



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA**  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E  
MEIO AMBIENTE



**LARISSA REGIS DE SOUZA**

**O VALE DO GRAMAME E AS LUTAS SOCIOAMBIENTAIS PELA  
QUALIDADE DA ÁGUA EM JOÃO PESSOA/PB**

JOÃO PESSOA

2020

**LARISSA REGIS DE SOUZA**

**O VALE DO GRAMAME E AS LUTAS SOCIOAMBIENTAIS PELA QUALIDADE  
DA ÁGUA EM JOÃO PESSOA-PB**

Dissertação de Mestrado apresentada ao  
Programa de Desenvolvimento e Meio  
Ambiente da Universidade Federal da Paraíba,  
para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dra. Maria Cristina Basílio  
Crispim

Co-orientador: Dr. Gustavo Ferreira da Costa  
Lima.

JOÃO PESSOA

2020

S719v Souza, Larissa Regis de.

O VALE DO GRAMAME E AS LUTAS SOCIOAMBIENTAIS PELA  
QUALIDADE DA ÁGUA EM JOÃO PESSOA-PB / Larissa Regis de  
Souza. - João Pessoa, 2020.

163 f. : il.

Orientação: Dra Maria Cristina Basilio Crispim.

Coorientação: Dr Gustavo Ferreira da Costa.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN.

1. Movimentos socioambientais. 2. Rio Gramame. 3.  
Ecotoxicologia. 4. Poluição. I. Crispim, Dra Maria  
Cristina Basilio. II. Costa, Dr Gustavo Ferreira da.  
III. Título.

UFPB/BC



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

DOCUMENTO COMPROBATÓRIO (ANEXO) Nº 9 / 2020 - PRODEMA - MEST (11.01.14.50)

Nº do Protocolo: 23074.051691/2020-49

João Pessoa-PB, 16 de Julho de 2020

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**LARISSA REGIS DE SOUZA**

**O VALE DO GRAMAME E AS LUTAS SOCIOAMBIENTAIS PELA QUALIDADE DA ÁGUA EM JOÃO PESSOA-PB**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA, da Universidade Federal da Paraíba como requisito para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente em 27 de fevereiro de 2020, perante a seguinte Banca Examinadora:

Prof. Dra. Maria Cristina Basílio Crispim - PRODEMA /UFPB

Orientador

Prof. Dr. José Soares do Nascimento - PRODEMA/UFPB

Membro Interno

Prof. Dr. Luan Gomes dos Santos de Oliveira- UFRN

Membro externo

Esse documento segue assinado eletronicamente pelos membros que possuem vínculo com a UFPB.

*(Assinado digitalmente em 20/07/2020 09:30 )*  
JOSE SOARES DO NASCIMENTO  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
Matrícula: 1086661

*(Assinado digitalmente em 16/07/2020 14:43 )*  
MARIA CRISTINA BASILIO CRISPIM DA SILVA  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
Matrícula: 2335304

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ufpb.br/documentos/> informando seu número: **9**, ano: **2020**, documento(espécie): **DOCUMENTO COMPROBATÓRIO (ANEXO)**, data de emissão: **16/07/2020** e o código de verificação: **e29c7d3cda**

*Dedico a:*

*Minha orientadora Cristina Crispim*

*Meu amigo Randolpho Marinho*

## AGRADECIMENTOS

À minha família, em especial à minha mãe, Sandra Maria Regis, pelo exemplo de determinação e garra, por ser minha melhor amiga e conselheira em todos os momentos. À minha irmã, Laíza Regis de Souza, pela compreensão, parceria e paciência. Ao meu pai, José Hilton Felipe de Sousa, pela preocupação, carinho e por me ajudar em meu projeto de vida. A meu cunhado Ricardson Dias pelas palavras de conforto e me ajudar quanto mais precisei.

À minha orientadora Prof. Dr<sup>a</sup>. Maria Cristina Basílio Crispim, por ter me ajudado a crescer como profissional e ser humano, com seu exemplo de mulher e bióloga. Ao meu co-orientador Prof. Dr. Gustavo Ferreira pelos ensinamentos e ajuda nesse trabalho.

À minha amiga de curso e parceira de coletas Natália Costa, por ter entrado nesse projeto junto comigo e por não me deixar desanimar, sendo muitas vezes o meu “braço direito”.

A meus estagiários e amigos, Lucas Ferreira, Daniele Alice e Joana Salomoni, por me ajudarem nas coletas e experimentos e também pelos momentos de descontração, tornando o trabalho mais leve.

À todos os meus colegas do mestrado por terem construído em conjunto uma turma unida e cheia de trocas de conhecimento. A turma que de fato ficou para a história do programa pelas características positivas.

Aos funcionários e professores do PRODEMA, amigos do LABEA por me ajudarem em determinados assuntos, auxiliando em meu crescimento profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001;

Assim como a todos que fizeram parte dessa realização, gratidão eterna!

## RESUMO

Movimentos socioambientais no vale do Gramame acontecem desde os anos 60 com a instalação do Distrito Industrial. O comprometimento da qualidade da água está acarretando sérios riscos à população em geral. A Escola Viva Olho no Tempo surgiu como uma forma de levar a ecoeducação às crianças, e por meio da conscientização buscar melhorias ao rio. A Produção científica exemplificando a má qualidade da água é de extrema importância para servir como subsídios às comunidades irem em busca de seus direitos e melhoria por ao poder publico. O presente trabalho buscou realizar uma análise social de com os movimentos sociais em prol do Rio Gramame e saber como essas ações influenciam na qualidade da água. Foram realizadas avaliação da qualidade de água do Rio Gramame antes e depois do acidente que ocorreu com os resíduos industrial de papelão despejados no rio. As análises sociais foram realizadas por meio de entrevistas/questionários e observação participante. Análises da água foram feitas com coletas quinzenais, diárias/semanais (Antes e depois do acidente respectivamente), sendo avaliados: condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, temperatura, pH, sólidos totais dissolvidos e potencial de oxirredução. As análises de nutrientes foram realizadas com os nitrogenados – amônia, nitrato e nitrito, e fosfatados – ortofosfato e fósforo total. Ainda foram feitos ensaios ecotoxicologicos crônicos utilizando a Moina minuta. As análises sociais demonstraram que as ações em prol da melhoria da qualidade de água e bem estar do Vale do Gramame contribuem de forma significativa para o não agravamento da situação de poluição em que se encontra o Rio Gramame. E as análises da qualidade de água apontam que o rio as margens da BR 101 foi o ponto mais afetado pela poluição após o acidente, sendo a BR 101 e a Ponte dos arcos os que apresentaram diferenças significativas entre antes e depois do acidente em relação as variáveis: pH, OD, STD e ORP. A condutividade elétrica apresentou diferença entre o antes e o depois apenas na Ponte dos Arcos. Dentre os nutrientes analisados, o fosforo total foi o único que apresentou diferenças significativas entre antes e depois tanto na BR101 como na Ponte dos Arcos. Com relação as análises ecotoxicologicas antes do acidente não foi apresentado toxicidade, após o acidente houve toxicidade na BR 101 (no dia do acidente e um dia depois) e na PB 008 um dia após o acidente. As análises realizadas nessa pesquisas foram apresentadas aos lideres dos movimentos sociais para que sejam apresentadas no Ministério Publico Federal e assim que medidas efetivas sejam tomadas em prol da melhoria da qualidade de água do Rio Gramame.

**Palavras- chave:** Movimentos socioambientais, Rio Gramame, Ecotoxicologia, Poluição industrial.

## ABSTRACT

Social and environmental movements in the Vale do Gramame have been taking place since the 1960s with the installation of the Industrial District. The compromise in water quality is posing serious risks to the general population. The Viva Olho no Tempo School emerged as a way to bring eco-education to children, and through raising awareness to seek improvements to the river. Scientific production exemplifying the poor quality of water is extremely important to serve as subsidies for communities to seek their rights and improve it for the public authorities. The present work sought to carry out a social analysis of social movements in favor of Rio Gramame and to know how these actions influence water quality. Water quality assessments of the Gramame River were carried out before and after the accident that occurred with the industrial cardboard waste dumped in the river. Social analyzes were carried out through interviews / questionnaires and participant observation. Water analyzes were made with biweekly, daily / weekly collections (before and after the accident respectively), being evaluated: electrical conductivity, dissolved oxygen, temperature, pH, total dissolved solids and redox potential. Nutrient analyzes were carried out with nitrogen - ammonia, nitrate and nitrite, and phosphates - orthophosphate and total phosphorus. Chronic ecotoxicological tests were also carried out using the draft mill. Social analyzes have shown that actions to improve water quality and well-being in the Gramame Valley contribute significantly to the non-worsening of the pollution situation in which the Rio Gramame is found. And water quality analyzes show that the river on the banks of BR 101 was the point most affected by pollution after the accident, with BR 101 and Ponte dos Arcos showing the greatest differences between before and after the accident in relation to variables: pH, OD, STD and ORP. The electrical conductivity showed a difference between before and after only at Ponte dos Arcos. Among the analyzed nutrients, total phosphorus was the only one that showed significant differences between before and after both in BR101 and in Ponte dos Arcos. Regarding ecotoxicological analyzes before the accident, no toxicity was shown, after the accident there was toxicity in BR 101 (on the day of the accident and one day after) and in PB 008 one day after the accident. The analyzes carried out in this research were presented to the leaders of social movements so that they can be presented to the Federal Public Ministry and as soon as effective measures are taken in favor of improving the water quality of the Gramame River.

**Keywords:** Socio-environmental movements, Rio Gramame, Ecotoxicology, Industrial pollution

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Placas de sensibilização ambiental elaboradas e colocadas no caminho do Rio Gramame, pelos alunos da EVOT .....	60
Figura 2: Passeata rumo aos 300 tambores realizada na praça das muriçocas, miramar até a Praia de Tambaú .....	61
Figura 3: Remada do abraço realizada pela EVOT desde a ponte dos arcos até o mar .....	61
Figura 4: Oficina ministrada na EVOT, para dialogar o conhecimento científico. (A) Alunos da EVOT manuseando visualizando micro algas (B) Senhora, moradora na comunidade do rio Gramame, visualizando as microalgas no microscópio. (C) Turma de alunos da EVOT que participaram da oficina .....	64
Figura 5: Protesto em prol do Rio Gramame, com o fechamento da BR 101 .....	65
Figura 6: Animais mortos as margens do Rio Gramame. (A) Peixes mortos. (B) Siri morto .....	68
Figura 7: Oficina para a instalação de módulos para o biofilme no Rio Gramame. (A) Oficina para a montagem dos módulos. (B) módulos de Biofilme no Rio Gramame, no trecho da ponte dos arcos.....	69
Figura 8: Reuniões realizadas na EVOT com líderes comunitários, ativistas e MPF .....	70
Figura 9: Audiência publica sobre o Rio Gramame realizada na assembleia legislativa do estado da PB. ....	70
Figura 10: Região do baixo Gramame e os respectivos pontos de coleta .....	88
Figura 11: : Pontos de coleta: (A) Reservatório do Rio Gramame. (B) Margens da BR 101. (C) Ponte dos Arcos, próximo a Escola Viva Olho do Tempo. (D) Margens da PB 008. (E) Praia de Barra de Gramame.....	89
Figura 12: Esquema de como eram realizados os ensaios ecotoxicologicos na LABEA-UFPB .....	92
Figura 13: Lixo a margens do Rio Gramame, localizado proximo a BR 101 .....	93
Figura 14: Situação de algumas moradores da região do Baixo Gramame com a falta de condições adequadas de moradia e o destino inadequado do lixo.3.....	93
Figura 15: (A) e (B): Rio Gramame, nas margens da BR 101, horas após o derramamento de residuo de papelão pela CONPEL .....	94
Figura 16: (A) Instalação dos módulos de contenção pelos ribeirinhos. (B) e (C) módulos de contenção instalados no Rio Gramame às margens da BR 101 .....	94
Figura 17: (A) Trator no rio Gramame, às margens da BR 101, para retirar o resíduo de papelão. (B) Retirada dos residuos de papelão do Rio Gramame. ....	95

Figura 18: Caminhões limpa fosse às margens da BR 101 , realizando a sucção do material em suspensão do Rio Gramame .....	95
Figura 19: (A) Resíduos do fundo do rio emergindo para a superfície. (B) Resíduos de papel um mês após o acidente .....	96
Figura 20: Poluição do Rio gramame adentrando no mar, em Barra de Gramame.....	96
Figura 21: Coloração da água poucas horas pós do acidente (1), 12 horas após o acidente (2) e 24 horas após o acidente (3).....	97
Figura 22: Concentração da condutividade elétrica em $\mu\text{s}/\text{cm}$ ao longo dos dias de coleta no Rio Gramame.....	98
Figura 23: Dados estatísticos da condutividade elétrica no trecho do Rio Gramame perto da BR 101 ( $p=0,008$ ) (A) e na Ponte dos Arcos $p=0,002$ (B), antes e após o acidente da CONPEL.....	98
Figura 24: Concentração de Oxigênio Dissolvido (OD) em $\text{mg}/\text{L}$ ao longo dos dias de coleta no Rio Gramame .....	99
Figura 25: Concentrações de Oxigênio dissolvido ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) no trecho do Rio Gramame da BR 101 ( $p =0,03$ ) (A) e Ponte dos Arcos ( $p < 0,001$ ) (B). .....	100
Figura 26: Valores de pH ao longo dos dias de coleta no Rio Gramame.....	100
Figura 27: Concentrações de pH no trecho do Rio Gramame em bloxpot da BR 101 (A) e Ponte dos Arcos (B), ambos com $p < 0,001$ .....	101
Figura 28: Valores de temperatura em $^{\circ}\text{C}$ ao longo dos dias de coleta no Rio Gramame	101
Figura 29: Concentração de sólidos totais dissolvidos (STD) em $\text{g}/\text{L}$ ao longo dos dias de coleta no Rio Gramame .....	102
Figura 30: Dados comparativos de sólidos totais dissolvidos (STD) em boxplot antes e após o acidente da CONPEL para o trecho do Rio Gramame na BR 101 ( $p=0,001$ ) (A) e no da Ponte dos Arcos ( $p < 0,009$ ) (B) .....	103
Figura 31: Potencial de Oxirredução (ORP) em $\text{mV}$ ao longo dos dias de coleta no Rio Gramame .....	104
Figura 32: Valores de Potencial de Oxirredução antes e após o acidente no trecho do Rio Gramame perto da BR101 ( $p < 0,001$ ) (A) e no da Ponte dos Arcos ( $p=0,02$ ) (B) antes e após o acidente da CONPEL .....	104
Figura 33: Concentrações de amônia ( $\text{mg}/\text{L}$ ) ao longo dos dias de coleta no Rio Gramame .....	105
Figura 34:Concentração de nitrato ( $\text{mg}/\text{L}$ ) ao longo dias de coleta no Rio Gramame .....	105

