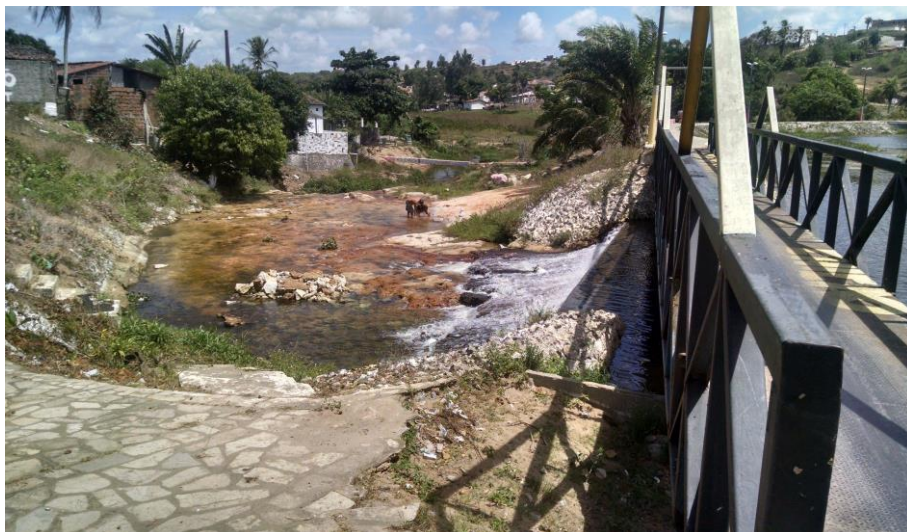


Figura 1. Ponto 1 (P1) no mês de dezembro de 2016, na Barragem do Rio Tibirizinho, início do trecho do Rio Preto, Santa Rita-PB.

Fonte: Acervo da autora.



Figura 2. Ponto 2 (P2) no mês de julho de 2016, na ponte da Av. Anísio Pereira Borges, centro da cidade de Santa Rita-PB, após dragagem.

Fonte: Acervo da autora.



Figura 3. Ponto 2 (P2) no mês de julho de 2017, na ponte da Av. Anísio Pereira Borges, centro da cidade de Santa Rita-PB, realização de dragagem.

Fonte: Acervo da autora.

O lançamento de águas cinzas ocorre ao longo do rio, onde há a presença de várias habitações (Figura 1; Figura 4; Figura 5), que por sua vez carecem de saneamento básico adequado, além do lançamento de esgotos indevidos, por tubulações destinadas à drenagem das águas pluviais. Em P1, uma boca de lobo (Figura 6), nas margens do açude, foi vista transbordando diretamente no corpo hídrico, e foi possível visualizar a presença de sanguessugas, o mesmo local também possui residências com criações de animais (possivelmente pocilgas), onde os resíduos gerados são despejados nas ruas, e poderão ser lixiviados para o corpo hídrico (Figura 7).



Figura 4. Ponto 2 (P2) no mês de julho de 2017, na ponte da Av. Anísio Pereira Borges, centro da cidade de Santa Rita-PB.

Fonte: Acervo da autora.



Figura 5. Ponte da Rua Amaro Coutinho, centro da cidade de Santa Rita-PB.

Fonte: Google Earth.



Figura 6. Boca de lobo na barragem do Rio Tibirizinho, início do trecho do Rio Preto, Santa Rita-PB no mês de fevereiro de 2017.
Fonte: Acervo da Autora.



Figura 7. Exemplo de residência com lançamento de esgoto a céu aberto próximo à Rua Maria da Paz Lacet, Santa Rita-PB.
Fonte: Google Earth.

A falta de tratamento ou o tratamento inadequado dos efluentes contamina os ecossistemas aquáticos, que posteriormente podem ser transmissores de enteroparasitas (DIAS *et al.*, 2008). Mendes (2000) ressaltou que a predominância de doenças de veiculação hídrica no Nordeste tem ligação com a escassez de serviços de saneamento e a pobreza, que deixa a população mais vulnerável.

O Rio Preto também apresenta ao longo do percurso características de processo de eutrofização, devido à elevada presença de macrófitas. Em P1, as espécies de macrófitas apresentaram maior diversidade, e o ambiente demonstra possuir maior equilíbrio ecológico que os demais pontos amostrais, com exceção do início do período chuvoso (final do mês de abril), quando a proliferação de macrófitas elevou-se de tal forma que os próprios moradores retiraram boa parte das macrófitas flutuantes, na tentativa de realizar um controle no ambiente, e no mês de julho não foram observadas macrófitas flutuantes no local (Figura 8; Figura 9).



Figura 8. Ponto 1 (P1) no mês de abril de 2017, na Barragem do Rio Tibirizinho, início do trecho do Rio Preto, Santa Rita-PB, repleto de macrófitas.
Fonte: Acervo da autora



Figura 9. Ponto 1 (P1) no mês de julho de 2017, na Barragem do Rio Tibirizinho, início do trecho do Rio Preto, Santa Rita-PB.
Fonte: Acervo da autora

No P2 a presença de macrófitas flutuantes é menos característico, provavelmente por haver maior correnteza que nos demais pontos amostrais, porém o local apresenta grande descarga de efluentes (Figura 4; Figura 5). Durante as visitas a campo foi observada a reforma da Estação Elevatória de Esgotos da CAGEPA, que há anos estava sem funcionamento (Figura 10). A reforma evoluiu ao longo do período amostral (Figura 11), porém só foi observado o início do seu funcionamento no mês de novembro de 2017, mesmo com o lançamento de efluente ocorrendo no dia da observação devido a um problema técnico, foi observada uma elevada transparência da água (Figura 12), comparada com observações anteriores, o que pode já ser o resultado da eliminação deste foco de poluição.



Figura 10. Estação elevatória da CAGEPA, próximo ao Ponto 2 (P2) no mês de dezembro de 2016, na Av. Anísio Pereira Borges, centro da cidade de Santa Rita-PB.
Fonte: Acervo da autora.



Figura 11. Estação elevatória da CAGEPA, próximo ao Ponto 2 (P2) no mês de abril de 2017, na Av. Anísio Pereira Borges, centro da cidade de Santa Rita-PB.
Fonte: Acervo da autora.



Figura 12. Ponto 2 (P2) no mês de novembro de 2017, na ponte da Av. Anísio Pereira Borges, centro da cidade de Santa Rita-PB, mostrando as águas do Rio Preto transparentes e a entrada de esgoto modificando a cor do ambiente (lado direito, indicado pela seta).
Fonte: Acervo da autora.

Em P3 as macrófitas aquáticas foram constantes em todos os períodos amostrais, demonstrando ser um ambiente bastante eutrofizado, sendo observada apenas uma espécie de macrófita flutuante no local (*Eichornnia crassipes*) (Figura 13). Este último ponto caracteriza-se pela excessiva poluição acumulada ao longo do Rio Preto no trecho mais urbanizado do município de Santa Rita.



Figura 13. Ponto 3 (P3) no mês de dezembro de 2016, na ponte da BR 101, Km 80, Santa Rita-PB, mostrando a assembleia de macrófitas (*Eichornnia crassipes*).

Fonte: Acervo da autora.

A entrada excessiva de nutrientes na água provoca a eutrofização dos corpos hídricos, e esta condição não deve ser desprezada, pois é uma das mais graves questões relacionadas com a redução da qualidade da água (POMPÊO, 2017).