Figura 35: Concentração de nitrito (mg/L) ao longo dos dias de coleta no Rio Gramame .....	106
Figura 36: Valores da concentração de amônia antes e depois do acidente em bloxpot na BR101 (p=0,4) (A) e na Ponte dos Arcos (p=0,2) (B) .....	106
Figura 37: Valores da concentração de nitrato antes e depois do acidente em bloxpot na BR101 (p=0,5) (A) e na Ponte dos Arcos (p=0,22) (B) .....	107
Figura 38: Valores da concentração de nitrito antes e depois do acidente da CONPEL em bloxpot na BR101 (p=0,04) (A) e na Ponte dos Arcos (p=0,3) (B) .....	107
Figura 39: Concentração de ortofosfato (mg/L) ao longo dos dias de coleta no Rio Gramame .....	108
Figura 40: Valores da concentração de ortofosfato antes e depois do acidente da CONPEL, em bloxpot na BR101 (p=0,7) (A) e na Ponte dos Arcos (p=0,01) (B) .....	108
Figura 41: Concentração de fosforo total (mg/L) ao longo dos dias de coleta no Rio Gramame .....	109
Figura 42: Valores da concentração de Fósforo total antes e depois do acidente da CONPEL em bloxpot na BR101 (p < 0,05 ) (A) e na Ponte dos Arcos (p=0,009) (B).....	109
Figura 43: Análises toxicológicas da água do Rio Gramame na BR 101, dia seguinte ao acidente da CONPEL (p= 0,005).....	111
Figura 44: Análises toxicológicas da água do Rio Gramame na BR 101, dois dias após o acidente da CONPEL (p= 0,005).....	111
Figura 45: Análises toxicológicas da água do Rio Gramame na PB008, dois dias após o acidente da CONPEL (p= 0,005).....	112
Figura 46: Ação social da EVOT às margens da Ponte dos Arcos: Rio Gramame quer viver em águas limpas.....	155
Figura 47: Reunião na EVOT para que fossem mostrados todos os dados das análises da qualidade de água do Rio.....	157
Figura 48: Guardiões do gramame e professores da EVOT acompanhando as coletas no Rio Gramame, para análise da qualidade da água .....	158

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Relato histórico das ações no Rio Gramame .....	71
Tabela 2: Pontos de análise, duração e frequência das coletas antes do acidente e depois do acidente.....	90
Tabela 3: Nutrientes analisados e seus respectivos métodos aplicados sendo utilizada .....	91

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1: Análise de pH nos ensaios ecotoxicológicos .....	108
Quadro 2: Análise da temperatura (°C) nos ensaios ecotoxicológicos.....	108
Quadro 3: Análise do OD (mg/L) nos ensaios ecotoxicológicos.....	109

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

- ABNT-** Associação Brasileira de Normas Técnicas
- AESA** - Agência executiva de água do estado da Paraíba
- AESA** - Agência Executiva de Gestão das Águas
- AGANPAN-** Associação Gaúcha de Proteção ao Meio Ambiente
- APAN-** Associação Paraibana Amigos da Natureza
- APP-** Área de Proteção Permanente
- CAGEPA-** Companhia de Água e Esgotos da Paraíba
- CMDCA-** Conselho Municipal dos Direitos da Criança e do Adolescente
- CONAMA-** Conselho Nacional do Meio Ambiente
- CONPEL:** Companhia Nordestina e Papel
- ECO-92-** Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
- EMLUR-** Empresa Municipal de Limpeza Urbana
- EMPAER-** Empresa paraibana de pesquisa extensão rural e regularização fundiária
- ETA-** Estação de Tratamento de Água
- EVOT-** Escola Viva Olho do Tempo
- IBAMA** - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis
- LD-** Dose Letal
- MPF-** Ministério Público Federal
- MPPB-** Ministério Público Estadual da Paraíba
- OCEMA-** Organização Comunitária de Educação do Meio Ambiente
- OD-** Oxigênio Dissolvido
- ONG-** Organização Não Governamental
- ONU-** Organização das Nações Unidas
- pH** – Potencial Hidrogeniônico
- PNEA-** Política Nacional de Educação Ambiental
- PRAD-** Plano de Recuperação de áreas degradadas
- PRDC** - Procuradoria Regional dos Direitos do Cidadão

**PSA**- Pagamentos por Serviços Ambientais.

**SEBRAE** - Serviço Brasileiro de Apoio as Micros e Pequenas empresas

**SEMAN**- Secretária de Meio Ambiente), comitê de bacia do litoral sul

**SUDEMA** - Superintendência de administração do meio ambiente

**TAC**- Termo de Ajuste de Conduta

**UFPB**- Universidade Federal da Paraíba

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>18</b>
<b>2. HIPOTHESES</b> .....	<b>20</b>
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>20</b>
3.1. Objetivo geral.....	20
3.2. Objetivos específicos .....	21
<b>4. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA</b> .....	<b>21</b>
<b>4.1. Crise Ambiental e o surgimento dos movimentos socioambientais</b> .....	<b>21</b>
4.1.1. Organizações não governamentais (ONGs) .....	23
<b>4.2. Degradação Ambiental</b> .....	<b>26</b>
4.2.1. Rios Urbanos .....	30
<b>4.3. Avaliação da qualidade de água</b> .....	<b>32</b>
4.3.1. Condutividade Elétrica.....	34
4.3.2. Potencial hidrogeniônico (pH) .....	34
4.3.3. Oxigênio dissolvido (OD) .....	35
4.3.4. Temperatura .....	36
4.3.5. Sólidos totais dissolvidos .....	36
4.3.6. Clorofila- <i>a</i> .....	36
4.3.7. Nutrientes .....	37
<b>4.4. Ecotoxicologia aquática</b> .....	<b>38</b>
4.4.1. Teste de toxicidade aguda .....	41
4.4.2. Teste de toxicidade crônica .....	41
<b>4.5. Por que a <i>Moina minuta</i> como espécie biomarcadora?</b> .....	<b>42</b>
<b>5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>43</b>
<b>CAPÍTULO 1:</b> Empoderamento das comunidades do Vale do Gramame através dos movimentos socioambientais para melhoria na qualidade da água do Rio Gramame ...	50
<b>CAPÍTULO 2:</b> Análise ecotoxicologica em pontos de contaminação industrial de um rio de abastecimento urbano .....	83
<b>CAPÍTULO 3:</b> Relatório da análise do impacto de derrame de material de lagoa de estabilização da CONPEL – João Pessoa, Paraíba .....	119
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO GERAL</b> .....	<b>150</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>153</b>

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Os movimentos socioambientais no Brasil surgiram com o apoio das Organizações da sociedade civil não governamental (ONGs) e partiram da ideia da redemocratização do cenário político e econômico. A luta contra as injustiças ambientais e desigualdades sociais permite inserir a população marginalizada na democracia direta do país, buscando soluções pelo poder público e sociedade no geral por meio das ações em prol da conservação dos recursos naturais. É o que acontece na capital paraibana, na região do Vale do Gramame, localizado nas margens do Rio Gramame, principal rio que abastece a cidade de João Pessoa.

O histórico de lutas sociais na região do Gramame objetiva a melhoria da qualidade de água para uma melhor qualidade de vida, que pelo atual teor de poluição fez os ribeirinhos perderem qualidade de vida e grande parte dos seus meios de subsistência, como a pesca (TURNELL, CRISPIM, 2014), não existem, no entanto, conduzidas até o momento, ações que mudem essa realidade, assim verifica-se a necessidade de contribuir com estas comunidades fornecendo dados científicos que lhes permitam continuar suas reivindicações de melhor qualidade ambiental, que possa refletir-se em melhor qualidade de vida. A Bacia do Rio Gramame abastece 70% da grande João Pessoa (quase um milhão de pessoas), através da barragem Gramame-Mamuaba, com capacidade para 56,4 milhões de m<sup>3</sup> e uma área de 589,1 Km<sup>2</sup>. As comunidades marginais ao leito do rio apresentam problemas da falta de água encanada e saneamento básico, fato que acarreta no mau uso de suas águas pela população e indústrias que se localizam próximos ao rio (NUNES, 2012).

A perda da qualidade da água do rio vem ocorrendo após a instalação do distrito industrial no seu médio curso, no final da década de 1960, desde então o ecossistema e os comunitários sofrem com o lançamento de dejetos nas redes de drenagem, contribuindo para a perda da capacidade de autodepuração dos rios Gramame, Mumbaba e Mamuaba. Segundo Abrahão (2006) o principal poluente do Rio Gramame desde a instalação do distrito são os componentes químicos provenientes dos efluentes. Além disso, recentemente o rio sofreu um acidente de contaminação de suas águas com 80 m<sup>3</sup> de Hidróxido de Sódio (NaOH), ocorrida em fevereiro de 2018, insumo proveniente da utilização para tratamento da água bruta, para correção de pH, pela

Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) na Estação de Tratamento de Água (ETA) em Marés, fato este que ocasionou a morte de peixes e a perda da biodiversidade devido à alteração do equilíbrio ecossistêmico (SUDEMA, 2018).

A poluição de corpos hídricos por substâncias químicas é uma das grandes consequências da atividade humana no mundo contemporâneo. O material químico provém da grande industrialização, uso de recursos naturais pela agropecuária, mineração, silvicultura, entre outros (SANTOS, et al, 2018). Alguns agentes químicos e xenobióticos podem comprometer toda a biodiversidade do ecossistema aquático e o aumento do transporte de substâncias químicas para a água compromete toda a biodiversidade do ecossistema aquático (FREITAS, et al., 2016).

Análises químicas por si só não retratam adequadamente o impacto ambiental, pois não são capazes de demonstrar o efeito sobre os ecossistemas, somente sistemas biológicos detectam efeitos tóxicos de substâncias, pois os contaminantes podem causar efeitos deletérios aos organismos e provocar modificações na dinâmica das populações (COSTA et al., 2008). Dessa forma, estudos ecotoxicológicos são os mais indicados para entender o efeito de substâncias químicas na biota (letais e crônicos), se presentes no ambiente.

Mesmo na caracterização de qualidade de água que é realizada em alguns estudos e pela SUDEMA (Superintendência de Administração do Meio Ambiente) as análises não contemplam estudos ecotoxicológicos. Os estudos ecotoxicológicos realizados na Paraíba, na década de 2000 (MELO et al., 2000; COLER et al., 2005), utilizaram moluscos como organismos indicadores, que não participam diretamente da cadeia trófica da maioria dos peixes, e não cladóceros, grupo do zooplâncton, que é parte integrante da cadeia alimentar aquática e, dessa forma, a proposta de estudo desta pesquisa é inovadora para o estado da Paraíba, levando em consideração a carência de estudos ecotoxicológicos em regiões do nordeste brasileiro.

Este projeto surgiu da necessidade de disponibilizar para os movimentos sociais, dados científicos sobre a qualidade de água, dando às comunidades, ativas nestes movimentos, subsídios para a sua mobilidade em favor do rio e também mostrar o trabalho de luta pela qualidade de água do rio a outros movimentos sociais e associações. Assim, é importante o desenvolvimento de uma pesquisa de análises ecotoxicológicas, como forma de complementar as pesquisas que dizem respeito a potenciais contaminantes que afetam todo ecossistema em estudo. Para isso, este projeto

pretende auxiliar na caracterização da qualidade da água, avaliando o potencial de toxicidade presente na água do Rio Gramame, em consequência da presença da agricultura, inúmeras indústrias no seu entorno, com base em respostas de organismos zooplancctônicos (Cladóceras) em uma avaliação dos principais pontos de contaminação ao longo do tempo.

Todos os fatores avaliados estão associados ao entendimento do impacto ambiental ocorrido no rio e movimentos sociais. A presente pesquisa estará estruturada em dois capítulos, sendo o primeiro referente ao conhecimento acerca dos movimentos socioambientais em prol do Rio Gramame, atreladas ao acompanhamento das ações pela EVOT (Escola Viva Olho do Tempo) para a melhora da qualidade de água do Rio Gramame. O capítulo dois mostrará os resultados das análises ecotoxicológicas em locais próximos às fontes poluidoras e à comunidade, associado às análises químicas e físicas da água, para assim ser compreendida a dinâmica do ecossistema aquático, e por fim com as conclusões da dissertação poder repassar estes dados para as comunidades, de maneira que possam empoderar-se dos resultados destas análises e poderem entender melhor os reais impactos ambientais a que estão sujeitas.

## **2. HIPOTHESES**

**H1-** As movimentações sociais são importantes na gestão ambiental

**H2-** As águas do Rio Gramame apresentam toxicidade

**H3-** O trecho que apresenta maior frequência de toxicidade é o mais próximo ao Distrito Industrial, demonstrando que o processo industrial reforçou o colapso ambiental, provocado pelo capitalismo contemporâneo.

**H4-** Os maiores níveis de toxicidade serão registrados em períodos de estiagem, quando haverá menos diluição na água.

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1. Objetivo geral**

Conhecer e relatar as lutas socioambientais em relação ao rio, das comunidades residentes no Vale do Gramame e avaliar a qualidade de água do Rio Gramame por meio de ensaios ecotoxicológicos, usando *Moina minuta* como organismo teste e análises físicas e químicas da água.

### **3.2. Objetivos específicos**

- a) Elaborar um relato histórico das lutas socioambientais das comunidades ribeirinhas do Rio Gramame, especialmente as de Mituaçu, Gramame e Engenho Velho;
- b) Avaliar os parâmetros limnológicos da água do Rio Gramame ao longo do tempo de estudo;
- c) Avaliar a existência de toxicidade nas águas do Rio Gramame para *Moina minuta*, por meio de testes de toxicidade letal e crônica;
- d) Determinar quais os locais do rio que apresentam maior grau de toxicidade;
- e) Divulgar os dados da pesquisa para a comunidade do Vale do Gramame e para o Comitê de bacias;
- f) Apresentar propostas que possam contribuir com a melhoria da qualidade de água do Rio Gramame.

## **4. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA**

### **4.1. Crise Ambiental e o surgimento dos movimentos socioambientais**

Os movimentos ambientais tiveram maior visibilidade na década de 1960, após os desastres ambientais causados pela primeira guerra mundial. Um dos marcos internacionais da história ambiental é a publicação do livro ‘Primavera Silenciosa’ da autora Rachel Carlson, bióloga norte americana que trazem em sua obra a importância da problemática dos agrotóxicos no mundo e a ética antropocêntrica sendo de extrema importância o seu trabalho para questão da consciência ambiental. No Brasil, as questões ambientais começaram a estar em pauta a partir da década de 1970, que foi considerada um marco para os movimentos ecológicos, que apesar da presença do regime militar atrelado ao conservacionismo, foi possível reuniões de grupos que favoreceram os movimentos ambientalistas, como o Movimento Arte pensar Ecológico e a Associação Gaúcha de Proteção ao Meio Ambiente (AGANPAN), todas com o objetivo de preservação ambiental e controle do uso desenfreado dos recursos naturais (MUNIZ, 2009 ; PORTO; MILANEZ, 2009) .

Até então a preservação do meio ambiente era baseada na visão preservacionista tradicional, quando não havia a participação social no processo, somente na década de 1990 que os movimento socioambientais começaram a surgir integrando os movimentos ambientais às questões sociais, e foram discutidos na Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, que ocorreu no Rio de Janeiro, conhecida como a ECO-92, cúpula

da terra ou Rio- 92, onde foi realizado um levantamento dos principais problemas ambientais e elaborados documentos para que as pautas continuassem a ser discutidas (MUTZENBERG, 2011; GOHN, 2011).