A mata ciliar é bastante degradada, tanto pelas construções urbanas, quanto pela presença de culturas e utilização de maquinário na realização da dragagem. A presença de maior variedade de organismos aquáticos foi relatada em P1 (segundo relatos de moradores que frequentam o local, são vistos peixes conhecidos popularmente por tucunaré, cd, piau, tilápia, piaba, cascudinho; há crustáceos, como o camarão; e a presença de mamífero silvestre, a capivara), enquanto que em P2 a visualização foi rara, e em P3, apesar do grande aporte de nutrientes no ambiente, a presença de uma espécie de peixe bastante resistente à poluição foi observada (Figura 14). Fora da água foram observadas pegadas de mamífero e foi visualizada uma cobra coral (verdadeira ou falsa) (Figura 15; Figura 16).



Figura 14. Peixe observado no Ponto 3 (P3), localizado na ponte da BR 101, Km 80, Santa Rita-PB.

Fonte: Acervo da autora.



Figura 15. Pegadas de mamífero observadas no P3, localizado na ponte da BR 101, Km 80, Santa Rita-PB, no mês de abril de 2017.

Fonte: Acervo da autora.



Figura 16. Cobra observada no Ponto 3 (P3), localizado na ponte da BR 101, Km 80, Santa Rita-PB, no mês de julho de 2017.

Fonte: Acervo da autora.

O relatório “O retrato da qualidade da água nas bacias da Mata Atlântica”, em que Santa Rita está entre os cinco municípios da Paraíba que possuem um ponto de monitoramento do Projeto Observando os Rios no Rio Preto (SOS Rio Preto), apresentou um Índice de Qualidade da Água –IQA caracterizado como “Regular” nos anos de 2016 e 2017 (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2017).

De acordo com o “Relatório Dinâmico – Indicadores Municipais” de Santa Rita, dentre as ocorrências de impactos ambientais relacionados com os recursos hídricos estão a poluição e o assoreamento dos corpos hídricos; também é declarado pelo poder público que as alterações ambientais afetam as condições de vida da população (Portal ODM, 2014).

4.13.2. Propostas de recuperação

Com base nas observações e levantamentos realizados sobre a condição do Rio Preto e da cidade de Santa Rita, algumas propostas para a melhoria da qualidade ambiental serão feitas.

Em relação ao saneamento básico, é necessário a realização de fiscalização por parte da Secretaria de Meio Ambiente do município em relação aos serviços prestados pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba – CAGEPA, pois, dentre os serviços que deveriam ser prestados estão inclusos o tratamento e disposição final dos esgotos.

A proposta alternativa para minimizar e melhorar a qualidade de vida da população, com reflexo na qualidade de água do Rio Preto é implantar nas residências fossas ecológicas (tanques de evapotranspiração - TEVAP e círculo de bananeiras), que por sua vez diminuem o aporte de nutrientes lançados no rio através do esgoto (Figura 17; Figura 18; Figura 19; Figura 20), mesmo que nas casas tenham fossas, pois sendo algumas dessas vazadas, continua havendo a contaminação do lençol freático. De acordo com Paes *et al.* (2014), “Com esses sistemas, os esgotos domiciliares, que na maioria do país contaminam águas e solos, são tratados localmente e aproveitados para a produção de alimentos e paisagismo”.



Figura 17. Buraco escavado preenchimento com restos de ramos e folhas presentes no local em Engenho Velho-PB, para o tratamento das águas cinzas domiciliares.
Fonte: Paes *et al.* (2014).



Figura 18. Círculo de bananeiras, para contenção de águas cinzas originadas da cozinha e lavanderia, em Engenho Velho-PB, após 6 meses de construção.
Fonte: Paes *et al.* (2014).



Figura 19. Preenchimento do TEVAP com metralha, após as etapas de perfuração, impermeabilização com tela e cimento, e colocação de pneus para fazer a câmara que receberá o esgoto bruto de residências no Condomínio Amizade, Paratibe, João Pessoa, PB.

Fonte: Paes *et al.* (2014)



Figura 20. O sistema do TEVAP, após as etapas de preenchimento das camadas, Construção de um rebordo no tanque dois meses após a sua instalação no Condomínio Amizade, Paratibe, João Pessoa, PB.

Fonte: Paes *et al.* (2014).

Os círculos de bananeiras, seriam bastante eficientes e de fácil instalação, especialmente nas residências que encontram-se mais próximas das margens do Rio Preto e possuem encanação de águas cinzas, sendo lançadas diretamente no rio. No entanto, seriam também adequados para as residências que lançam as águas cinzas na rede pluvial, visto que alcançam o rio da mesma forma (Figura 12).

Para auxiliar no desenvolvimento dessa proposta, o apoio da Secretaria de Meio Ambiente do município de Santa Rita, aliado às instituições públicas com atuação no próprio município e ainda envolvendo a população ribeirinha, promoveriam mudanças consideráveis, tanto na qualidade da água do rio, como na formação dos estudantes das instituições e no desenvolvimento da educação ambiental de todos os envolvidos.

A questão da eutrofização do Rio Preto, por ser caracterizada pelo excesso de nutrientes no corpo hídrico, além da busca pela eliminação, ou ao menos diminuição das fontes poluidoras, pode apresentar melhoria significativa através do controle de macrófitas aquáticas (CRISPIM, 2009; POMPEO, 2017) e a utilização do biofilme (CRISPIM, 2009). A proposta é que a prefeitura apoie o desenvolvimento das pesquisas que já vem sendo desenvolvidas em outros rios de João Pessoa (ex. Rio do Cabelo), dando auxílio e apoio para a instalação das estruturas necessárias para o biotratamento (Figura 22; Figura 23). No Rio do Cabelo, devido à presença de grande quantidade de nutrientes, também era comum as macrófitas ocuparem toda a superfície (como no P3 do Rio Preto), mas após o biotratamento com o sistema BioMac (biofilme + macrófitas) foi possível reverter essa situação e o rio ficou transparente, como pode ser visualizado na Figura 22.



Figura 21. Rio Cabelo antes do biotratamento, coberto de macrófitas e apresentando água barrenta.
Fonte: Pérez, 2015



Figura 22. Rio Cabelo após a implantação do biotratamento, apresentando uma transparência elevada e uma diversidade de plantas aquáticas.
Fonte: Flávia Martins, 2018.

Sendo constada a presença de pocilgas, a construção de biodigestores na localidade evitaria a contaminação das águas e posteriores problemas de saúde pública, além de promover a produção de biogás e fertilizantes nas residências instaladas.

Para o desenvolvimento dessa proposta é indicada a mesma parceria entre Governo municipal e Instituições de ensino superior público, para o desenvolvimento das TEVAP e os círculos de bananeiras. Inclusive, uma parceria já está sendo firmada com a Prefeitura de Santa Rita, através da Secretaria de Agricultura e Abastecimento e a Universidade Federal da Paraíba – UFPB, através do Laboratório de Ecologia Aquática-LABEA e do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba- Campus Santa Rita, com o intuito de melhorar a qualidade de vida na área rural do município.

A revitalização da mata ciliar, em áreas em que não houver a instalação de residências também deve ser considerada, pois o processo de assoreamento seria minimizado evitando gastos e maiores impactos ambientais através do processo de dragagem.

4.14. CONCLUSÃO

A poluição dos rios é uma realidade mundial que afeta a qualidade de vida de diversos seres vivos inclusive das comunidades humanas. Os rios urbanos no Brasil sofrem especialmente, devido à ausência de saneamento básico. O Rio Preto apresenta diversas características que demonstram uma gestão ambiental deficiente no município e muitas delas podem ser observadas e têm sido relatadas pela própria população. Pesquisas também têm sido desenvolvidas no trecho do rio avaliado e têm confirmado a baixa qualidade da água, e porque não dizer, a baixa qualidade ambiental do Rio Preto.