Segundo Henri Acerald (2010) na década de 1990 embora os eventos internacionais pretendessem colocar em evidencia os problemas ambientais, os mesmos não eram apropriados pela agenda neoliberal. Até então havia um ambientalismo contestatário que então passou a ser substituído pelo ecologismo de resultados (que é mais pragmático e tecnicista), porém alguns atores dos movimentos ambientais (empresas poluidoras, governo, entre outros) não estariam trabalhando juntamente aos esforços ambientais, e estariam enquadradas no “ecologismo desenraizado”, no qual não havia participação destes com os movimentos sociais.

A questão ambiental atrelada ao desenvolvimento sustentável econômico não deve segregar a questão social, visto que a crise ambiental vai muito além da crise de recursos naturais, ligada sobretudo ao aspecto social (GOHN, 2010). A crise ambiental deve ser avaliada como um aspecto interdisciplinar. Segundo Morin (2012) e Leff (2008) compreender a problemática ambiental e os processos que as caracterizam vai além do contexto ecológico, mas também deve ser levado em consideração o contexto sociocultural, pois apesar de buscar um objetivo comum, que é a preservação da natureza, este objetivo será alcançado integrando diferentes enfoques do conhecimento sobre os processos naturais e sociais, pois cada região integra condições ecológicas, culturais e tecnológicas, que se reorganiza na perspectiva sustentável (LEFF, 2008; ANDRADE, 2008, SANTOS; HAMMERSCHMIDT, 2012) .

Leff (2008) ainda caracteriza a crise ambiental como uma crise de conhecimento. A construção da racionalidade ambiental requer a construção de novos conhecimentos, pois quebra paradigmas do saber e integra diversos saberes no tratamento de problemas socioambientais. Desse modo, com a divulgação dos principais problemas ambientais passa a existir um conhecimento e também a ambientalização dos discursos pautados no desenvolvimento sustentável, tornando a população a principal exigente em relação às atitudes sustentáveis por parte dos grandes poluidores, e causadores das degradações ambientais. Desse modo há o despertar da justiça ambiental.

Grande parte da pressão da crise socioambiental é ocasionada pelo que a parcela privilegiada da humanidade faz sob a comunidade marginalizada, explorando sua mão de obra e deixando-os dependentes financeiramente por oferecerem mão-de-obra de baixo custo para os mais diversos serviços, principalmente nas indústrias, oferecendo-lhes emprego e tornando tais comunidades dependentes e acomodadas à própria vulnerabilidade (CARTIER et al., 2009) .

Na injustiça ambiental há grupos sociais sujeitos à vulnerabilidade social pela alta privação que o sistema lhes impõe e pela discriminação que sofrem, havendo a exposição de pessoas a riscos ambientais, ocorrendo uma distribuição desproporcional da poluição e problemas ambientais, incluindo inundações, problemas de saúde, entre outros (SANTOS et al., 2017). Em diversas metrópoles brasileiras, como Rio de Janeiro e São Paulo, grande parte das parcelas pobres da população vive em lixões, às margens de rios poluídos, e muitos dependem da água destes mananciais para sobreviver, em contrapartida, a outra parte da população está desperdiçando água potável e em uma posição social privilegiada (HERCULANO, 2008).

Os movimentos socioambientais, nesse contexto, buscam a proteção ao meio ambiente com um enfoque político e econômico, e a finalidade comum é a de redemocratização, de modo a utilizar a consciência da sociedade para o uso racional dos recursos, sendo disseminado assim o conhecimento das formas de uso racional. A partir daí surge a conscientização de que os recursos são finitos e a sociedade busca ações e respostas dos representantes públicos (GONH, 2013).

#### **4.1.1. Organizações não governamentais (ONGs)**

No início da década de 1980 a intensificação das conferências e seminários ambientais aumentaram o diálogo entre intelectuais e cientistas sobre a questão ambiental (GOHN, 2010). O fim do regime militar (1964 – 1985) permitiu a reconquista dos direitos civis, políticos e sociais, dando a oportunidade de reforço dos movimentos sociais, nesse contexto surgiu o empoderamento das sociedades civis na esfera pública em um contexto político emancipatório e autônomo, fortalecendo os novos direitos que ali surgiram com a nova constituição (Constituição de 1988), como direito ao meio ambiente, direito da mulher, direito de orientação sexual, direito de informação e muitos outros que estariam surgindo posteriormente (MUNIZ; 2009; GOHN, 2013) .

O termo “organização não governamental” (ONG) foi criado pela ONU (Organização das Nações Unidas) após a segunda guerra mundial, o objetivo era o de designar organizações que não tinham acordos do governo e que estavam voltadas para o desenvolvimento de projetos comunitários (LIMA, 2016). As ONGs começaram apenas com pequenas iniciativas de formar um espaço de discussão apoiando os movimentos sociais articulando junto a eles alternativas democráticas. No entanto, com o passar do tempo, ao se estabelecerem em uma dinâmica altamente produtiva, passaram a ter diversas formas de organização, contribuindo com a construção de uma ordem democrática e lutando pelos direitos adquiridos do cidadão e também articulando juntamente a órgãos específicos políticas públicas que beneficiem a população (TRISTÃO; TRISTÃO, 2016) .

As ONGs e os movimentos sociais completam-se, ambos são diferentes quanto à sua forma de organização e ao seu significado. Os movimentos sociais possuem uma identidade e têm um alvo específico (também podendo ser chamado de opositor), articula um projeto para o que busca alcançar, que irá beneficiar a comunidade e sociedade em geral, mobilizando a comunidade, e têm continuidade (GOHN, 2013). No âmbito dos movimentos socioambientais lutam pela sustentabilidade, novas políticas de inclusão, reconhecimento da diversidade cultural, entre outros, além de articularem-se com outras esferas da sociedade civil e formar parcerias, exercendo controle social e criando novos modelos sociais para a elaboração de novas políticas públicas (MUTZENBERG, 2011). As ONGs por sua vez fortalecem a representatividade das organizações sociais, apoiando os movimentos sociais e ajudando-os a se estruturarem, surgindo para a democratização dos movimentos sociais (GOHN, 2010).

As lutas para a preservação ambiental começaram por meio de ONGs e movimentos sociais com a educação ambiental, pois as unidades de ensino engajados no tema permitiu a disseminação dessa pauta (CARVALHO, 2001; TRISTÃO; TRISTÃO, 2016 ). O processo de educação ambiental brasileira passou por dois momentos de extrema importância, que foi a inserção da educação ambiental na Constituição Federal de 1988 do art. 225, inciso VI do parágrafo 1º: “promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente”, bem como a criação da Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) em 1999, que coloca o indivíduo como conhecedor da realidade e transformador do ambiente em que vive, sendo que as ONGs tiveram seu papel destacado no Decreto nº

4.281, de 25 de junho de 2002 que regulamentou o funcionamento da Política Nacional de Educação Ambiental (BRASIL, 1990; BRASIL,1999).

Vários projetos educacionais permitiram a ascensão das ONGs. Com o advento das ONGs vários projetos sociais passaram a ser financiados por empresas e bancos, dentro da responsabilidade social de cada órgão, desse modo, as organizações passaram a ser mais propositivas que reivindicativas, e então muitos movimentos sociais transformaram-se em ONGs (GHANEM, 2012).

No Brasil, algumas ONGs destacaram-se como pioneiras das questões ambientais, tais como a Associação Gaúcha de Proteção ao Ambiente Natural – AGAPAN, fundada em 1971 e o Movimento Arte e Pensamento Ecológico, que surgiu em 1973. Com o passar do tempo começaram a surgir outras que trabalham com a preservação ambiental, conhecidas no mundo todo, tais como: SOS Mata Atlântica, Greenpeace, entre outras, que empenham um importante papel no Brasil e no mundo (PORTO; MILANEZ, 2009).

Na Paraíba, mais especificadamente na cidade de João Pessoa, as organizações não governamentais de cunho socioambiental têm contribuído muito para a legitimação dos problemas ambientais, bem como com a busca de soluções para a conservação dos recursos naturais. Uma das mais antigas é a Associação Paraibana Amigos da Natureza (APAN), fundada em 1978, Escola Viva Olho do Tempo (EVOT) fundada em 1996, Organização Comunitária de Educação do Meio Ambiente – OCEMA, fundada em 2008, com o objetivo de promover a preservação ambiental e levar a educação ambiental, a ONG Guagiru, fundada em 2002, que é um projeto voltado para o cuidado e preservação das tartarugas urbanas, entre outras (LIMA, 2016). A maioria da formação dessas ONGs foi marcada pelo reconhecimento social da problemática ambiental e pela diminuição da qualidade de vida de algumas das principais comunidades envolvidas, como por exemplo a formação da EVOT, que surgiu com o objetivo principal da preservação do Rio Gramame, devido à perda da qualidade de água que servia de sustento para a comunidade ribeirinha pela pesca, e foi negativamente afetada, influenciando na segurança alimentar e economia da população local (GOHN, 2013).

Desse modo, com a participação das organizações não governamentais os problemas ambientais ganharam visibilidade e significados políticos e sociais para a

democratização que até então não tinham. A contribuição educacional, atrelada a processos informativos são capazes de gerar uma consciência crítica na sociedade, que ao conhecer a problemática e sentir-se parte dos problemas, passam então a lutar pelos seus direitos e pela formulação de políticas públicas para a melhoria da natureza e bem estar social (GONH, 2010).

#### **4.2. Degradação Ambiental**

A Política Nacional do Meio Ambiente define a degradação ambiental como: “a degradação da qualidade ambiental, a alteração adversa das características do meio ambiente”, em que o impacto será de forma negativa ao meio ambiente (BRASIL, 1981). A degradação do meio ambiente agravou-se concomitantemente com o processo industrial e econômico que o mundo passou em meados do século XVIII, quando os recursos naturais começaram a ser usados em grande quantidade a fim de atender as novas necessidades da humanidade em um mundo moderno (PEREIRA, 2016).

É sabido que desde o holoceno o homem utiliza os recursos naturais de modo a causar modificações ambientais, pois este período marcou grandes mudanças na vida da espécie humana, que saiu da posição de caçador e nômade para intervenções agressivas ao meio ambiente, cuidando da terra, plantando para colher e criando animais. Ou seja, já utilizavam os recursos naturais porém sem uma organização econômica (ANDRADE; RIBEIRO, 2011).

A era industrial por sua vez marcou o antropoceno, em que foi possível observar que as ações humanas tiveram forte influência nas alterações biofísicas do planeta. Durante essa época foi possível observar um maior desequilíbrio dos sistemas naturais, de modo a comprometer a resiliência natural dos ecossistemas diante da degradação ambiental causada pelo homem (GUEDES; MOL, 2018). Os impactos ocasionados pela nova era agravaram-se após a Segunda Guerra mundial, pois a partir do ano de 1945 houve uma aceleração populacional, em que em 50 anos a população mundial duplicou, aumentando também os sistemas econômicos e o consumismo (ANDRADE; RIBEIRO).

O impacto ambiental causado pelo homem através da degradação ambiental pode ser feito de três formas, a primeira é o consumo dos recursos naturais de forma mais rápida de que ele possa ser repostos pela natureza, a segunda forma de degradação é pela produção de resíduos em quantidades maiores das que podem ser repostas no ciclo

natural dos nutrientes, e a terceira que é pela introdução de substâncias tóxicas no ambiente (SILVA; CRISPIM, 2011) .

Para alguns estudiosos, como Mulali et al. (2015), o aumento das reservas de riquezas são as grandes responsáveis por melhorar a qualidade do meio ambiente, criando assim uma hipótese chamada de hipótese das curvas ou *environmental Kuznets curve* (EKC), que fala que o crescimento é bom para o meio ambiente, pois ao melhorar a economia, diminui a pobreza e conseqüentemente as desigualdades sociais, no entanto esse pensamento não faz sentido, porque respalda apenas para as classes menos favorecidas a culpa pela degradação ambiental. Pereira (2016), compreendendo isso, alega que o crescimento econômico ocasiona em maior produção de produtos industriais, logo aumenta a quantidade de resíduos, pois há maior tendência de satisfazer as necessidades humanas, sendo assim é o aumento no consumo a principal causa da degradação ambiental.

O sistema econômico não atua independente dos sistemas biológicos, pois o setor econômico extrai os recursos naturais, transforma-os e descarta-os em forma de rejeitos de alta entropia na natureza, afetando a qualidade ambiental (TAMAZIAN et al., 2008). Deve haver uma preocupação com os limites ambientais, pois para os principais economistas clássicos do mundo como Adam Smith, John Stuart Mill e David Ricardo nos atuais sistemas econômicos há a necessidade de um estado estacionário, pois à medida que os recursos naturais acabarem não haverá crescimento econômico, tudo isso pode ser visto na economia dos ecossistemas que trata da gestão eficiente dos recursos naturais (DELUIZ; NOVICKI, 2017).

Os recursos naturais podem ser não renováveis e renováveis. Os recursos naturais não renováveis são obtidos por meio de demandas e das decisões das gerações atuais, como combustíveis fósseis e minerais, já os recursos naturais renováveis pertencem ao que alguns autores chamam de capital natural, que tem uma capacidade própria de renovação, porém tal renovação é comprometida quando a taxa de extração supera a reprodução do capital natural em seu ambiente de origem (PAMPLONA; CACCIAMALI, 2011). O capital natural corresponde ao “estoque” de recursos naturais existentes e que são úteis para o homem, sendo apenas a parte do recurso natural que consegue suportar o sistema econômico (ANDRADE; ROMEIRO, 2011).

Quando o capital natural não consegue manter-se em harmonia com a economia há um conflito entre sociedade, natureza, economia e ética e isso tem ocasionado severas consequências ao meio ambiente, pois está havendo modificações não equilibradas da economia juntamente com a ecologia (PAMPLONA; CACCIAMALI, 2011). Como a economia depende do capital natural para a extração desses recursos, desequilíbrios que levem ao esgotamento de recursos repercutirão diretamente na economia, por falta de recursos.

Segundo Abramovay (2012) a economia precisa ser reinventada para se adequar ao mundo contemporâneo, sem que degrade o meio ambiente, devendo assim existir um novo estilo de vida econômica de modo a combater as desigualdades sociais. Atualmente 7 bilhões de pessoas habitam o mundo, desta quantidade 2 bilhões pertencem à atual classe média global. No ano de 2030 estima-se que a população mundial suba para 8 bilhões de pessoas, desta quantidade 5 bilhões estarão habitando a classe média global, isso significa dizer que teremos 3 bilhões de pessoas em situação de extrema pobreza, e 5 bilhões de indivíduos fazendo pressão sobre elas e também sobre os recursos ecossistêmicos.

Estudos realizados por Moraes e Jordão (2002) há dezessete anos atrás apontaram que a forma de consumismo em que se vive fará com que se entre em uma crise hídrica no ano de 2020, sendo possível observar a grande preocupação dos cientistas para com o problema, pois a relação está diretamente ligada com o crescimento econômico e à medida que as populações crescem os países atingem a escassez de água. Nos anos 2014 e 2015 já foi possível observar uma crise hídrica no sudeste do Brasil, no qual a estação chuvosa do ano de 2014 transcorreu com valores bastante inferiores à média (MORENGO et al., 2010). No nordeste brasileiro também se verificou anos mais secos que o normal entre 2012 e 2016.