Considerando que existe pouca bibliografia que aborde a condição do Rio Preto em Santa Rita, este relato contribui significativamente no

reconhecimento das condições ambientais, afim de que medidas possam ser tomadas, na intenção de tratar os conflitos socioambientais existentes.

Visto que as formas de resolução de tais conflitos permeiam uma gama de impasses burocráticos e muitas vezes o desinteresse ou despreparo dos responsáveis, propor ações alternativas e mitigadoras é bastante relevante, pois além de promover melhoria na qualidade ambiental e de vida da população, também proporciona ações de educação ambiental e pode incentivar a vivência de ações extensionistas por estudantes, através do desenvolvimento de projetos em parceria que impulsionem tais ações.

4.15. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L.Q. **Vulnerabilidades Socioambientais de rios urbanos. Bacia Hidrográfica do rio Maranguapinho, Região Metropolitana de Foz de Iguaçu, Paraná.** Tese de Doutorado - Universidade Estadual Paulista, p. 311. Rio Claro, 2010. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/104309>> Acessado em: 12 de set. 2017.

AMARO, C.A. **Proposta de um índice para avaliação de conformidade da qualidade dos corpos hídricos ao enquadramento.** Dissertação (mestrado) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Energia Hidráulica ou Sanitária. Ed. Rev. 224p. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-11082009-121147/pt-br.php>> Acessado em: 07 de Out. de 2017.

BARCELLOS, C. M.; ROCHA, M.; RODRIGUES, L.S.; COSTA, C. C.; OLIVEIRA, P. R.; SILVA, I. J.; JESUS, E.F.M.; ROLIM, R. G. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000 Water quality evaluation in rural areas of Lavras, Minas Gerais, Brazil, 1999-2000. **Cad. Saúde Pública**, v. 22, n. 9, p. 1967-1978, 2006. Disponível: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/csp/v22n9/21.pdf>>Acessado em: 10 de Out. de 2017.

BRASIL, **Constituição Federal (1988)**. Título III Da Organização do Estado, Cap. II Da União, Art. 21, inciso XIX. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constitui%C3%A7ao.htm>. Acessado em: 17, Jun de 2016.

_____. **Constituição Federal (1988)**. Título III Da Organização do Estado, Cap. II Da União, Art.23, incisos VI e VIX. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constitui%C3%A7ao.htm>. Acessado em: 17, Jun de 2016.

_____. Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981. **Institui a Política Nacional de Meio Ambiente.** Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>Acessado em: 13 de Out. de 2017.

____ Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos**. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acessado em: 17, Jun de 2016.

____ 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. Publicada no Diário Oficial da União, DOU nº 053, de 18 de março de 2005, págs. 58-63.

CARVALHO, P. G. M.; OLIVEIRA, S. M.; BARCELLOS, F. C.; ASSIS, J. M. Gestão local e meio ambiente. **Ambiente & Sociedade**, v. 8, n. 1, p. 121-140, 2005. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-753X2005000100008&script=sci_arttext> Acessado em: 12 de Out. de 2017.

CRISPIM, M. C.; VIEIRA, A. C. B.; COELHO, S. F. M; MEDEIROS, A. M. A. Nutrient uptake efficiency by macrophyte and biofilm: practical strategies for small-scale fish farming. **Acta Limnol. Bras.**, v. 21, n. 4, p. 387-391, 2009.

CUNHA, L.H.; COELHO, M.C.N. **Política e Gestão Ambiental**. In: CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J.T. (Org.). A questão Ambiental: Diferentes Abordagens, 3.^a edição, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007, capítulo 2, p. 43-75.

DIAS, G.M.F.; BEVILACQUA, P.D.; BASTOS, R.K.X.; OLIVEIRA, A.A.; CAMPOS, G.M.M.. Giardia spp. e Cryptosporidium spp. em água de manancial superficial de abastecimento contaminada por dejetos humano e animal. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, Belo Horizonte , v. 60, n. 6, p. 1291-1300, 2008 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352008000600001&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 14 Fev., 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352008000600001>.

FERNANDES, V.; MALHEIROS, T. F.; PHILIPPI Jr, A.; SAMPAIO, C.A.C. Metodologia de avaliação estratégica de processo de gestão ambiental municipal. **Saude soc.**, São Paulo , v. 21, supl. 3, p. 128-143, 2012 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-12902012000700011&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 07 Out, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-12902012000700011>.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **O retrato da qualidade da água nas bacias da Mata Atlântica**. Observando os Rios. Relatório Técnico, Mar. 2017. Disponível em: < https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2017/03/SOSMA_Observando-os-Rios-2017_online.pdf >. Acessado em: 15 de Jul. 2017.

GOULART, M. D.; CALLISTO, Marcos. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, v. 2, n. 1, p. 153-164, 2003. Disponível em:<

<http://www.urisan.tcche.br/~briseidy/P%F3s%20Licenciamento%20Ambiental/bioindicadores%2019.10.2010.pdf>> Acessado em: 24 de Jan., 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Infográficos: Dados gerais do município, Santa Rita, Paraíba.** Cidades@. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=251370>>. Acessado em: 22 de Out. de 2017.

MACHADO, C.J.S. Recursos hídricos e cidadania no Brasil: limites, alternativas e desafios. **Ambiente & Sociedade**, v. VI n° 2, p. 121- 136, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v6n2/a08v06n2.pdf>> Acessado em: 07 de out. 2014, 23:00.

MAROTTA, H.; SANTOS, R. O.; ENRICH-PRAST, A. Monitoramento limnológico: um instrumento para a conservação dos recursos hídricos no planejamento e na gestão urbano-ambientais. **Ambiente & sociedade**, v. 11, n. 1, 2008. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/317/31711106/>> Acessado em: 14 de Out de 2017.

MENDES, A. C. G; MEDEIROS, K. R.; FARIAS, S. F.; LESSA, F. D.; CARVALHO, C. N.; e DUARTE, P. O. Sistema de informações hospitalares fonte complementar na vigilância e monitoramento das doenças de veiculação hídrica. **Inf. Epidemiol. Sus**, Brasília , v. 9, n. 2, p. 111-124, jun. 2000 . Disponível em <http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-16732000000200004&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 14 fev. 2018. <http://dx.doi.org/10.5123/S0104-16732000000200004>.

MORAIS, L. S. Degradação ambiental do Rio Preto na cidade de Santa Rita-PB. Trabalho de conclusão de curso. **Monografia**, Universidade Estadual da Paraíba. Centro de Humanas, João Pessoa - PB, p. 48 2011. Disponível em: <<http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/1022/1/PDF%20-%20L%C3%ADvia%20Silva%20de%20Moraes.pdf>>. Acessado em: 05 de Nov. de 2015.

OCDE. **Governança dos Recursos Hídricos no Brasil**. In: Governança dos Recursos Hídricos no Brasil, OECD Publishing, Paris, cap. 2, p. 29-108, 2015. Disponível em: <http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/governance/governanca-dos-recursos-hidricos-no-brasil/a-governanca-da-agua-no-brasil_9789264238169-6-pt#page1> Acessado em: 22 de Set., 2017.

ODM – Objetivos do Desenvolvimento do Milênio. Relatórios Dinâmicos – Indicadores Municipais: Perfil Municipal de Santa Rita. **Portal ODM**. Disponível em: <<http://ideme.pb.gov.br/objetivos-do-milenio/santa-rita.pdf>> Acessado em: 25, de Nov. de 2017.

PAES, W.M.; CRISPIM, M.C.; FURTADO, G.D. Uso de tecnologias ecológicas de saneamento básico para solução de conflitos socioambientais. **Gaia Scientia**, v. 8, n. 1, p. 226-247, 2014. Disponível em: <<http://periodicos.ufpb.br/index.php/gaia/article/view/19154>> Acessado em: 16 de Fev. 2018.

PARAÍBA. Superintendência de Administração do Meio Ambiente - SUDEMA. **DZS 205- Enquadramento dos Corpos d'água da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba**. Sistema Estadual de Licenciamento de atividade Poluidoras – SELAP. Aprovado em reunião de 03 de Março de 1988.

POMPÊO, M. Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios tropicais brasileiros **Instituto de Biociências da USP**, São Paulo, 2017, 138 p. Disponível em: <http://ecologia.ib.usp.br/portal/macrophytes/all_book.pdf>. Acessado em: 14 de fevereiro de 2017.

SANTA RITA. **Diário Oficial Eletrônico do Município de Santa Rita, Paraíba**. DOE nº 734, ano 05, 08 de novembro de 2017, p. 23. Disponível em: <<http://diario.santarita.pb.gov.br/wp-content/uploads/2017/11/Di%C3%A1rio-Oficial-n.-734-08-de-novembro-de-2017.pdf>> Acessado em: 30, de Nov. de 2017.

SCARDUA, F. P.; BURSZTYN, M. A. A. Descentralização da política ambiental no Brasil. **Soc. estado.**, Brasília , v. 18, n. 1-2, p. 291-314, 2003 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-69922003000100014&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 08 de Out. de 2017.

SILVA, C. H. R. T. Estocolmo'72, Rio de Janeiro'92 e Joanesburgo'02: as três grandes conferências ambientais internacionais. **Senado federal núcleo de estudos e pesquisas**, 2011. Disponível em:<<http://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/242512/Boletim2011.6.pdf?sequence=1>> Acessado em: 12 de Fev., 2018.

TUCCI, C. E. M.. Águas urbanas. **Estud. av.**, São Paulo , v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200007&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 09 de Out. de 2017.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 7-16, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a02>>. Acessado em: 18 de setembro de 2017.

TUNDISI, J. G., MATSUMURA-TUNDISI, T., PARESCHI, D. C.; LUZIA, A. P.; VON HAEILING, P. H.; FROLLINI, E. H. .A bacia hidrográfica do Tietê/Jacaré: estudo de caso em pesquisa e gerenciamento. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 159-172, 2008. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10298/11949>> Acessado em: 07 de Out. 2017.

WOLKMER, M. F. S.; PIMMEL, N. F. Política Nacional de Recursos Hídricos: governança da água e cidadania ambiental. **Seqüência**, n. 67, p. 165-198, 2013. Disponível em: <
<https://periodicos.ufsc.br/index.php/sequencia/article/view/2177-7055.2013v34n67p165/25848> > Acessado em: 22 de Set., .2017

5. CONCLUSÃO GERAL

O pouco envolvimento da população com as questões ambientais se reflete nos impactos observados no meio ambiente, incluindo-se o Rio Preto. Impulsionar a conscientização ambiental no município de Santa Rita, através da educação ambiental formal e/ou não formal, é de extrema relevância, pois proporciona maior participação da sociedade na exigência de seus direitos e cumprimento de seus deveres.

O Rio Preto apresenta diversos parâmetros excedendo os limites preconizados pela resolução CONAMA para rios de classe 3. Baseado nos dados levantados verificou-se que o Rio Preto apresenta-se poluído, principalmente pelo lançamento de esgotos *in natura*. Ou seja, a falta de saneamento é a principal causa de impactos no corpo hídrico.

O biomonitoramento, também demonstrou que a qualidade da água tem sido danificada pela falta de saneamento adequado prejudicando, conseqüentemente, o equilíbrio ecológico aquático.

O desenvolvimento de estratégias que possibilitem uma gestão ambiental adequada é necessário. Ações devidamente direcionadas, irão refletir em melhorias para o rio. Um exemplo é o funcionamento das atividades na estação elevatória, que refletiu em mudanças significativas que puderam ser visualizado ao longo da pesquisa.

Portanto, restaurar o Rio Preto é possível e deve ser incentivado junto ao poder público. Sua capacidade de autodepuração foi observada, e pode ser otimizada com a instalação do sistema de biotratamento por biorremediação BioMac.

A formulação do Plano Municipal de Saneamento Básico também auxiliará para que ocorra uma gestão ambiental que se reflita em melhorias para a população e para o Rio Preto. Bem como a fiscalização por parte da Secretaria de Meio Ambiente, aos órgãos prestadores de serviços, para que cumpram corretamente o seu trabalho, de forma que os impactos ambientais sejam minimizados.

6. REFERÊNCIAS GERAIS

AGUIAR, M.R.M.P.; NOVAIS, A.C.; GUARINO, A.W.S. Remoção de metais pesados de efluentes industriais por aluminossilicatos. **Química Nova**, v.25, n.6B, p. 1145-1154, mai. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/qn/v25n6b/13130.pdf>>. Acessado em: 25 Abr.2012, 21:05:10.

ALMEIDA, L.Q. **Vulnerabilidades Socioambientais de rios urbanos. Bacia Hidrográfica do rio Maranguapinho, Região Metropolitana de Foz de Iguaçu, Paraná.** Tese de Doutorado - Universidade Estadual Paulista, p. 311. Rio Claro, 2010. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/104309>> Acessado em: 12 de set. 2017.

AMARO, C.A. **Proposta de um índice para avaliação de conformidade da qualidade dos corpos hídricos ao enquadramento.** Dissertação (mestrado) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Energia Hidráulica ou Sanitária. Ed. Rev. 224p. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-11082009-121147/pt-br.php>> Acessado em: 07 de Out. de 2017.

BAPTISTA, D.F. Uso de Macroinvertebrados em Procedimentos de Biomonitoramento em Ecossistemas Aquáticos. **Oecologia brasiliensis** v. 12, n.3, p. 425-441, 2008. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2882871.pdf> Acessado em: 15 de Fev., 2018

BARBOSA, J.E.L. **Dinâmica do fitoplâncton e condicionantes limnológicos nas escalas de tempo (nictemeral/sazonal) e de espaço (horizontal/vertical) no açúde Taperoá II: trópico semi-árido nordestino.** Tese (doutorado) Universidade Federal de São Carlos. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. 206 p. São Carlos, 2009.

BARCELLOS, C. M.; ROCHA, M.; RODRIGUES, L.S.; COSTA, C. C.; OLIVEIRA, P. R.; SILVA, I. J.; JESUS, E.F.M.; ROLIM, R. G. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000 *Water quality evaluation in rural areas of Lavras, Minas Gerais, Brazil, 1999-2000.* **Cad. Saúde Pública**, v. 22, n. 9, p. 1967-1978, 2006. Disponível: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/csp/v22n9/21.pdf>>Acessado em: 10 de Out. de 2017.

BRASIL, **Constituição Federal (1988)**. Título III Da Organização do Estado, Cap. II Da União, Art. 21, inciso XIX. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constitui%C3%A7ao.htm>. Acessado em: 17, Jun de 2016.

_____. **Constituição Federal (1988)**. Título VIII Da Ordem Social, Cap. VI Do Meio Ambiente, Art. 225. Disponível

em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acessado em: 18 de Out. de 2017

____ Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981. **Institui a Política Nacional de Meio Ambiente.** Disponível

em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>Acessado em: 13 de Out. de 2017.

____ Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos.** Disponível

em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acessado em: 17, Jun de 2016.

____ Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.** Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm>Acessado em: 13 de Out. de 2017.

____ Lei Nº 9.795, de 27 de abril de 1999. **Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.** Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9795.htm> Acessado em: 29 de Jun. de 2017.