O descontrole social e o crescimento urbano afetam diretamente os recursos hídricos, sendo estes considerados os mais degradados e ameaçados no mundo. Nos últimos 60 anos o consumo de água setuplicou: em torno de 70 a 80% da água mundial é destinada para a irrigação, 20 % para a indústria e apenas 6% para o consumo humano. O aumento da população, principalmente nos centros urbanos causará grandes impactos para rios e córregos (MORENGO et al., 2010). Dessa forma, manter os ambientes aquáticos com melhor qualidade, ao invés de os usar como transportadores de

esgoto a céu aberto, não é mais um dever, é uma obrigação, de forma a tornar a água existente capaz de atender os múltiplos usos.

Com essa preocupação, o Laboratório de Ecologia Aquática da Universidade Federal da Paraíba vem desenvolvendo pesquisas no sentido de restaurar ambientes aquáticos poluídos, para melhorar a qualidade de água de rios e córregos urbanos. Randolpho Marinho (2018), em sua dissertação de mestrado, juntamente com o projeto de doutorado de Flávia Oliveira, mostraram ser possível restaurar um rio urbano, com métodos simples e a baixo custo, utilizando a biorremediação como instrumento de restauração. Dessa forma, o Rio do Cabelo diminuiu grandemente a concentração de muitos nutrientes, principalmente o fósforo, aumentou a diversidade de plantas aquáticas, aumentou as espécies de peixes de 6 para 15 e aumentou a transparência.

Lima (2019) conseguiu com o uso da fitorremediação com *Eichornnia crassipes* retirar  $81 \text{ mg.m}^{-3}$  de Fosfato e  $52 \text{ mg.m}^{-3}$  de Nitrato de um córrego que transporta esgoto, evitando que chegasse essa concentração de nutrientes ao Rio Cuiá, em João Pessoa. Se os 10 córregos que formam a Bacia Hidrográfica do Rio Cuiá passassem por biotratamento, o Rio Cuiá deixaria de receber  $0,8 \text{ g.m}^{-3}$  de fosfato e  $0,52 \text{ g.m}^{-3}$  de nitrato, podendo a partir da própria capacidade de depuração restaurar-se. Nesse processo apenas plantas foram usadas, com estruturas de fixação, como tela e cordas, revelando ser um processo simples e de baixo custo.

Estima-se que até o final do século XXI mais da metade da população mundial viverá na zona urbana, até 2025 essa proporção corresponderá a 60% do êxodo urbano. No entanto, o aumento da população urbana, atrelado ao aumento da industrialização e tecnologia exercerá grande pressão sob os recursos hídricos, pois grande parte das aglomerações irá localizar-se próximo a rios, estuários e zonas costeiras (RIBEIRO et al., 2017).

O principal tipo de poluição dos corpos hídricos, principalmente de rios, é a poluição industrial, que combinada com a exploração dos recursos hídricos disponíveis e a destinação inadequada dos resíduos domésticos traz grandes consequências aos ecossistemas, afetando o estado de bem estar social da população e diminuição do capital natural (RATTNER, 2009).

A poluição industrial afeta tanto a saúde humana quanto a qualidade ambiental, pois os efluentes/lixos industriais quando manuseados e depositados de forma inadequada nos corpos hídricos, principalmente nos rios que são os mais utilizados, são maléficos à qualidade de vida, além de afetar a produtividade pesqueira, ocasionando neoplasias em peixes, além de diversos efeitos genotóxicos em outros animais (não só peixes, mas qualquer outro que tiver contato com a água contaminada) e plantas. Alguns estudos demonstram o aumento de anomalias cromossômicas em plantas que estão localizadas nas margens de rios que recebem poluição industrial (RATTNER, 2009).

Diante disso é possível verificar que a degradação ambiental afeta acima de tudo o estado de bem estar social (ou *welfare state*), em que o estado é o principal responsável por promover o bem estar social e econômico de seu povo. Os princípios do estado de bem estar social, diante dessa atual conjuntura social, econômica, ambiental e ética ficam afetados, tais como: Saneamento básico, saúde, educação, distribuição de renda, entre outros. Deve, portanto haver o controle do tripé: natureza, economia e sociedade, diminuindo assim as desigualdades e que se passe a educar uma nova sociedade para um olhar ecológico: a nova era pós moderna (ANDERSEN; MYLES, 2011).

#### **4.2.1. Rios Urbanos**

Os rios são ecossistemas de água doce dotados de valor social, econômico e ambiental, capazes de formar importantes núcleos biológicos, além da produção de oxigênio pelos organismos fotossintetizantes que nele vivem. Fornecem água e alimento para o consumo humano, dessedentação animal, recreação além da regulação de inundações entre outros. Porém atualmente estão considerados como os ecossistemas mais ameaçados do mundo, por estarem sofrendo o impacto antrópico dos grandes centros urbanos (FREITAS et al., 2016).

A poluição dos rios é um problema verificado desde a época em que a humanidade procurou fixar residência, no início dos processos civilizatórios. Atualmente o crescimento urbano tem sido apontado como o principal causador da poluição de rios, uma vez que a urbanização não vem sendo acompanhada de infraestrutura e saneamento básico (RIBEIRO, et al., 2015).

A falta de planejamento urbano tem permitido que grandes áreas próximas a rios sejam ocupadas, desse modo os ecossistemas aquáticos transformam-se em corredores

de transporte de esgoto, sendo os principais pontos de despejo de lixo, além de que as grandes aglomerações de moradias próximos a rios têm causado o aumento das superfícies impermeáveis, atrapalhando o escoamento da água na época de chuva, causando enchentes e inundações (RIBEIRO et al., 2015) .

O desenvolvimento dos centros urbanos produz grande parte dos efluentes que chegam aos rios, advindos de esgotos domésticos, efluentes industriais, águas pluviais, além de depósito de lixo. Alguns outros fatores antrópicos como o uso inadequado do solo e o desmatamento, acabam potencializando os impactos do clima local e conseqüentemente interferindo no ciclo hidrológico das águas presentes no rio, influenciando na disponibilidade de água (OLIVIO; ISHIKI, 2014) .

A poluição da água de rios pode ter origem pontual, como também difusa, porém, qualquer fonte poluidora que adentrar no rio poderá comprometer toda a sua extensão a jusante (SANTOS, 2018). Naturalmente os rios, por meio de seus agentes biológicos, possuem capacidade natural de autodepuração, porém quando há uma elevada poluição, de modo que o lançamento de poluentes seja superior à capacidade de absorção, ocorrerá a perda da qualidade de água do corpo hídrico, pelo aumento da matéria orgânica não biodegradável, e de substâncias tóxicas (XIÃO et al., 2013).

Dentre os rios brasileiro analisados no ano de 2011, 49% deles foram considerados como regulares, 35% ruins, 5% em situação crítica e apenas 11% tidos como bons. A condição precária dos rios permite refletir sobre a falta de consciência coletiva, tanto pela sociedade, como pelo poder público em ser omissos na aplicação de leis para a preservação desse recurso, pois o investimento em saneamento básico é um importante indicador na qualidade de corpos hídricos e na qualidade de vida de uma cidade, tanto no âmbito econômico como social (FREITAS et al., 2016).

De acordo com dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2016), 48% da população brasileira não possui rede de esgoto, e grande parte do esgoto recolhido pelas redes de esgoto vão para valas abertas, que mantêm contato com os rios (BRASIL, 2016). Grande parte dos rios brasileiros enfrentam esses problemas, causando graves conseqüências a curto e longo prazo (SANTOS, 2018).

O Rio Tietê é considerado um dos rios mais poluídos do Brasil, abrange 62 municípios, atravessa o estado de São Paulo e recebe diariamente 690 toneladas de

esgotos provindos da atividade industrial recebendo altas concentrações de produtos químicos (HIRATA, FERREIRA, 2001). O material químico advindo de efluentes industriais quando em contato com a água, além de comprometer a sua qualidade também compromete os reservatórios subterrâneos (ANJOS et al., 2019).

O Rio Ipojuca atravessa vários municípios do Estado de Pernambuco, também é considerado como um dos rios mais poluídos do Brasil, sua principal fonte de poluição também é a industrial, e as substâncias tóxicas que entram em contato com as águas do rio, advém da indústria têxtil, galvanoplastia, indústria química entre outros (COSTA; FERREIRA, 2019). Grande parte dos resíduos líquidos são despejados no rio sem nenhum tipo de tratamento.

A água é um bem comum, e portanto, direito de todos, sendo um recurso fundamental a qualquer tipo de vida, é dever de todos cuidar e preservar os recursos hídricos. Diante de tais problemáticas algumas cidades no mundo veem estudando e aplicando formas eficazes para a descontaminação de rios urbanos (RIBEIRO et al., 2015).

O Rio Sena, em Paris - França era contaminado pela poluição industrial, além disso ainda recebia esgotos domésticos, já foi tido como preocupante para muitos ambientalistas. A França, investiu pesado em saneamento básico, criando estações de tratamento de esgoto e jardins filtrantes, atualmente é considerado um rio despoluído e exemplo em todo o mundo. Situação parecida aconteceu com o Rio Tejo em Lisboa - Portugal, Rio Tâmisa em Londres – Inglaterra entre outros, que conseguiram despoluir com o investimento em saneamento básico e eliminação das fontes de contaminação dos rios, e melhoramento das condições sociais da sociedade (PINHEIRO, 2011).

Devem então haver ações concretas por parte do poder público e uma reorganização urbana e social de modo a planejar e executar medidas severas de revitalização ambiental, garantindo a qualidade de vida da população e a proteção dos ecossistemas de água doce (SANTOS, 2018).

#### **4.3. Avaliação da qualidade de água**

A perda da qualidade de água interfere no bom funcionamento dos ciclos biogeoquímicos, além de comprometer a biota aquática e o bem estar da população em geral. A contaminação dos recursos hídricos já pode ser considerada um problema de

saúde pública, especialmente em regiões onde há condições precárias de saneamento básico e o suprimento de água potável para a comunidade (SANTOS, 2018). Desse modo há a necessidade de conhecer a qualidade da água dos corpos hídricos, para entender a dinâmica ecológica do ecossistema e avaliar como o recurso hídrico pode ser utilizado, além da elaboração de planos de gestão para a melhoria da qualidade de água (LI et al., 2010).

O controle da qualidade de água é feito pela análise periódica da mesma, por meio de monitoramento ambiental. O monitoramento ambiental acompanha as características dos sistemas biológicos, atrelado a um objetivo, normalmente para identificar quais os tipos de tratamentos adequados para a água. O monitoramento também é realizado após a visível recuperação do corpo hídrico, a fim de identificar a eficácia do mesmo (MAROTTA et al., 2008).

A qualidade da água é controlada através de análises de amostras de água coletadas no corpo hídrico, podendo haver as análises *in situ* ou *ex situ*. Atualmente as tecnologias laboratoriais permitem uma gama de informações e análises rápidas e fáceis de avaliação e de padrões que são indicadores de ambientes degradados (EVERARD; MOGGRIDGE, 2012). O objetivo principal das análises da qualidade de água são a prevenção e investigação. A prevenção dos riscos trazidos pela água à saúde humana e à natureza, trabalhando juntamente com a investigação que é capaz de identificar os agentes causadores da poluição e possíveis anomalias e agravos de sistemas hídricos, buscando soluções rápidas para a melhoria da qualidade da água (LI et al., 2010).

A água para ser considerada potável deve atender aos requisitos da Portaria de Consolidação nº 5/MS, de 28/09/2017- Anexo XX (Portaria MS Nº 2914 de 12/12/2011), devendo seguir parâmetros como: Possuir aspecto limpo e transparente, não apresentar odor ou gosto desagradável, não ter nenhuma substância que cause prejuízos à saúde humana (BRASIL, 2011).

Durante as análises da qualidade de água os principais parâmetros físicos e químicos avaliados são: Condutividade elétrica, potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido, temperatura, transparência da água, turbidez, sólidos totais dissolvidos, clorofila-*a* e análises dos principais nutrientes fosfatados (fósforo total e ortofosfato) e nitrogenados (amônia, nitrito e nitrato) (DILLENBURG, 2007).

Além das análises físicas e químicas é de extrema importância o biomonitoramento ou monitorização biológica, que consiste nas respostas dos organismos vivos para determinar alguma condição ambiental, pois segundo Li et al., (2010), tais organismos possuem mecanismos de resposta a adaptações físicas, químicas e biológicas a longo prazo, sendo possível avaliar os impactos ecológicos no ecossistema por um longo período, pois muitos organismos são bioindicadores e portanto indicam o efeito de ações humanas sobre os recursos naturais (GRESSLER et al., 2012). Além dos bioindicadores tem os biomarcadores que são os organismos que apresentam alguma modificação em seu comportamento biológico e fisiologia normais em respostas aos efeitos tóxicos do ambiente (XIÃO et al., 2013).

#### **4.3.1. Condutividade Elétrica**

A condutividade elétrica é a capacidade de condução de corrente elétrica, é uma variável proporcional à concentração de íons dissolvidos, e é expressa em  $\mu\text{Scm}^{-1}$  ou  $\text{mScm}^{-1}$ . Dessa forma, com a presença de esgoto, rico em matéria orgânica, que ao se decompor libera sais minerais na água, a condutividade tende a aumentar. Algumas outras variáveis influenciam na condutividade, como a temperatura, pois ela permite que ocorram algumas reações químicas (LIMA et al., 2011).

Alguns fatores ambientais influenciam na condutividade elétrica, como: formação geológica, poluição industrial e doméstica, escoamento superficial de área agrícola, ou seja, condutividade elétrica alta, pode indicar poluição, com descarga de materiais antrópicos na água (GOULART; CALLISTO, 2003).

#### **4.3.2. Potencial hidrogeniônico (pH)**

O pH irá determinar a acidez do corpo hídrico, seus valores num ambiente aquático variam de 0 a 10, sendo ácida quando  $\text{pH} < 7$ , alcalina quando  $\text{pH} > 7$  e neutra quando  $\text{pH} = 7$ . O pH influencia diretamente nos ecossistemas aquáticos, sendo portanto uma das principais variáveis a ser analisadas, pois interfere nos processos fisiológicos e bioquímicos dos organismos, tais como: trocas iônicas com o meio extracelular e absorção e excreção de substâncias. Os corpos de água devem estar com pH variando em torno de 4-9 (ESTEVES, 1988).

Alterações nos valores de pH podem indicar influência antropogênica, como : Despejos de esgotos domésticos e industriais, deixam o pH mais ácido, pois há uma oxidação da matéria orgânica liberando Íons  $\text{H}^+$ , tornando o meio mais ácido. Porém

fatores naturais também modificam os valores de pH, como processos do tipo: fotossíntese e absorção de gases atmosféricos ( NOZAKI et al., 2014).

#### **4.3.3. Oxigênio dissolvido (OD)**

Consiste na concentração de dióxido de oxigênio presente na água, essencial para a vida aquática, sendo este considerado como o principal agente oxidante no meio aquático. No corpo hídrico há organismos que produzem oxigênio dissolvido (pelas atividades fotossintéticas) e consomem, porém esse gás também pode vir do ambiente externo, entrando na água por meio da interface água- ar (PINTO et al., 2010).

Seus valores variam durante as 24 horas de um dia, isso porque as algas fotossintéticas realizam a fotossíntese na presença da luz, chegando em concentrações de OD mais elevados no fim do dia, pois têm passado o dia inteiro produzindo o gás , e alcança valores mínimos no início da manhã, pois as algas produtoras de oxigênio passaram a noite sem luz solar para as atividades fotossintéticas, sendo consumido grande parte do OD produzido durante a noite (DARWICH et al., 2005), principalmente em ecossistemas eutrofizados, que apresentam muitos processos respiratórios, principalmente pela decomposição.

Como o OD está associado a processos químicos e biológicos, a determinação dessa variável é de extrema importância para a análise da qualidade da água. Valores muito baixos de OD podem indicar ação antrópica no corpo hídrico, como o aumento da matéria orgânica provindo de efluentes domésticos e industriais, aumentando a quantidade de organismos que vivem em condições de anoxia, como bactérias e fungos, sendo em sua maioria prejudicial à qualidade da água. Alguns fatores naturais também podem influenciar na quantidade de OD na água, como por exemplo: Pressão relativa do ar (influenciados pela altitude) (PINTO et al., 2010).

As concentrações de OD são aferidos preferencialmente em  $\text{mg.L}^{-1}$ , e *in situ*, assim consegue refletir de forma fidedigna a dinâmica real do ecossistema. Em lagos e represas os valores de OD variam verticalmente na coluna de água, já em rios e demais ecossistemas lóticos variam horizontalmente, sendo que rios muito profundos podem apresentar variações verticais de OD (DARWICH et al., 2005).

#### **4.3.4. Temperatura**

A temperatura influencia no crescimento dos organismos, reprodução e demais atividades biológicas. Os organismos habitam determinado ecossistema com base na temperatura ótima para as suas atividades biológicas, sendo assim é considerado também como um determinante do tipo de ser vivo que irá habitar o ecossistema aquático (ESTEVES, 1988).

A temperatura da água é proveniente da radiação do sol, pode ser medida em graus Celcius (°C) e influencia também as reações químicas que ocorrem na água, principalmente em relação às propriedades químicas, quanto menor a temperatura mais densa é a água, logo terá uma maior absorção de oxigênio, pois corpos de água frios têm maior capacidade de reagir com o oxigênio e este se torna mais solúvel, tem importante influência na solubilidade de gases, para além do oxigênio. A temperatura da água ainda forma a estratificação térmica em reservatórios, lagos e rios com uma profundidade maior, ocasionando barreiras físicas (LIMA et al., 2011).

#### **4.3.5. Sólidos totais dissolvidos**

Consistem nas rochas, solos dissolvidos e matéria orgânica dissolvidas na água. Quando há uma grande quantidade de sólidos dissolvidos, principalmente iônicos, são os grandes responsáveis pelo aumento da condutividade elétrica. Os sólidos dissolvidos são prejudiciais à saúde se ingeridos, pois formam superfícies metálicas na água tornando-as impróprias para o consumo e ao ingerir pode ter efeito laxativo. Os sólidos totais dissolvidos são medidos em mg/L (MORAIS; ARAUJO, 2015).

#### **4.3.6. Clorofila- *a***

A clorofila-*a* é um pigmento fotossintetizante localizado em organelas citoplasmáticas de células vegetais chamadas de plastos. Sua função é a de absorver comprimentos de onda específicos, refletindo a cor verde, o que confere a coloração das folhas das plantas. Estão presentes em seres eucariotos fotossintetizantes e em cianobactérias (ESTEVES, 1988).

Quando há proliferação de organismos aquáticos fotossintetizantes no corpo hídrico pode-se afirmar que a produtividade primária está alta, e pode estar sendo ocasionada pelo aumento de matéria orgânica e nutrientes que estão sendo carreados para a água, podendo causar a eutrofização antrópica (aumento de algas que podem ser tóxicas –cianobactérias- e nutrientes na água). A análise de clorofila-*a* em corpos

aquáticos irá avaliar a produtividade primária, sendo extremamente importante durante a análise da qualidade de água. A clorofila é medida em  $\text{mg.L}^{-1}$  (BUZELLI; SANTINO, 2013).

#### **4.3.7. Nutrientes**

##### *4.3.7.1. Nitrogenados*

O nitrogênio pode estar presente no corpo hídrico principalmente nas formas: amônia ( $\text{NH}_3$ ), nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) e nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). A presença desses elementos em baixas concentrações na água são limitantes à produção primária, uma vez que são as principais fontes de nitrogênios para tais organismos (ESTEVES, 1988).

A amônia é a mais reduzida forma do nitrogênio na água e está naturalmente presente em corpos hídricos, sendo o resultado da degradação de compostos orgânicos e inorgânicos presentes na água, podendo também ser resultado das excretas da biota aquática, como os peixes, porém as concentrações de amônia aumentam com a descarga de efluentes domésticos e industriais, além de fezes de animais que são criados nas margens dos corpos hídricos, carregados para a água quando chove (PEREIRA; MERCANTE, 2005). A matéria orgânica contém proteína e uréia, quando há a diminuição do oxigênio dissolvido pelas ações metabólicas ocorre a hidrólise destas, liberando amônia (REIS; MENDONÇA, 2008).

O aumento da concentração de amônia causa efeitos tóxicos à biota presente, como: Comprometimento das brânquias e guelras de peixes, afetando o sistema nervoso dos mesmos, além de efeitos secundários causados pela alteração que a elevação da amônia causa nas concentrações de pH, temperatura e condutividade elétrica (REIS; MENDONÇA, 2008).

O nitrogênio de origem animal e vegetal quando em contato com a água se transforma em nitrogênio amoniacal, este por sua vez é oxidado a nitrito e depois a nitrato, pelo processo de nitrificação. O nitrato, no entanto, precisa de vias oxidativas para a sua formação na água, ou seja, na água deve haver oxigênio para a sua formação, pois é uma das formas oxidativas do nitrato, por isso normalmente ocorre em quantidade muito baixa nos ambientes. A presença do nitrato na água, que indica o processo final da nitrificação, pode indicar poluição por efluentes domésticos na água (ROCHA et al., 2009).

#### 4.3.7.2. Fosfatados

O fósforo está presente na água sob a forma de fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), o fosfato se apresenta no corpo hídrico sob as seguintes formas: fosfato particulado, fosfato orgânico dissolvido e fosfato total, estando presentes naturalmente provindos de rochas das bacias de dragagem, material particulado presente na atmosfera. A principal fonte do fósforo artificial é o despejo de efluentes domésticos, efluentes industriais na água, gases industriais que entram em contato com a coluna de água, resíduos agrícolas que entram em contato com a água pelo uso de adubos agrícolas próximos às margens de rios e lagos (ROCHA et al., 2009).

O fósforo é de extrema importância para o metabolismo dos seres vivos, pois armazena energia e está presente na estrutura das membranas celulares. Quando o fósforo de origem antrópica entra em contato com os corpos de água ocorre uma série de reações químicas, que convertem polifosfato em ortofosfato, e fósforo orgânico em íons fosfatados e assim ocorre o aumento da concentração de nutrientes fosfatados na água, ocasionando o processo de eutrofização. A análise do fósforo na água é extremamente importante para avaliar o grau de poluição no corpo hídrico, suas concentrações são avaliadas em mg/L (BARRETO et al., 2013, ROCHA et al., 2009).

#### 4.4. Ecotoxicologia aquática

A Ecotoxicologia é a ciência que estuda as modalidades de contaminação do ambiente pelos poluentes naturais ou sintéticos produzidos pelas ações antrópicas e seus efeitos sobre os seres vivos que habitam a Terra (AREZON et al., 2011). Nasceu como uma ferramenta de monitoramento ambiental baseada nas respostas de organismos vivos a estresses químicos, e tem como finalidade detectar a presença de substâncias tóxicas, podendo agir no sentido de impedir/prevenir determinada intoxicação de forma a saber interromper ou remediá-la o mais cedo possível (QUEIROZ et al., 2017), desde que se conheça a sua origem.

As análises químicas por si só não conseguem qualificar o impacto ambiental de forma completa, pois não demonstram os efeitos das substâncias químicas no ecossistema como um todo (AREZON et al., 2011). As análises químicas conseguem quantificar as substâncias tóxicas, desse modo devem ser utilizados organismos vivos para detectar quais os efeitos dessas substâncias para os organismos e saúde humana. As respostas dos organismos para as quantidade de tóxicos no ambiente dependerá da

quantidade de substâncias tóxicas despejadas no corpo hídrico, bem como com o tempo de exposição, no entanto, não determinam o composto tóxico, apenas seu efeito (SILVA et al., 2015).

As substâncias químicas presentes no corpo hídrico podem formar um sinergismo com outras substâncias químicas, interferindo assim no equilíbrio do ecossistema, os ensaios ecotoxicológicos por sua vez conseguem identificar o impacto causado aos seres vivos por estas substâncias (SILVA et al., 2015) .

Tais análises são realizadas com a utilização de biomarcadores, que são uma ferramenta de monitoramento ambiental capaz de expressar o efeito tóxico de um poluente presente no ambiente em estudo, refletindo na alteração morfológica, fisiológica ou comportamental do organismo teste, quando exposto ao poluente. Para a análise ecotoxicológica o termo mais utilizado para os organismos teste tem sido bioindicador, porém em análises ecotoxicológicas é mais prudente o uso do termo biomarcadores, uma vez que bioindicadores refletem organismos que indicam a condição existente com base em sua presença (TORO, 2011; AREZON et al., 2011), e biomarcadores a resposta fisiológica de organismos vivos à presença de determinadas substâncias químicas (LINS, et al. 2010).

A contaminação do corpo hídrico, para causar o efeito toxicológico na água, dá-se pelos efluentes industriais, pelo uso de agrotóxicos em plantações, águas superficiais, entre outros. Magalhães e Ferrão (2008) tratam a ecotoxicologia como parte da “ecologia do estresse”, devido à sua visão ecossistêmica em assumir uma importante visão no conceito de nicho ecológico à medida que os agentes tóxicos interagem com fatores naturais (pH, temperatura, pressão osmótica e nutrição), refletindo-se no organismo vivo, pertencente ao ecossistema. Estas análises são importantes, porque mesmo quantidades mínimas de tóxicos podem afetar a biota.

As normas para os ensaios ecotoxicológicos são padronizados no Brasil, e são elaborados pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), com base nas pesquisas desenvolvidas por profissionais na área e o conhecimento deles acerca do tema, adaptando os ensaios à realidade local, indicando os principais organismos a serem utilizados (COSTA, et al. 2008). Nóbrega (2019) apresentou a proposta em sua tese de doutorado de organismos nativos, como *Moina minuta*, comparando e atestando a sua eficácia como organismo teste (NÓBREGA, 2019).

Para ensaios ecotoxicológicos são necessários organismos de preferência nativos, pois conseguem refletir as alterações ambientais de forma fidedigna ao ambiente estudado. Nas avaliações padrão podem ser utilizadas espécies de bactérias, microcrustáceos, algas e peixes, para ensaios de toxicidade aguda e crônica (FLYNN; PEREIRA, 2011).

Sendo assim, um maior conhecimento das espécies nativas e do corpo hídrico, garante uma melhor abordagem do estudo ecotoxicológico. Várias concentrações de produtos tóxicos sub letais, podem causar perturbações, levando à “morte ecológica”, impedindo assim que organismos realizem as suas funções no ecossistema (localização de presas, percepção química e motora, inibição da desova) chegando à morte (MAGALHÃES; FERRÃO, 2008).

Com relação à legislação vigente, o capítulo 1 da resolução CONAMA nº 357/2005, trata que os ensaios ecotoxicológicos “determinam os efeitos físicos e químicos deletérios aos organismos aquáticos” e mais especificadamente os ensaios toxicológicos determinam os riscos dos efeitos químicos e físicos à saúde humana. A mais recente resolução que trata do assunto é a resolução CONAMA 430/2011, que aborda as condições de lançamento de efluentes, complementando a resolução 357/2005, e definem no capítulo 4, inciso XXI o teste de toxicidade como “métodos utilizados para detectar e avaliar a capacidade de um agente tóxico provocar efeito nocivo, utilizando bioindicadores dos grandes grupos de uma cadeia ecológica”, para isso é estabelecido o fator de toxicidade, definido no inciso VIII do mesmo capítulo como: “número adimensional que expressa a menor diluição do efluente que não causa efeito deletério agudo aos organismos, num determinado período de exposição, nas condições de ensaio” (CONAMA, 2005; CONAMA, 2011)

A ecotoxicologia é capaz de avaliar o dano causado ao meio ambiente, além de prever futuros impactos ambientais, mas no Brasil ainda é necessário a realização de mais estudos capazes de definir os melhores organismos biomarcadores e as metodologias mais adequadas para as análises, já que a maioria dos estudos são de regiões temperadas e portanto para regiões equatoriais não são satisfatórios, capazes de servir como subsídio para estudos posteriores (SILVA et al., 2015).

#### **4.4.1. Teste de toxicidade aguda**

A resolução CONAMA nº 357/2005, capítulo 1ª, inciso XVII, define o efeito tóxico agudo como sendo “o efeito deletério aos organismos vivos causado por agentes físicos ou químicos, usualmente letalidade ou alguma outra manifestação que a antecede, em um curto período de exposição” (CONAMA, 2005).

Trata-se de uma resposta rápida ao agente poluidor, apresentando respostas num intervalo de 0 -96 horas (CÉSAR et al., 1997). Após o teste de toxicidade aguda é possível identificar a dose letal (LD<sub>50</sub>), que é a quantidade de substância química (substância química em mg pela massa do organismos biológico em Kg) capaz de causar a morte de 50% dos indivíduos biomarcadores num período de 14 dias (MOURA et al., 2012). No entanto, essas concentrações só são possíveis de identificar em trabalho experimental de contaminação artificial, visto que nas análises utilizando água do ambiente isso não será possível, apenas poderá ser concluído que tem ou não efeito letal.

#### **4.4.2. Teste de toxicidade crônica**

A resolução CONAMA nº 357/2005, capítulo 1ª, inciso XVIII, define a toxicidade crônica como:

Efeito deletério aos organismos vivos causados por agentes físicos ou químicos que afetam uma ou várias funções biológicas dos organismos, tais como a reprodução, o crescimento e o comportamento, em um período de exposição que pode abranger a totalidade de seu ciclo de vida ou parte dele (BRASIL, 2005).

A toxicidade crônica resulta do efeito prolongado do agente tóxico ao organismo biológico, com efeitos cumulativos, podendo ser observados efeitos sub-letais, os que afetam as funções biológicas do organismo exposto, tais como, reprodução, produção e desenvolvimento de ovos, maturação, dentre outros comportamentos (MOURA et al., 2012), sem no entanto causar mortalidade direta. Apesar disso, efeitos sub letais que não causem morte imediata poderão causar morte a médio prazo caso afete a reprodução.

Os efeitos crônicos são mais comuns quando os efluentes não tratados são despejados no ambiente aquático. Sendo assim os organismos estão expostos a uma

baixa concentração do poluente acumulando os efeitos tóxicos com o passar do tempo (CÉSAR et al., 1997).