____ Lei Nº 9.984, de 17 de julho de 2000. **Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Água -ANA.** Disponível em:<

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9984.htm>Acessado em: 13 de Out. 2017.

____ 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. Publicada no Diário Oficial da União, DOU nº 053, de 18 de março de 2005, págs. 58-63.

BEGON, M.; TOWNSEND, C.R.; HARPER, J.R. **Ecologia de Indivíduos a Comunidades.** 4.^a edição. Porto Alegre: Artmed , 2007, 752p.

BERNADES, J.A.; FERREIRA, F.P.M. **Sociedade e Natureza.** In: CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J.T. (Org.). A questão Ambiental: Diferentes Abordagens, 3.^a edição, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007, capítulo 1, p 17-42.

BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios *Conceptual basis for the application of biomonitoring on stream water.* **Cad. Saúde Pública**, v. 19, n. 2, p. 465-473, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/csp/v19n2/15412.pdf>> Acessado em: 30 de Set de 2017.

CAMPOS, D.O.; SANTOS, J.W.B.; SILVA, E.V.; NEYLOR, A.C.R. **Zoneamento geohidroecológico da bacia do rio Almada: análise da capacidade de produção de água.** In: MORAES, M.E.B.; LORANDI, R. (Org.) Métodos e Técnicas de Pesquisa em Bacias Hidrográficas, Editora da UESC, Bahia, 2016, capítulo 4, p. 89-111.

CANTUSIO NETO, R.; SANTOS, L.U.; SATO, M.I.Z.; E FRANCO, R.M.B. **Controle de qualidade analítica dos métodos utilizados para a detecção de protozoários patogênicos em amostras de água.** Arquivos do Instituto Biológico, v. 78, n. 1, p. 169-174 2011. Disponível em: <<http://revistas.bvs-vet.org.br/arqib/article/view/25461/26324>> Acessado em: 15 de Jan de 2018.

CARVALHO, P. G. M.; OLIVEIRA, S. M., BARCELLOS, F. C.; ASSIS, J. M. Gestão local e meio ambiente. **Ambiente & Sociedade**, v. 8, n. 1, p. 121-140, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-753X2005000100008&script=sci_arttext> Acessado em: 12 de Out. de 2017.

CLESCERI, L. S., GREENBERG, A. E.; EATON, A. D. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 20 ed. Washington: American Public Health Association, 1998.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM. **Diagnóstico do município de Santa Rita – PB.** Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado da Paraíba, a. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005, 23p. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16322/Rel_Santa_Rita.pdf?sequence=1>. Acessado em: 22 de Out. 2017.

COSTA, L. C. M. **Inundação na margem direita do Rio Paraíba do Norte no centro da cidade de Santa Rita-PB.** Trabalho de Conclusão de curso. Universidade Federal da Paraíba- UFPB/CCEN, 2014. 43p. Disponível em: <<http://rei.biblioteca.ufpb.br:8080/jspui/handle/123456789/686>> Acessado em: 01 de Nov. 2016, 10:30.

CRISPIM, M. C.; VIEIRA, A. C. B.; COELHO, S. F. M.; MEDEIROS, A. M. A. Nutrient uptake efficiency by macrophyte and biofilm: practical strategies for small-scale fish farming. **Acta Limnol. Bras.**, v. 21, n. 4, p. 387-391, 2009.

CRISPIM, M.C.; WATANABE, T. Caracterização Limnológica das bacias receptoras e doadoras de águas do Rio São Francisco: 1- Zooplâncton. **Acta Limnologica Brasiliensia** v. 12, n.2, p. 93-103, 2000. Disponível em :<http://www.ablimno.org.br/publiActa.php?issue=v12n2> Acessado em: 15 de Nov. 2017.

CUNHA, L.H.; COELHO, M.C.N. **Política e Gestão Ambiental.** In: CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J.T. (Org.). A questão Ambiental: Diferentes Abordagens, 3.^a edição, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007, capítulo 2, p. 43-75.

DANTAS-SILVA, L.T; DANTAS, E.W. Zooplâncton (Rotifera, Cladocera e Copepoda) e a eutrofização em reservatórios do Nordeste brasileiro. **Oecologia Australis**, v. 17, n.2, p. 243-248, 2013. Disponível em:<<http://www.oecologiaaustralis.org/ojs/index.php/oa/article/view/746/1112>> Acessado em: 10 de Fev. 2018. <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2013.1702.06>

DIAS, G.M.F.; BEVILACQUA, P.D.; BASTOS, R.K.X.; OLIVEIRA, A.A.; CAMPOS, G.M.M.. Giardia spp. e Cryptosporidium spp. em água de manancial superficial de abastecimento contaminada por dejetos humano e animal. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, Belo Horizonte , v. 60, n. 6, p. 1291-1300, Dec. 2008 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352008000600001&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 18 Jan. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352008000600001>.

ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A. **Manual de identificação de Cladóceros límnicos do Brasil**. Editora Universa, Brasília, p. 155, 1997.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. Editora. 2ª ed., Interciência, Rio de Janeiro, 1998, 226 p.

FERNANDES, V.; MALHEIROS, T. F.; PHILIPPI Jr, A.; SAMPAIO, C.A.C. Metodologia de avaliação estratégica de processo de gestão ambiental municipal. **Saude soc.**, São Paulo , v. 21, supl. 3, p. 128-143, 2012 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-12902012000700011&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 07 Out, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-12902012000700011>.

FOREYT, W.J. **Parasitologia veterinária: Manual de referência**. 5º ed. Editora Roca Ltda. 240p. São Paulo, 2005.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **O retrato da qualidade da água nas bacias da Mata Atlântica**. Observando os Rios. Relatório Técnico, Mar. 2017. Disponível em: < https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2017/03/SOSMA_Observando-os-Rios-2017_online.pdf >. Acessado em: 15 de Jul. 2017.

GOMES, A.S. **Análise de Dados Ecológicos**. Universidade Federal Fluminense Instituto de Biologia Centro de Estudos Gerais Departamento de Biologia Marinha, , p.30. Niterói, 2004. Disponível em:<<http://www.uff.br/ecosed/apostila.pdf>> Acessado em: 13 de Fev. de 2018.

GOULART, M. D.; CALLISTO, M.. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, v. 2, n. 1, p. 153-164, 2003. Disponível em: <http://www.urisan.tche.br/~briseidy/P%F3s%20Licenciamento%20Ambiental/bioindicadores%2019.10.2010.pdf> Acessado em: 24 de Jan., 2018.

GROTT, S.C.; HARTMANN, B.; SILVA FILHO, H. H.; FRANCO, R. M. B.; GOULART, J. A. G.. Detecção de cistos de Giardia spp. e oocistos de

Cryptosporidium spp. na água bruta das estações de tratamento no município de Blumenau, SC, Brasil. **Ambiente & Água** - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, vol. 11, no. 3, 2016, p. 689-701. Editorial Universidade de Taubaté. Disponível em: < <http://www.redalyc.org/html/928/92846083016/>> Acessado em: 09 de Fev. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Infográficos: Dados gerais do município, Santa Rita, Paraíba.** Cidades@. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=251370>>. Acessado em: 22 de Out. de 2017.

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cad. Pesqui.**, São Paulo , n. 118, p. 189-206, Mar. 2003 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-15742003000100008&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 10 Jul. 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-15742003000100008>.

KOSTE, W. Rotatoria - Die Rädertiere Mitteleuropas. Ein Bestimmungswerk, begründet von Max Voigt. Überordnung Monogononta (Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart), 1978.