#### **4.5. Por que a *Moina minuta* como espécie biomarcadora?**

O uso de zooplâncton, incluindo os microcrustáceos, é de extrema importância para os estudos ecotoxicológicos, uma vez que algumas espécies são amplamente distribuídas no corpo de água doce, importantes na cadeia alimentar, pois servem como alimento para vários peixes e outros organismos da cadeia alimentar, além de possuírem um ciclo de vida curto, sendo assim o motivo de serem facilmente manipulados em laboratório. Devido ao seu tamanho reduzido, são sensíveis a vários contaminantes aquáticos, além de tudo a reprodução assexuada por partenogênese desses crustáceos garante a obtenção de organismos geneticamente idênticos, sendo organismos-testes adequados com respostas toxicológicas sensivelmente constantes (COSTA et al., 2008).

Ensaio ecotoxicológicos envolvendo microcrustáceos utilizam frequentemente os organismos teste: *Daphnia similis*, *Daphnia magna* e *Artemia salina* (para efeito agudo) e *Ceriodaphnia dubia*, *Ceriodaphnia silvestrii* (para efeito crônico). No entanto, tais espécies não são nativas para a região da Paraíba (CRISPIM; WATANABE, 2009).

A *Moina minuta* é uma espécie tipicamente partenogenética, porém quando sujeita a condições de estresse produzem machos e *ephippia*, ou seja, saem da condição de partenogênese para a gametogênese, e isso é influenciado por alguns fatores, como: temperatura, disponibilidade de alimento, densidade populacional, predadores, entre outros. *Ephippia* são ovos de resistência que podem viver por vários anos em estado de latência, eclodindo sempre que o ambiente estiver favorável, garantindo assim a resiliência e novamente o estabelecimento da população (CRISPIM; WATANABE, 2009)

Estudos realizados por Gomes (2015) em ensaios ecotoxicológicos em *Moina minuta*, espécie nativa da região em estudo (CRISPIM; WATANABE, 2009) demonstrou que os parâmetros biológicos obtidos por essa espécie, foram semelhantes aos obtidos pelas espécies exóticas, como a alta reprodução devido a seu pequeno tamanho (r-estrategista), além da sua longevidade, garante os requisitos necessários para padronização da espécie como organismo teste em estudos ecotoxicológicos, sendo de extrema relevância em testes de toxicidade na região do nordeste, mais precisamente na Paraíba (NÓBREGA, 2019).

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMOVAY, R. Muito além da Economia Verde. **Planeta**. (2012).
- ANDERSEN, G. F., MYLES, J. Economic Inequality and the Welfare State. **Oxford Handbooks Online**, p. 2-36. 2018.
- ANDRADE, C. ; ROMEIRO, A. Degradação Ambiental e Teoria Econômica: Algumas Reflexões sobre uma “Economia dos Ecossistemas”. **Revista Economia**, v. 12, n.1. p.3-26. Jan-abr, 2011.
- ANDRADE, M.O.de. Diálogo de saberes: em busca de uma epistemologia ambiental, in: ANDRADE, M.O. de. **Meio Ambiente e Desenvolvimento: bases para uma formação interdisciplinar**. João Pessoa: Ed. Universitária UFPB, p.11-35, 2008.
- ANJOS, F. R.; LUZZI, L.; STORTE, F. Estudo da viabilidade da descontaminação do rio Tietê na região metropolitana de São Paulo. **INOVAE**, v. 7, p. 60-78, jan-dez, 2019.
- AREZON, A. , NETO, T. J., GERBER, W., Manual sobre toxicidade de efluentes industriais. **Federação das Indústrias do Rio Grande do Sul – FIERGS**. Edição 1, 40p, 2011.
- BARRETO, L.V; BARROS, F.M; BONOMO, P; et al. Eutrofização em Rios Brasileiros, **enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16, Bahia, 2013.
- BRASIL, J., HUSZAR, V. L., o papel dos traços funcionais na ecologia do fitoplâncton continental. *Oecologia Australis*, v.15, n.4, p.799-834, Dezembro 2011.
- BRASIL, Ministério das Cidades. (2018). Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos-2016**.
- BRASIL, Portaria nº 2.914, de 12 de Dezembro de 2011. **Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Ministério da saúde, 2011.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. 4. Ed. São Paulo: Saraiva, 1990.
- BRASIL. LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente.
- 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. DOFC PUB 28/04/1999.
- CARTIER, R.; BARCELLOS, C.; HÜBNER, C.; PORTO, M. F. Vulnerabilidade social e risco ambiental: uma abordagem metodológica para avaliação de injustiça ambiental. **Cad. Saúde Pública**, v.25, n.12, p. 2695-2704, dez, 2009.

CARVALHO, I. C. Educação Ambiental e Movimentos Sociais: Elementos para uma história política do campo ambiental. **EDUCAÇÃO: Teoria e Prática**, v. 9, n. 16, p46-56. jan/jun. 2001.

CESAR, A., SILVA, S. L., SANTOS, A. R., Testes de toxicidade aquática no controle da poluição. UNISANTA Universidade Santa Cecília Laboratório de Ecotoxicologia. Edição 4, 37p., fevereiro, 1997.

CONAMA. **Resolução CONAMA 357/2005, de 17 de Março de 2005**. Dispõem sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, Ministério do Meio ambiente, 2005.

CONAMA. **Resolução CONAMA 430/2011, de 13 de Maio de 2011**. Dispõem sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a resolução nº357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2011.

COSTA, C. R.; OLLIVI, P.; BOTTA, C. M; ESPINDOLA, E. V., A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. **Química Nova**, v.31, n.7, p.1820-1830, 2008.

COSTA, G. C.; FERREIRA, M. O.; Indicação de alocação dos custos em projetos de despoluição: uma análise das bacias hidrográficas dos rios Ipojuca e Capibaribe. **Revista Estudo e Debate**, v. 26, n. 3, p. 124-151, 2019.

CRISPIM, M.C e WATANABE, T. Variação nas comunidades zooplanctônicas como adaptação a alterações no estado trófico, no reservatório de Gramame/Mamuaba, Alhandra-PB. In: **A Bacia do Rio Gramame: Biodiversidade, uso e conservação**. Barbosa, J.E.L.; Watanabe, T. e Paz, R.J. (Org.):101-115. 1ª. ed. Eduepb, Campina Grande, 217 p. 2009.

DARWICH, A. J. , APRILE, F. M., ROBERTSON, B. A., , Diversidade Biológica e Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central. Capítulo 3: Limnologia do Lago Tupé: dinâmica espaço-temporal do oxigênio dissolvido. **Editora INPA**, p. 36-67, 2005.

DELUIZ, N. , NOVICKI, V., Trabalho, meio ambiente e desenvolvimento sustentável: implicações para uma proposta de formação crítica. **SENAC**. v. 1, p. 1- 8, 2017.

DILLENBURG, A. K. **A importância do monitoramento ambiental na avaliação da qualidade de um rio** – estudo de caso – Mercedes, PR. Revista Urutágua – Revista Acadêmica Multidisciplinar, Maringá, n. 12, p. 1-10, 2007.

ESTEVEES, F. A., **Fundamentos de Limnologia**. 2.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

ESTEVEES, F.A., **Fundamentos de Limnologia**. 3ª edição. Interciência, Rio de Janeiro, RJ. 826p, 2011.

EVERARD, M.; MOGGRIDGE, H. L.; Rediscovering the value of urban rivers. **Urban Ecosyst**, v.15, p.293–314, 2012.

FLYNN, M. N.; PEREIRA, W. R. Abordagem Populacional na Ecotoxicologia. *RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*. **RevInter**, v. 4, n. 3, p. 79-91, out. 2011.

FREITAS, L. S. , SILVA, J. C., OLIVEIRA, R. S., A falta de saneamento e o impacto ambiental em rios urbanos. XX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VI Encontro de Iniciação à Docência – Universidade do Vale do Paraíba. **Educação e Ciência para a Cidadania Global**, p 1-6, 2016.

GHANEM, E. As ONGs e a responsabilidade governamental com a escola básica no Brasil. **Pro-Posições**, v. 23, n. 2 , p. 51-65, maio/ago. 2012

GOHN, M. G. Ações coletivas civis na atualidade: dos programas de responsabilidade /compromisso social às redes de movimentos sociais. **Ciências Sociais Unisinos**. Vol. 46, N. 1, p. 10-17, jan/abr, 2010.

GOHN, M. G. Sociedade Civil no Brasil: movimentos sociais e ONGs. **Meta: Avaliação** , v. 5, n. 14, p. 238-253, mai./ago. 2013

GOMES, W. K., Avaliação físico-química e ecotoxicológica de água e sedimento na região do baixo curso do Rio doce, zona norte do Natal- RN. **Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente)**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 119p, 2015.

GONH, M. G. Movimentos sociais na contemporaneidade. **Revista Brasileira de Educação**. v. 16 n. 47, p. 333-512, maio-ago. 2011.

GOULART, M & CALISTO, M.. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista FAPAN**, v2, n.1, p.156-164, 2003.

GRESSLER, P., SCHNEIDER, R. C S., CORBELLINI, V. A., BJERK T., SOUZA M. P., ZAPPE A., LO-BO, E. A. Microalgas: aplicações em biorremediação e energia. **Caderno de Pesquisa, Série Biologia**; v.24, n.1, p.48-67, 2012.

GUEDES, V. L., MOL, M. P. Água e Resíduos Sólidos: Ambiente, Saúde e Bem-Estar Humano no Contexto do Antropoceno. **Journal of Social, Technological and Environmental Science**. v.7, n.2, p. 140-164, mai.-ago. 2018.

HERCULANO, S. O clamor por justiça ambiental e contra o racismo ambiental. **Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente** - v.3, n.1,p 1-20, jan./ abril, 2008.

HIRATA, R. C., FERREIRA, L. M.; Os aquíferos da bacia hidrográfica do Alto Tietê: Disponibilidade hídrica e vulnerabilidade à poluição. **Revista brasileira de geociências**, v. 31, n.1, p. 43-50, 2001 .

LEFF, E. Epistemologia Ambiental. Cap 4. **Saber Ambiental: do conhecimento interdisciplinar ao diálogo de saberes** 3 ed., São Paulo: Cortez, p.159-190, 2002.

LI, Li.; ZHENG, B.; LIU, S. Biomonitoring and Bioindicators Used for River Ecosystems: Definitions, Approaches and Trends, **International Society for**

**Environmental Information Sciences.** Annual Conference (ISEIS), p.1510–1524, 2010.

LIMA, G. F. Sociedade civil e meio ambiente: a atuação das ONGs socioambientais na região metropolitana de João Pessoa – PB e sua contribuição à legitimação social dos problemas ambientais. **Desenvolv. Meio Ambiente**, v. 38, p. 499-520, agosto 2016.

LIMA, R. S., SANTOS, V. B., GUERREIRO, T. B., et al., Um sistema microcontrolado para o monitoramento on-line, in situ e remoto de pH, condutividade e temperatura de águas. **Química Nova**, v. 34, n. 1, p.135-139, 2011.

LINS, J. A.; KIRSCHNIK, P. G.; QUEIROZ, V. S.; et al. Uso de peixes como biomarcadores para monitoramento ambiental aquático. *Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.*, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 469-484, out.-dez. 2010

MAGALHÃES, D.P.; FERRÃO, A.S., A ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos. **Oecol. Bras.** v. 12, n.3, p. 355-381, 2008.

MARINHO, R.; OLIVEIRA, F. F. CRISPIM, M. C. et al.; Restauo de rio urbano usando biorremediação. **II Simpósio Internacional de Águas, Solos e Geotecnologias (SASGEO)-Livro de resumos.**, 2018.

MAROTTA, H., SANTOS, R. O., E ENRICH-PRAST, A. Monitoramento limnológico: um instrumento para a conservação dos recursos hídricos no planejamento e na gestão urbano-ambientais. **Ambiente & Sociedade**, v.11, p.67–79, 2008.

MEDEIROS, M. C.; JUNIOR, J. B. Estudo de caso da expansão do shopping manaira e comunidade São José sobre o rio Jaguaribe em João Pessoa-PB, **Polêmica**, v. 16, n.2, p. 71-89, abr, mai e jun, 2016.

MORAES, D. S., JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista Saúde Pública** v.36, n.3, p. 370-374, 2002.

MORAIS, R. C., ARAÚJO, I. R., Análise espacial da concentração de sólidos totais dissolvidos (STD) em águas subterrâneas da região norte do Piauí. **Revista Equador (UFPI)**, v.4, n.4, p.67-80, jul-Dez., 2015.

MORENGO, J. A. , NOBRE, A. C. , SELUCHI, M. E. et al. A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo. **Revista USP**, n. 106, p. 31-44, 2015. Qualidade Ambiental: Reflexões Teóricas

MOURA, N. S., VASCONCELOS, A. C., BARNABÊ, B. M., Ensaio toxicológicos: Um estudo sobre a utilização de testes in vivo e in vitro. *Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer*, Goiânia, v.8, n.15; p.1945-1959, 2012.

MULALI, U. A., TANG, C. F. , OZTURK, I. Estimating the Environment Kuznets Curve hypothesis: Evidence from Latin America and the Caribbean countries. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.50, p.918–924, 2015.

MUNIZ, L. M. Ecologia Política: o campo de estudo dos conflitos sócio-ambientais. **Revista Pós Ciências Sociais**, v.6, n.12, p. 181-196, 2009.

MUTZENBERG, R. Movimentos Sociais: Entre Aderências, Conflitos e Antagonismos. **SINAIS – Revista Eletrônica - Ciências Sociais**, v.1, n.9, p.127-143. Junho. 2011.

NANDINI, S., SARMA, S. S., Reproductive strategies of Moina (Cladocera) in relation to their habitat. **Limnetica**, v.38, n.1, p.137-145, 2019.

NINČEVIĆ-GLADAN, Z.; BUZANCIC, M.; KUSPILIC, G., et al., The response of phytoplankton community to anthropogenic pressure gradient in the coastal waters of the eastern Adriatic Sea. *Ecological Indicators*, p106-115, 2015.

NÓBREGA, T. F.; Uso de espécies nativas em ensaios ecotoxicológicos para avaliar a qualidade de água e sedimento da bacia hidrográfica do Rio Doce, RN. **Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente)**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 159 p. 2019.

NOZAKI, C. T., MARCONDES, M. A., LOPES, M. A., et al., Comportamento temporal de oxigênio dissolvido e pH nos rios e córregos urbanos. **Atlas de saúde ambiental**. v.2, n.1, p.29-44, jan-abr. 2014

NUNES, E. M. Conflito social ambientalizado em João Pessoa-PB: o caso da bacia do rio Gramame-Mumbaba. – **Revista Eletrônica de Ciências Sociais/UFPB**. n.21, p.59-72, 2012.

OLIVO, A. M. , ISHIKI, H. M., Brasil frente à escassez de água. **Colloquium Humanarum**, v. 11, n.3, p. 41-48, 2014.