LAMPARELLI, M. C. **Graus de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento.** Tese de doutorado – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41134/tde-20032006-075813/en.php>> Acessado em: 31 de Out. De 2017. doi: 10.11606/T.41.2004.tde-20032006-075813

LATUF, M.O. Diagnóstico das águas superficiais do córrego São Pedro, Juiz de ora-MG. Geografia (Londrina) - **Revista do Departamento de Geociência** v.13, n.1, . Universidade Estadual de Londrina – UEL. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/6789/6111>> Acessado em: 02 de Nov. de 2017.

LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. C. The Brazilian environmental education macro-political-pedagogical trends. **Ambient. soc.**, São Paulo , v. 17, n. 1, p. 23-40, mar. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2014000100003&lng=pt&nrm=iso>. Acessado em 07 Jul. 2017.

LIMA, W. S.; GARCIA, C. A. B. Qualidade da Água em Ribeirópolis-SE: O Açude . **Scientia plena**, v. 4, n.12,2008. Acessado em: 21 de Out. 2017.

LIMEIRA, A.F.M.; ANDRADE, M.O. O interdiscurso Bíblico-Ambiental no imaginário cristão evangélico Batista. **Rev. Caminhos**, Goiânia, v. 10, n. 1, p. 85-97, jan./jun. 2012 .Disponível em: <<http://seer.ucg.br/index.php/caminhos/article/viewFile/1980/1242> > Acessado em:04 Jul. 2017.

LITTLE, P.E. **Os conflitos socioambientais um campo de estudo e de ação política.** In: BURSZTYN, M. (org.), et al. A difícil sustentabilidade: política energética e conflitos ambientais. Ed. Garamond: Rio de Janeiro, 2001.

LOREZEN, C.J. Determination of Chlorophyll and Pheo-Pigments: Spectrophotometric Equations. **Limnology and Oceanography**, v. 12, n° 2, p. 343-346. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.4319/lo.1967.12.2.0343/abstract>> Acessado em: 31 de Out., 2017. doi:10.4319/lo.1967.12.2.0343

MACHADO, C.J.S. Recursos hídricos e cidadania no Brasil: limites, alternativas e desafios. **Ambiente & Sociedade**, v. VI n° 2, p. 121- 136, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v6n2/a08v06n2.pdf>> Acessado em: 07 de out. 2014, 23:00.

MARCELINO, S. C.; e SEVERI, W. **Zooplâncton como bioindicadores do estado trófico na seleção de áreas aquícolas para piscicultura em tanque-rede no reservatório da UHE Pedra no rio de Contas, Jequié – BA. 2007.** 62 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. Disponível em: <<http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede/handle/tede2/6516#preview-link0>> Acessado em: 08 de Fev. 2018.

MAROTTA, H.; SANTOS, R. O.; ENRICH-PRAST, A. Monitoramento limnológico: um instrumento para a conservação dos recursos hídricos no planejamento e na gestão urbano-ambientais. **Ambiente & sociedade**, v. 11, n. 1, 2008. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/317/31711106/>> Acessado em: 14 de Out de 2017.

MELÃO, M. G. G. 1999. **Desenvolvimento e aspectos reprodutivos dos cladóceros e copépodos de águas continentais brasileiras.** In: POMPEO, M. L. M. ed. Perspectivas na Limnologia do Brasil. São Luís, Gráfica e Editora União. 198p. Disponível em: <http://www.ib.usp.br/limnologia/Perspectivas/arquivo%20pdf/Capitulo%203.pdf> Acessado em: 12 de Fev. 2018.

MELO JÚNIOR, M. Crustáceos planctônicos de um reservatório oligotrófico de um lago do Brasil. **REVISTA BRASILEIRA DE ZOOCIÊNCIAS**, v. 9, n. 1, p. 19-30, 2007. Disponível em: <<https://zoociencias.ufjf.emnuvens.com.br/zoociencias/article/view/132/122>> Acessado em: 11 Fev. 2018.

MENDES, A. D. C. G., MEDEIROS, K. R., FARIAS, S. F., LESSA, F. D., CARVALHO, C. N., & DUARTE, P. O. **Sistema de Informações Hospitalares fonte complementar na vigilância e monitoramento das doenças de veiculação hídrica.** Informe Epidemiológico do SUS, v. 9, n. 2, p. 111-124, 2000. Disponível em: <<http://scielo.iec.gov.br/pdf/iesus/v9n2/v9n2a04.pdf>> Acessado em: 09 de Fev. 2018.

MENDONÇA, F.. Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, v. 10, 2004. Disponível em:<<http://revistas.ufpr.br/made/article/download/3102/2483>> Acessado em: 20 de Out de 2017.

MORAES, M.E.B. **Métodos e Técnicas de Pesquisa em Bacias Hidrográficas**, Org: Maria Eugênia Bruck de Moraes e Reinaldo Lorandi. Editora da UESC, Bahia, 2016.

MORAIS, L. S. **Degradação ambiental do Rio Preto na cidade de Santa Rita-PB**. Trabalho de conclusão de curso. Monografia, Universidade Estadual da Paraíba. Centro de Humanas, João Pessoa - PB, p. 48, 2011. Disponível em: <<http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/1022/1/PDF%20-%20L%C3%ADvia%20Silva%20de%20Morais.pdf>>. Acessado em: 05 de Nov. de 2015.

NORDI, N.; e WATANABE, T., .Nota preliminar sobre rotíferos (zooplânctônico) no Açude Epitácio Pessoa, Boqueirão, Paraíba. **Revista Nordestina de Biologia**. vol.1, n 1, p. 31-39, 1978. Disponível em:<http://periodicos.ufpb.br/index.php/revnebio/article/view/2511/2198> Acessado: 18, Jan. 2018.

OCDE. **Governança dos Recursos Hídricos no Brasil**. OECD Publishing, Paris, 2015. Disponível em: <http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/governance/governanca-dos-recursos-hidricos-no-brasil/a-governanca-da-agua-no-brasil_9789264238169-6-pt#page1> Acessado em: 22 de Set., 2017.

ODM – Objetivos do Desenvolvimento do Milênio. Relatórios Dinâmicos – Indicadores Municipais: Perfil Municipal de Santa Rita. **Portal ODM**. Disponível em: <<http://ideme.pb.gov.br/objetivos-do-milenio/santa-rita.pdf>> Acessado em: 25, de Nov. de 2017.

OLIVEIRA, T. B.; SILVA ,T. A.; TERRA NOVA, L.S. Rotíferos como indicadores da qualidade de água em cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*) com utilização de águas salobras. **Acta Fish. Aquat. Res.**v. 3 n. 1, p.65-76, 2015. Disponível em:< <https://seer.ufs.br/index.php/ActaFish/article/view/2998/3953>> Acessado em: 10 de Fev. 2018.

PAES, W.M.; CRISPIM, M.C.; FURTADO, G.D. Uso de tecnologias ecológicas de saneamento básico para solução de conflitos socioambientais. **Gaia Scientia**, v. 8, n. 1, p. 226-247, 2014. Disponível em: < <http://periodicos.ufpb.br/index.php/gaia/article/view/19154>>Acessado em: 16 de Fev. 2018.

PARAÍBA. Superintendência de Administração do Meio Ambiente - SUDEMA. **DZS 205- Enquadramento dos Corpos d'água da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba**. Sistema Estadual de Licenciamento de atividade Poluidoras – SELAP. Aprovado em reunião de 03 de Março de 1988.

PELAEZ-RODRIGUEZ, M.; MATSUMURA-TUNDISI, T.. Rotifer production in a shallow artificial lake (Lobo-Broa reservoir, SP, Brazil). **Braz. J. Biol.**, São Carlos , v. 62, n. 3, p. 509-516, . 2002 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842002000300016&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 18 Jan. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842002000300016>.

PINTO-COELHO, R.M. **Fundamentos em ecologia**. Ed. Artmed; 1 Ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000. 252 p.

POMPÊO, M. Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios tropicais brasileiros **Instituto de Biociências da USP**, São Paulo, 2017, 138 p. Disponível em: <http://ecologia.ib.usp.br/portal/macrophytas/all_book.pdf>. Acessado em: 14 de fevereiro de 2017.

REGALI-SELEGHIM, M. H.; GODINHO, M. J. L.; MATSUMURA-TUNDISI, T.. **Checklist dos "protozoários" de água doce do Estado de São Paulo**, Brasil. Biota Neotrop., Campinas , v. 11, n. 1, p. 389-426, 2011 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032011000500014&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 15 de Fev. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032011000500014>.

REID, J.W. **Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sul-americanas de vida livre da Ordem Cyclopodia (Crustacea, Copepoda)**. Boletim Zoologia, Universidade de São Paulo 9:17-143, 1985.

RESENDE, A. V. **Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato**. Ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 29p., doc. 57. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC-2009/24718/1/doc_57.pdf> Acessado em: 10 de outubro de 2017.

ROCHA, O. **Avaliação do Estado do conhecimento da diversidade biológica do Brasil**. COBIO/MMA – GTB/CNPq – NEPAM/UNICAMP. Águas Doces (versão preliminar). Projeto estratégia nacional de diversidade biológica (BRA 97 G 31). Ministério do Meio Ambiente, p.70, 2003. Disponível em: <http://www.ministeriodomeioambiente.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/aguado c1.pdf> Acessado em: 05 de Fev. 2018.

ROCHE, K.F.; SILVA, W. M.. Checklist dos Rotifera (Animalia) do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Iheringia, Sér. Zool.**, Porto Alegre , v. 107, supl. e2017105, 2017 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-47212017000200205&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 12 Fev. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4766e2017105>.

SANTA RITA. **Diário Oficial Eletrônico do Município de Santa Rita, Paraíba.** DOE nº 734, ano 05, 08 de novembro de 2017, p. 23. Disponível em: <<http://diario.santarita.pb.gov.br/wp-content/uploads/2017/11/Di%C3%A1rio-Oficial-n.-734-08-de-novembro-de-2017.pdf>> Acessado em: 30, de Nov. de 2017.

SANTOS, T.G.; GUSMÃO, L.M.O.; NEUMANN-LEITÃO, S.; CUNHA, A.G. Zooplâncton como indicador biológico da qualidade ambiental nos estuários dos Rios Carrapicho e Botafogo, Itamaracá – PE. **Rev. Bras. Enga. Pesca**, v. 4, n. 1, p. 44-56, 2009 Disponível em: <<http://ppg.revistas.uema.br/index.php/REPESCA/article/viewFile/129/119>> Acessado em: 08 de Fev., 2018.

SCARDUA, F. P.; BURSZTYN, M. A. A. Descentralização da política ambiental no Brasil. **Soc. estado.**, Brasília, v. 18, n. 1-2, p. 291-314, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-69922003000100014&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 08 de Out. de 2017.

SCHAEFFER, F.A. Poluição e a Morte do Homem. **Editora Cristã Evangélica**, São Paulo, 2003. (*Pollution and the Death of Man*, 1970. Edição em português autorizada por: Good News Publishers).

SILVA, C. H. R. T. Estocolmo'72, Rio de Janeiro'92 e Joanesburgo'02: as três grandes conferências ambientais internacionais. **Senado federal núcleo de estudos e pesquisas**, 2011. Disponível em: <<http://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/242512/Boletim2011.6.pdf?sequence=1>> Acessado em: 12 de Fev., 2018.

SOUSA, C.E. **Avaliação de sistemas biorremediadores em efluentes da lagoa facultativa da estação de tratamentos de esgotos em Mangabeira, João Pessoa/PB.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Paraíba. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. 73p. João Pessoa, 2014.

SOUZA, B.B.. **Variação espacial e temporal de microcrustáceos planctônicos do lago Monte Alegre e experimentos abordando a influência da qualidade do alimento sobre o desempenho dos cladóceros.** Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo. Tese de Doutorado. 80 p., 2015.

SOUZA, M.B.G. ; SPERLING, E.V., IV-001 – **Uso do zooplâncton como indicador de qualidade da água – Estudo de caso da Bacia do Rio Araguari – MG.** ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005 Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/IV-001.pdf>> Acessado em: 02 de Fev. 2018.

Superintendência de Administração do Meio Ambiente - SUDEMA. **DZS 205-Enquadramento dos Corpos d'água da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba.** Sistema Estadual de Licenciamento de atividade Poluidoras – SELAP. Aprovado em reunião de 03 de Março de 1988.

TUCCI, C. E. M.. Águas urbanas. **Estud. av.**, São Paulo , v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200007&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 09 de Out. de 2017.

TUNDISI, J. G. Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado. **Cienc. Cult.**, São Paulo , v. 55, n. 4, p. 31-33, Dez. 2003. Disponível em:<http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252003000400018&lng=en&nrm=iso>.Acessado em: 05 Out. 2017

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 7-16, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a02>>. Acessado em:18 de setembro de 2017.

TUNDISI, J. G., MATSUMURA-TUNDISI, T., PARESCHI, D. C.; LUZIA, A. P.; VON HAELING, P. H.; FROLLINI, E. H..A bacia hidrográfica do Tietê/Jacaré: estudo de caso em pesquisa e gerenciamento. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 159-172, 2008. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10298/11949>> Acessado em: 07 de Out. 2017.

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. 1 .ª edição. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, 632p.

VALLE JR, R.F.; ABDALA, V.L.; GUIDOLINI, J.F.; ALMEIDA, R.F.; SOUZA, M.A.S.C. **Ortofosfato como parâmetro indicador de qualidade da água em diferentes pontos de coleta na Bacia do Rio Uberaba**. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.6, N.11; 2010 p. 1-6. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2010c/ortofosfato.pdf>> Acessado em: 23 de Out. 2017.

VEADO,L. **Variação espaço-temporal do zooplâncton do baixo estuário do Rio Itajai- Açú, SC**. Dissertação de mestrado, p.71, 2008 Disponível em:<<http://siaibib01.univali.br/pdf/ludmilla%20veado.pdf>> Acessado em: 10 de Fev de 2018.> Acessado em: 17 de Jan, 2018.

VIANA, W.R.C.C.; MORAES, E.B.M. **Bacia do rio Almada (Bahia): criação de cenários ambientais a partir do diagnóstico da fragmentação florestal**. In: MORAES, M.E.B; LORANDI, R. (Org.) Métodos e Técnicas de Pesquisa em Bacias Hidrográficas, Editora da UESC, Bahia, 2016, capítulo 2, p. 41-64.

WOLKMER, M. F. S.; PIMMEL, N. F. Política Nacional de Recursos Hídricos: governança da água e cidadania ambiental. **Sequência**, n. 67, p. 165-198, 2013. Disponível em: < <https://periodicos.ufsc.br/index.php/sequencia/article/view/2177-7055.2013v34n67p165/25848> > Acessado em: 22 de Set., .2017

ANEXOS

Como publicar - Normas de publicação na Educação Ambiental em Ação

Normas atualizadas em 19 de Julho de 2017.

Aos interessados em colaborar com esta publicação enviando contribuições, esclarecemos que a revista eletrônica Educação Ambiental em Ação nasceu a partir do Grupo de Educação Ambiental da Internet – GEAI, em 2002. A revista é **editada trimestralmente** e é mantida pelo esforço voluntário de cada membro da equipe, não tendo uma instituição mantenedora e financiadora. Para atender à demanda por trabalhos e poder continuar esta ação independente, a partir de 2015 optamos por adotar uma política de cobrança para submissão de manuscritos.