PÁDUA, J. et al. Protocolo de amostragem e análise de fitoplancton. Manual para avaliação da qualidade biológica da água em lagos e albufeiras segundo a directiva quadro a água. Instituto das águas. p. 1-67., 2009

PAMPLONA, J. B., CACCIAMALI, M. C. O paradoxo da abundância: recursos naturais e desenvolvimento na América Latina. **Estudos avançados**, v.31, n.89, p. 251-270, 2017.

PEREIRA, A. O. O impacto ambiental do hiperconsumo na sociedade moderna: as políticas públicas de sustentabilidade local. *Revista Juridica*. v. 3, n. 44, p. 232-256, 2016

PEREIRA, L. P., MARCANTE, C. T., a amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água. Uma revisão, **B. Inst. Pesca**, v.31, n.1, p.81 - 88, 2005.

PINHEIRO, P. Europa, França e Bahia: Difusão e adaptação de modelos urbanos (Paris, Rio e Salvador). Salvador: **EDUFBA**. 2011.

PINTO, A. L. ; OLIVEIRA, G. H. ; PEREIRA, G. A., Avaliação da eficiência da utilização do oxigênio dissolvido como principal indicador da qualidade das águas superficiais da bacia do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS. **Revista. GEOMAE**, v.1, n.1, p.69 – 82, 2010.

PORTO, M. F.; MILANEZ, B. Eixos de desenvolvimento econômico e geração de conflitos socioambientais no Brasil: desafios para a sustentabilidade e a justiça ambiental. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.14, n.6, p.1983-1994, 2009.

QUEIROZ, L. G.; SILVA, F. T.; BRAZIL, T. C. , Caracterização estacional das variáveis físicas, químicas, biológicas e ecotoxicológicas em um trecho do Rio Paraíba do Sul, SP, Brasil. **Rev. Ambient. Água**, v. 12 n. 2, p.238-248, 2017

- RAPOSO, A. A., BARROS, L. F., JUNIOR, A. P. O uso de taxas de turbidez da bacia do alto rio das velhas – quadrilátero ferrífero/MG – como indicador de pressões humanas e erosão acelerada. **Revista de Geografia**, v. especial VIII , n. 3, Set. 2010.
- RATTNER, H. Meio ambiente, saúde e desenvolvimento sustentável. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.14, n.6, p.1965-1971, 2009.
- REIS, J.A., MENDONÇA, A.S., Análise técnica dos novos padrões brasileiros para amônia em efluentes e corpos d'água. **Eng Sanit Ambient**, v.14, n.3, jul-set 2009.
- RIBEIRO, T. G., BOAVENTURA, G. R., CUNHA, L. S. et al. Qualidade Ambiental: Reflexões Teóricas. **Revista Processos Químicos**, p. 37-45. Jan / Jun, 2017.
- ROCHA, C. J. ROSA, A. H., CARDOSO, A. A. Introdução a química ambiental (ed. 2 ). Porto Alegre: Bookman, 2009.
- RODRIGUES, L. A., CUNHA, D. A., BRITO, L. M., PIRES, M. V., Pobreza, crescimento econômico e degradação ambiental no meio urbano brasileiro. **Revista de la red iberoamericana de economía ecológica**, v.26, p.11-24, 2016.
- SANTOS, L. B. Rios urbanos brasileiros, um bem comum poluído. **Escenarios: empresa y territorio**, v. 7, n. 9, p. 9-12, 2018.
- SANTOS, L. B.; Editorial: Rios urbanos brasileiros, um bem comum poluído. **Escenarios: empresa y territorio**, v.7, n.9, p. 9-12, 2018.
- SANTOS, P. F.; DIAS, A. M.; COSENZA, A.; FONSECA, J. A., SILVA, M. A. Impactos e injustiças ambientais: Significações de atores que constituem um conflito socioambiental. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v.12, n.1 , p. 100-114, 2017
- SANTOS, R. M., MOREIRA, R. A., ROCHA, O., Composição e abundância do zooplâncton em um córrego urbano. **IX Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 9, n. 3, p. 18-32, 2013.
- SANTOS, S. S.; HAMMERSCHMIDT, K. S. A complexidade e a religação de saberes interdisciplinares: contribuição do pensamento de Edgar Morin. **Rev Bras Enferm**, v.65, n.4, p. 561-565, ju/ago, 2012.
- SILVA, D. C., POMPÊO, M., PAIVA, T. C., Capítulo2: A Ecotoxicologia no contexto atual no Brasil. **Ecologia de reservatórios e interfaces**, São Paulo : Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, p.240-353, 2015.
- SILVA, L. D.; Rios urbanos brasileiros, um bem comum poluído. **Editorial: Institución Universitaria ESUMER**. v. 7, n. 9, 2018.
- 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.53-58, Junho 2013.
- SILVA, V. B.; CRISPIM, J. K. Um breve relato sobre a questão ambiental. **Revista GEOMAE - Geografia, Meio Ambiente e Ensino**. v. 2, n. 1, p. 163-175, 2011.

TAMAZIAN, A. , CHOUSA, J. P. , VADLAMANNATI, K. C. Does higher economic and financial development lead to environmental degradation: Evidence from BRIC countries. **Energy Policy** v.37, p. 246–253, 2009.

TORO, B. Uso de los biomarcadores en la evaluación de la contaminación. **Revista luna azul**, n.32, p.121-127, 2011.

TRISTÃO, V. T. ; TRISTÃO, J. A. A contribuição das ONGS para a educação ambiental: uma avaliação da percepção dos *stakeholders*. **Ambiente & Sociedade**. V.19, n.3, p 47-66, Jul/Set. 2016.

TUNDISI, J.G.; GENTIL, J.G. & DIRICKSON, C., Seasonal cycle of primary production of nano and microphytoplankton in a shallow tropical reservoir. **Revista Brasileira de Botânica**, v.1, p.35-39, 1999.

XIÃO, R.; BAI, J.; HUANG, L. et al. Distribution and pollution, toxicity and risk assessment of heavy metals in sediments from urban and rural rivers of the Pearl River delta in southern China, **Ecotoxicology**. v. 22, p. 1564–1575. 2013.

XIÃO, R.; BAI, J.; HUANG, L. et al., Distribution and pollution, toxicity and risk assessment of heavy metals in sediments from urban and rural rivers of the Pearl River delta in southern China. **Ecotoxicology**, v.22, p.1564–1575, 2013.

## CAPÍTULO 1

### **EMPODERAMENTO DAS COMUNIDADES DO VALE DO GRAMAME ATRAVÉS DOS MOVIMENTOS SOCIOAMBIENTAIS PARA MELHORIA NA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO GRAMAME**

#### **RESUMO**

O presente trabalho teve como objetivo realizar um relato histórico das lutas sociais da comunidade do Vale do Gramame para a melhoria da qualidade de água da bacia do Rio Gramame, associando com as principais ações realizadas que a Organização de Sociedade Civil de Interesse Público – Escola Viva Olho do Tempo juntamente aos órgãos municipais e federais. Foi feita uma pesquisa qualitativa, com a observação participante, e a elaboração de um relato histórico sobre as principais lutas sociais em prol do rio, além de entrevistas e questionários com os líderes dos movimentos sociais, participantes das ações da EVOT e os órgãos de apoio como: SUDEMA, MPF e câmara de vereadores. Foi constatado que as lutas envolvendo o Rio Gramame apesar de serem antigas ainda é uma pauta da atualidade. A EVOT realiza ações de forma sistemática com a comunidade, além de ajudar na formulação de políticas públicas e alocação de recursos públicos para as ações sociais. Os órgãos públicos avaliam como de extrema importância as ações ao longo do tempo para a melhoria da qualidade de água do rio, a SUDEMA e a câmara de vereadores acreditam que há limitações em suas funções para fazer mais pelos movimentos, tais como: Falta de recursos financeiros e prerrogativas de seus cargos, respectivamente. O MPF é o órgão que acompanha as ações desde os primórdios funcionando como cumpridor das leis e presando pela democracia sendo um órgão mediador avaliando o melhor caminho a seguir. Apesar de sutil, é possível observar um avanço das ações para a melhoria da qualidade de água do rio, o fortalecimento da comunidade com ações tem garantido o maior conhecimento sobre os seus direitos garantindo emponderamento da região do Vale do Gramame, cobrando ações junto ao poder público além de propagar a conscientização ambiental para a preservação dos recursos hídricos para outras gerações.

**Palavras chave:** Movimentos socioambientais, Rio Gramame, Poluição industrial, ecoeducação.

## **ABSTRACT**

The present work aimed to make a historical account of the social struggles of the Gramame Valley community to improve the water quality of the Gramame river basin, associating with the main actions carried out by the Public Interest Civil Society Organization - Escola Viva Olho do Tempo together with the municipal and federal agencies. A qualitative research was carried out, with participant observation and the elaboration of a historical account of the main social struggles in favor of the river, as well as interviews and questionnaires with the leaders of social movements, participants of EVOT actions and the support agencies. as: SUDEMA, MPF and city council. It has been reported that the struggles involving the Gramame River, despite being old, are still a current agenda. EVOT systematically carries out actions with the community, as well as helping to formulate public policies and allocate public resources for social actions. Public agencies consider the actions over time to improve river water quality to be of utmost importance, SUDEMA and the city council believe that there are limitations in their functions to do more for movements, such as: Lack of resources prerogatives of their positions, respectively. The MPF is the body that monitors the actions since the early days, working as law-abiding and presiding for democracy and being a mediating body evaluating the best way forward. Although subtle, it is possible to observe an advance of actions for the improvement of the river water quality, the strengthening of the community to the actions has guaranteed the greater knowledge about their rights guaranteeing the empowerment of the Gramame Valley region, demanding actions with the power. public as well as propagating environmental awareness for the preservation of water resources for other generations.

**Keywords:** Social and environmental movements, Gramame River, Industrial pollution, eco-education.

## ***1. Introdução***

O presente estudo foi realizado na região do vale do Baixo Gramame, localizada entre os municípios do Conde e João Pessoa capital paraibana, onde está localizado o Rio Gramame. É considerado o principal rio da capital, pois abastece 70% da grande João Pessoa, que corresponde à média de 700 mil pessoas dependendo das águas desse corpo hídrico que atualmente vem sofrendo com a ação antrópica causando a perda da qualidade da sua água e o bem-estar dos que constroem a via às margens do Rio Gramame.

As comunidades próximas à bacia do Rio Gramame enfrentam sérios problemas relacionados com a poluição do corpo hídrico desde a década de 1960, com a instalação do Distrito Industrial (CRISPIM; WATANABE, 2014). O distrito industrial está localizado nas margens da BR 101, ocupando uma área de 642 hectares, algumas indústrias presente no distrito industrial despeja efluentes no Riacho Mussuré (um dos principais efluentes da Bacia do Gramame), assim influenciando a qualidade de água do Rio Gramame, bem como no equilíbrio ecossistêmico.

O despejo de efluentes industriais no rio ocasionou sérios danos à comunidade que depende da pesca para o seu sustento, além da limitação do uso da água para o lazer e dessedentação animal, a partir de então a comunidade começou a mobilizar-se para exigir os cuidados com o Rio Gramame.

Desde os anos 1980 grande parte da população participa dos movimentos sociais em busca da melhoria da qualidade da água do Rio Gramame. São em sua maioria pessoas que sofrem com perda da qualidade de água do rio (TURNELL; CRISPIM 2014; BELMONT et al, 2018) . Essas pessoas se enquadram no que a ecologia política chama de injustiça ambiental, segundo a Rede Brasileira de Injustiça Ambiental, criada em 2001, tal conceito trata de sociedades desiguais, do ponto de vista econômico e social, em que grande parte dos danos ambientais acomete principalmente a parcela desfavorecida de atenção do poder público na sociedade (CARTIER et al., 2009; GOHN, 2010 ).

A vulnerabilidade socioambiental é a sobreposição de grupos populacionais de baixa renda, discriminados, sujeitos a privações em que tais pessoas convivem/vivem em locais de degradação ambiental (GOHN, 2010). É exatamente esse o cenário na qual

vivem as populações ativas em movimentos sociais na bacia do rio Gramame-Mumbaba.

A criação de novos saberes como a busca por conhecimento acerca do meio ambiente para manter a natureza em equilíbrio, permite que a população desperte para lutar por uma nova realidade, desenvolvendo a responsabilidade social, que é incorporada na sociedade e empresas após a realização de movimentos sociais (GOHN, 2011). Nessa perspectiva surgiu em 1998 a Organização da Sociedade Civil de Interesse Público Congregação Holística da Paraíba - Escola Viva Olho no Tempo (EVOT), que vem realizando ao longo dos anos as principais ações que visam a ecoeducação, com projetos embasados em valores humanos e princípios éticos de respeito ao meio ambiente, pessoas, comunidade, buscando assim uma melhor qualidade de vida para as crianças e toda a comunidade do Rio Gramame-Mumbaba e respectivos afluentes (MENDONÇA, 2018), fortalecendo-as para os valores de ética, moralidade e educação ambiental.

Os movimentos sociais projetam em seus participantes o sentimento de pertencimento social, e passam a desenvolver uma reflexão acerca da sua realidade, podendo aproximar todos os indivíduos da comunidade e todos aqueles que lutam pelo mesmo objetivo, havendo um fortalecimento identitário. Tais ações permitem a construção de uma nova ordem social, e as reivindicações impulsionam mudanças sociais diversas, tais como a construção de identidade, projetos e grupos sociais, entre outros (GOHN, 2010).

Diante de todo o contexto histórico das lutas sociais da EVOT e das comunidades ribeirinhas para a melhoria da qualidade de água do Rio Gramame, pode-se considerar de extrema importância o conhecimento do histórico de lutas sociais nas comunidades residentes no vale do Gramame (especialmente as comunidades de Mituaçu, Gramame e Engenho Velho), juntamente com a Escola Viva Olho do Tempo, buscando avaliar quais as suas principais ações e lutas para a melhoria da qualidade de água do rio e evidenciar a influência disso na qualidade da água bem como as principais dificuldades e perspectivas. Desse modo, este trabalho tem o objeto principal de realizar um relato histórico das lutas sociais desta comunidade, associando com as principais ações realizadas que a EVOT juntamente com os órgãos estaduais para a melhoria da qualidade da água do Rio Gramame e a qualidade de vida das suas comunidades.

## **2. Materiais e Métodos**

### **2.1. Caracterização do Ambiente de Estudo**

A presente pesquisa foi realizada na Congregação Holística da Paraíba – Escola Viva Olho do Tempo (EVOT), localizada nas proximidades do Rio Gramame. A EVOT é uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público sem fins lucrativos, foi fundada em 16 de Abril de 1998, possui credenciamento no conselho municipal dos direitos da criança e do adolescente (CMDCA), surgiu com a proposta de fomentar uma melhor qualidade de vida por meio da consciência de paz e fraternidade, incentivando os vínculos familiares e sociais, atuando no campo da: Educação, cultura, lazer, cidadania, meio ambiente, turismo, entre outros.

No ano de 2004 a EVOT passou a trabalhar na preservação de olhos de água, protegendo as 08 nascentes principais do rio, além de acolher as crianças e adolescentes do entorno, fornecendo a eles a busca pelo autoconhecimento e a educação ambiental, fortalecendo o sentimento de identidade cultural e conseqüentemente o pertencimento do seu espaço e da natureza na qual estão inseridos.