Esta publicação é feita com os recursos da internet e não possui versão impressa. Todos os volumes anteriores estão à disposição no ambiente virtual. A revista pretende ser um **instrumento para divulgar, difundir e incentivar ações de Educação Ambiental integradas e conscientizadoras em todos os espaços sociais que estejam dentro dos eixos temáticos** descritos adiante. Pretende mostrar o que muitas pessoas, de diferentes Estados do Brasil, e alguns estrangeiros, pensam e fazem para a consolidação da Educação Ambiental. Por fim, pretende ser um jardim de ideias, um solo fértil onde germinam sementes de conscientização, ação, reflexão, tolerância e confiança na construção de um mundo melhor.

1 Como submeter um manuscrito

Manuscritos devem ser submetidos através do nosso sistema: <http://www.revistaea.org/ss.php>.

Recebemos manuscritos em **fluxo contínuo** (manuscritos podem ser submetidos a qualquer momento). O tempo entre a submissão e a publicação do manuscrito na revista, caso aceito, será de no máximo **6 meses**.

Antes de realizar uma submissão, certifique-se de o manuscrito foi cuidadosamente revisado e adequado a estas normas.

Taxa de submissão: R\$ 150 (a partir de 30/Julho/2017). Esta é uma taxa de submissão, portanto não será restituída caso o manuscrito seja recusado, e o pagamento da taxa não garante o aceite do manuscrito.

Após a submissão do manuscrito e pagamento da taxa, o manuscrito será revisado e poderá ser aceito, rejeitado, ou ao autor correspondente poderão ser solicitadas alterações ao manuscrito. Durante o processo de publicação, o autor correspondente receberá mensagens automáticas por e-mail do nosso sistema quando houver alguma mudança no status da submissão, ou quando alguma ação do autor for necessária.

1.1 Casos de isenção de taxa de submissão

Exceção será feita a

(A) estudantes e/ou gestores de diferentes áreas que realizam práticas de EA em diferentes contextos (comunidades, instituições, empresas) que queiram compartilhar experiências de Educação Ambiental (EA); bem como

(B) relatos de professores que querem compartilhar suas ideias de EA.

Para esses casos, foi aberta na revista a seção “Relatos de Experiências”. Para submeter o relato, o

autor opta por enviar o manuscrito para a seção “Relatos de Experiências”, sendo que a taxa não será cobrada, porém o manuscrito será rejeitado caso o autor não se enquadrar em (A) ou (B) acima.

2 Determinações gerais

2.1 Língua. Serão aceitos somente trabalhos para publicação em **português**.

2.2 Eixos temáticos

A revista publica trabalhos que estejam relacionados com os eixos temáticos a seguir:

Eixo temático	Seção da revista em que o manuscrito será publicado
Diversidade da Educação Ambiental	Artigos
Educação Ambiental em Diferentes Contextos	
Educação Ambiental e Cidadania	
Sensibilização e Educação Ambiental	
Reflexões para Conscientização	
Relatos de experiências de Educação Ambiental	Relatos de Experiências

- ✓ Caso o autor esteja em dúvida quanto a adequação de seu manuscrito a algum dos eixos temáticos, é possível entrar em contato diretamente com o corpo editorial da revista através do link “Contato” localizado no topo da página em <http://www.revistaea.org>, a fim de realizar uma verificação preliminar, antes de submeter o manuscrito e pagar a taxa de submissão.

2.3 Responsabilidade pelo conteúdo. Os autores são os únicos responsáveis pelas ideias expostas em seus trabalhos, como também pela responsabilidade técnica e veracidade das informações, dados etc, apresentados. Os editores não se responsabilizam pelo conteúdo dos textos publicados.

2.4 Plágio. Em caso de verificação de plágio ou auto-plágio posterior à publicação, evidenciado por editores ou por denúncia, o artigo será retirado da revista imediatamente.

2.5 Direitos autorais. Os autores estarão cedendo os direitos autorais à revista, sem quaisquer ônus para esta, considerando seu caráter de fins não lucrativos.

2.6 Alterações posteriores à publicação. Não serão feitas alterações em artigos publicados na revista, como por exemplo: trocar e-mails, corrigir nomes, alterar texto, etc. O artigo enviado será publicado de forma definitiva.

3 Normas de Formatação

3.1 Formatos de arquivos aceitos: DOC (Word 2003-), DOCX (Word 2007+), RTF, ODT (OpenOffice/LibreOffice).

3.2 Dimensões máximas

O manuscrito deverá ter no máximo **50000 palavras**.

O tamanho máximo do arquivo é **8 MB** (megabytes).

- ✓ Caso o tamanho do seu arquivo ultrapasse 8 MB, uma causa frequente é o tamanho excessivo de figuras, e nesse caso recomendamos reduzir as figuras para a largura máxima de 1024 pixels.

3.2 Organização do texto

O manuscrito deve ser organizado da seguinte maneira:

- Título;
- Informações sobre os autores: título acadêmico, nome, afiliação (obrigatórios); e-mail, endereços para correspondência, telefone (opcionais);
- Resumo (“*abstract*”);
- Texto principal;
- Referências bibliográficas.

3.3 Formatação do texto

Para o corpo principal do texto, as seguintes regras de formatação devem ser adotadas:

1. Utilizar *font* **Arial**, tamanho **12**.
2. Utilizar **espaçamento de parágrafo simples**.

A revista possui certa flexibilidade quanto à formatação de elementos como legendas de figuras, tabelas e outros. Porém, é de responsabilidade dos autores manter boas práticas de formatação, especialmente consistência ao longo do documento, ou seja, quaisquer padrões de formatação adotados deverão ser mantidos ao longo de todo o documento. Por “padrões de formatação” entende-se:

- estilos de letras (efeito, tamanho etc.);
- estilos de parágrafos (alinhamento, espaçamento entre linhas, recuo, espaço antes e depois etc.)

3.4 Notas de rodapé

Não são permitidas notas de rodapé.

3.5 Figuras

3.5.1 Figuras devem ser **inseridas no documento em forma de imagem** (por exemplo, a partir de arquivos GIF, JPG, PNG). Imagens devem ter no máximo 1024 pixels de largura.

3.5.2 Cada figura deve ser mencionada pelo menos uma vez no texto. Figuras devem ter uma legenda abaixo, explicando a figura detalhadamente, sem que o leitor tenha que remeter ao texto principal para entender do que se trata a figura.

3.5.3 É proibida a utilização de recursos de desenho dentro do Word (*i.e.*, caixas de texto, linhas, setas etc), pois o documento será convertido para HTML para publicação, e figuras compostas utilizando recursos de desenho não são convertidas corretamente.

- ✓ Em caso da necessidade de se utilizar recursos de desenho (*e.g.*, caixas de texto, linhas, ou qualquer objeto gráfico), sugere-se:

1. criar a figura em um outro programa (por exemplo, PowerPoint ou Photoshop);
2. salvá-la como imagem. Recomenda-se utilizar o formato JPG para fotos e PNG para desenhos e diagramas;

3. inserir a imagem no manuscrito.

3.6 Referências bibliográficas

A revista é flexível quanto às normas para referências bibliográficas a serem adotadas pelos autores. Porém, o padrão adotado deve ser claro e mantido ao longo do texto. No entanto, recomenda-se adoção das normas ABNT.

Diante do exposto, não nos responsabilizaremos por assuntos que não estejam descritos nestas normas.

Atenciosamente,

Berenice Adams, Júlio Trevisan e Sandra Barbosa

Editores responsáveis e equipe da Educação Ambiental em Ação.