### **2.2. Caracterização da pesquisa**

O presente trabalho foi inicialmente avaliado pelo comitê de ética (número do parecer: 3.062.602) para que posteriormente fosse realizada uma pesquisa qualitativa com base na observação participante junto à EVOT, na qual foi realizado o acompanhamento de suas ações pelo período de um ano e meio (Abril/2018- Out/2019) e posteriormente realizados questionários e entrevistas, além da elaboração do relato histórico.

### **2.3. Relato histórico**

Para a elaboração do relato histórico foram utilizados os registros da mídia e pesquisas junto à OSCIP-EVOT que detém os dados sobre todas as ações realizadas em prol do rio para realizar o relato de como se deu início às principais ações para a melhoria da qualidade de água do rio, sendo avaliados os principais resultados dos movimentos sociais.

### **2.4. Aplicação de entrevistas e questionários**

Com base na observação participante, foram selecionada as principais pessoas e órgãos, com base na participação e atuação desses nos movimentos e ações da EVOT,

para que fossem realizadas entrevistas e questionários, aos líderes dos movimentos sociais, aos participantes do movimento e os principais órgãos.

#### ***2.4.1. Líderes dos movimentos sociais***

Para os principais líderes da EVOT e conseqüentemente dos movimentos sociais em prol do rio, foi realizada uma entrevista por meio de um grupo focal composto por cinco pessoas, sobre como se deu início aos primeiros movimentos sociais em prol do rio, quais as principais dificuldades e o que esperam do futuro de suas ações, como funciona o movimento, quais os principais apoiadores dos movimentos, entre outras. Além das questões referentes à percepção deles à poluição do rio, foram questionados como é percebido se o rio encontra-se poluído, e como agem os principais órgãos responsáveis do município frente às questões ambientais.

#### ***2.4.2. Participantes dos movimentos sociais***

Foi realizado um questionário para os participantes dos movimentos sociais, o qual era aplicado durante as ações em prol do Rio Gramame realizadas pela EVOT. O questionário continha cinco questões de múltipla escolha (em anexo) e buscou-se saber a frequência dos participantes nas ações, onde residiam, qual era a relação deles com os movimentos e o que os motivava a estarem ali.

#### ***2.4.3. Principais Órgãos envolvidos***

Foi realizada uma entrevista na Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA), câmara de vereadores e Ministério Público Federal (MPF). Na SUDEMA foi realizada a entrevista na Coordenadoria de Educação Ambiental do órgão, na qual ocorreu a formação de um grupo focal composto por quatro pessoas que representam o órgão nas ações da EVOT para a melhoria da qualidade de água do rio.

Os órgãos foram questionados há quanto tempo conhecem a EVOT, como participam das ações, como ajudam os movimentos sociais, quais as principais dificuldades do órgão entrevistado e o que poderia ser feito para melhorar ações do Rio Gramame para se obter melhores resultados para a qualidade de água do rio (entrevistas em anexo).

#### ***2.4.4. Oficina: Dialogando o conhecimento científico na Escola Olho do Tempo***

Também foram realizadas ações de Educação Ambiental pela pesquisadora junto aos alunos da EVOT e comunidade do entorno. Para isso foram realizadas oficinas, com

o intuito de mostrar como se realizam análises de qualidade de água, e mostrar a comunidade planctônica. Para as análises químicas foram utilizados kits do Labcom e para a observação de plâncton foi utilizado um microscópio binocular, com capacidade de aumento de até 1000x e um microscópio estereoscópico binocular, com capacidade de aumento de até 400x.

### ***3. Resultados e Discussão***

#### ***3.1. Escola Viva Olho do Tempo***

A EVOT foi fundada em 16 de Abril de 1998, credenciada pelo MPF como uma OSCIP (Organização da Sociedade Civil de Interesse Público) com o objetivo de realizar estudos e debates sobre o meio ambiente, justiça, saúde, desenvolvimento humano, entre outros, segundo o estatuto de sua formação busca fomentar uma melhor qualidade de vida, com os ideais de paz, igualdade, fraternidade, caridade e humildade para com os outros, incentivando também as práticas sustentáveis. A escola trabalhava com a realização de sonhos pessoais e coletivos, como uma forma de valorização pessoal.

No ano de 2001 a OSCIP passou a localizar-se na comunidade de Gramame em João Pessoa, conhecendo assim as necessidades locais, e em 2004 deu início aos trabalhos com o foco na preservação de olhos de água do Rio Gramame, contabilizando 08 nascentes além de acolher as crianças e adolescentes do entorno, fornecendo a eles a busca pelo autoconhecimento e a ecoeducação, sentimento de pertença, fortalecendo o sentimento de identidade cultural e conseqüentemente o pertencimento do seu espaço e da natureza na qual estão inseridos, fator esse que incentiva a participação da população do Vale do Gramame nas ações.

Abrange uma clientela de aproximadamente 170 alunos, todos muito envolvidos com as ações da escola, sendo muito participativos nas atividades lúdicas, como oficinas, leitura e a musicalidade muito presente nas ações realizadas pela EVOT. A escola conta com bibliotecas, espaço de leituras para a contação de histórias, apoio psicopedagógico, um museu comunitário da Escola Olho do Tempo, quadra de esportes, além de uma vasta área verde de mata atlântica, com várias plantas nativas, algumas plantadas na escola.

A Escola trabalha em parceria com a associação de moradores de Gramame, Mituaçu e Engenho Velho, sendo realizadas reuniões periódicas com os líderes dessas

comunidades para ações que visem o bem estar e melhoria da qualidade de vida dos moradores. Essa parceria se faz para um de seus objetos que é o desenvolvimento da sensibilização crítica dos moradores da região, para que assim busquem ser protagonistas de ações de melhoria da qualidade de água do Rio Gramame, e capacitem as crianças do entorno a desenvolverem essa mesma visão, para irem em busca de seus direitos e a formulação de políticas públicas de conservação ambiental, para assim com a união de toda a comunidade possam interligar os valores culturais de seus modos de viver e seu contato permanente com a natureza, focando em sua preservação.

Foi considerada a principal instituição articuladora da região do baixo Gramame, e por isso a Prefeitura de João Pessoa por meio das Lei n<sup>a</sup>10989 de 2017 e a Lei n<sup>a</sup> 8627 de 2008 reconheceu a instituição como entidade pública municipal e estadual, respectivamente, essas articulações acontecem por meio de encontros, reuniões, oficinas como forma de buscar melhorias para a região, além da implantação da agricultura sustentável o desenvolvimento do turismo na região, sendo um dos objetivos a articulação do turismo de base comunitária pela escola na região, além de liderarem os movimentos sociais para a preservação do Rio Gramame

As ações realizadas pelo movimento são sustentadas de forma colaborativa pelas parcerias entre as organizações, parlamentares, instituições públicas e privadas e pessoas físicas, também por meio de recursos destinados através da EVOT que destina parte de seus recursos de projetos aprovados nas ações da referente proposta. Neste sentido a instituição disponibiliza uma equipe de elaboração de projetos e capacitação de recursos de qualquer iniciativa, que tenha como princípio a salva guarda do patrimônio hídrico e pelo orçamento público através da incidência Pública e provocação aos setores legislativos, através de 03 mandatos populares assim apresentam propostas para subsidiar emendas parlamentares e atualmente contam com a construção de uma comissão parlamentar que discutirá questões hídricas no município de João Pessoa.

As ações da EVOT corroboram com a visão dos movimentos sociais na atualidade segundo Gonh (2011), que parte de denúncias, pressão direta por meio de mobilizações, passeatas, chamando a atenção dos que estão de fora dos movimentos, principalmente do poder público e pressões indiretas. A EVOT divulga seu trabalho por meio também das redes sociais, rádio e televisão, de onde conseguem mobilizar as pessoas para as suas ações.

A escola tem os seguintes objetivos: educação ambiental, mobilização social e *advocacy* (Instituições com a finalidade de influenciar a formulação de políticas e a alocação de recursos públicos), sendo assim definidos com base no objetivo do desenvolvimento sustentável. Como sociedade civil, articula-se em Redes sociais, coletivos de rede e redes de movimentos sociais.

A rede social refere-se à organização da escola com os fundadores e a formação inicial dos representantes dos movimentos, todos com um objetivo, essa formação cria o elo inicial do movimento social em torno do Rio Gramame e abrange inicialmente amigos, conhecedores do trabalho realizado pela escola, parentes. Posteriormente o movimento se organizou em coletivos de rede, que são formados pelas articulações da EVOT com outros órgãos, visando o alcance dos seus objetivos e por fim as redes de movimento que buscam exaltar a identidade social, com propostas e objetivos previamente definidos, essas são as ideias de articulações de redes de movimentos sociais de Martinho et al. (2011), que estão em acordo com a organização da EVOT na capital paraibana

Para alcançar os seus objetivos realizam anualmente um roteiro de atividades a serem desenvolvidas ao longo de um ano. Para a realização das atividades é feita uma reunião nos primeiros meses dos respectivos anos, em que são convidados representantes comunitários, líderes dos movimentos sociais, educadores da EVOT, representante da AESA (Agência executiva de água do estado da Paraíba), SUDEMA (Superintendência de administração do meio ambiente), EMPAER (Empresa paraibana de pesquisa extensão rural e regularização fundiária), UFPB (Universidade Federal da Paraíba) e a Câmara de Vereadores representada pelo vereador em mandato Tibério Limeira. Juntos planejam ações e definem metas a serem alcançadas no final do ano, todas focadas na preservação do Rio Gramame e no trabalho de ecoeducação com as crianças carentes da região do Vale do Gramame

As principais ações realizadas por meio da escola para a preservação do Rio Gramame são denominadas de “ocupações” e todas fazem parte da campanha permanente: “O Rio Gramame quer viver em águas limpas”. As ocupações são realizadas todos os anos, segundo a EVOT e a finalidade das ações é a de capacitação das crianças, chamar a atenção da mídia e poder público para a problemática da

degradação ambiental do Rio Gramame, além de acompanhar o inquérito policial juntamente ao MPF para a efetivação de suas reivindicações.

### **3.1.1. Ações de Ecoeducação**

As ações de ecoeducação visam levar o conhecimento acerca do rio às crianças e comunidades participantes das ocupações, destacam-se: **Gincana do conhecimento para o Rio Gramame**, que tem o objetivo de preservação dos recursos naturais do Vale do Gramame, reunindo ações educativas partilhando os saberes de forma lúdica.

O **encontro dos saberes** e a **capacitação de 130 crianças** ensinam às crianças as histórias de luta do Vale do Gramame, a importância da preservação dos mananciais, e a preservação da natureza, além do conhecimento de análise da qualidade de água. Para a análise da qualidade de água o gestor ambiental, os educadores utilizam o kit do SOS Mata Atlântica e levam as crianças ao rio onde é aferida a qualidade de água do corpo hídrico com o material, realizando a análise de nutrientes, oxigênio e potencial hidrogênionico.

Realização de **oficinas multiplicando saberes**, com as comunidades que vivem e convivem com os rios e efluentes, a fim de torná-los indivíduos críticos em gerir suas próprias ações de defesa dos recursos hídricos, além da **qualificação em comunicação e educação ambiental** para jovens e adolescentes do Vale do Gramame, com a finalidade de incentivá-los a promover ações para a melhoria da qualidade do Rio Gramame.

É realizada a conscientização da comunidade escolar acerca da preservação da água no dia internacional da água em 22 de Março. A EVOT realiza mobilizações que partem da necessidade de mostrar às crianças a importância da preservação dos rios, para isso os alunos saíram em passeata da escola até às margens do rio, coletando o lixo que se localizava pelas redondezas e colocando placas com mensagens de conscientização social para a preservação do Rio Gramame (**Figura 1**).

Na oportunidade foi debatida a importância da coleta seletiva de lixo e o impacto do destino inadequado do lixo para o rio. Foram coletados mais de dez sacos de lixo de 200 L, e a ação foi finalizada com uma ciranda, e a musicalidade da EVOT com seus tambores com músicas de autoria da escola, de modo a enaltecer a preservação do Rio Gramame.

**Figura 1:** Placas de sensibilização ambiental elaboradas e colocadas no caminho do Rio Gramame, pelos alunos da EVOT



**Foto:** Larissa Regis, 2019

### ***3.1.2. Ações de Conscientização social***

As ações de conscientização social feitas pela EVOT são aquelas que vão além da região do Vale do Gramame ou da própria escola física, tentam atrair o máximo de pessoas, dos mais diversos setores. O objetivo principal é chamar a atenção dos principais veículos de comunicação do município, além de disseminar o conhecimento sobre as ações populares e suas lutas pela melhoria de um rio que fisicamente fica mais próximo a eles, porém afeta toda a cidade, por ser a principal fonte de abastecimento urbano da capital paraibana.

Na **Caminhada Ecológica – Rumo aos 300 tambores**, realizaram uma caminhada pela principal avenida da capital paraibana até a praia de Cabo Branco, com os batuques de seus tambores, cantando músicas de sua autoria que falam sobre o rio, e discursando em carros de som, enfatizando a importância do Rio Gramame para a cidade, foi uma das maiores ocupações realizadas pela EVOT (**Figura 2**).

**Figura 2:** Passeata rumo aos 300 tambores realizada na praça das muriçocas, miramar até a Praia de Tambaú



**Foto:** Acervo da EVOT

Na **Remada do Abraço** os participantes da ocupação saem em canoas e caiaques (**Figura 3**) pelo Rio Gramame por 17 km, sendo mostrada a situação na qual o rio se encontra, gerando uma conscientização ambiental por meio dos que dela participam.

**Figura 3:** Remada do abraço realizada pela EVOT desde a ponte dos arcos até o mar



**Foto:** Acervo da EVOT

Outra ação é a **LIXO NÃO**, em que é realizada coleta de lixo nas margens do Rio Gramame. A EVOT ainda tem em suas metas anuais a realização de pelo menos **10 trilhas ecológicas**, no qual recebem visitantes de outras escolas ou instituições e realizam uma trilha ecológica nas margens do Rio Gramame, levando a ecoeducação para a comunidade de fora do Vale do Gramame.

### **3.1.3. Ações de efetivação das reivindicações**

Todas as ações realizadas pela EVOT têm o importante papel de informar e obter os resultados esperados, a efetivação das reivindicações é um importante passo para os movimentos sociais do Vale do Gramame que trabalha com a *advocacy*, é nesse momento que os representantes dos movimentos sociais dialogam com o poder público e buscam alternativas viáveis para a questão da degradação hídrica no Vale do Gramame.

Os líderes dos movimentos sociais participam de **audiências públicas** com os representantes dos municípios que banham o Rio Gramame (João Pessoa, Conde, Pedras de Fogo, Alhandra, Santa Rita, São Miguel de Taipú e Cruz do Espírito Santo). As Audiências Públicas são realizadas na câmara de vereadores da capital, que cede espaço para a EVOT realizar as suas reivindicações e expor as suas dificuldades frente ao poder público.

O Ministério Público Federal ainda possui o **Inquérito Policial Civil do Rio Gramame**, sendo o mesmo acompanhado periodicamente por meio de reuniões com os principais líderes e representantes comunitários do Vale do Gramame. Além de tudo é desejável pelos líderes dos movimentos a realização de **coletivas de imprensa, reunindo todos os meios televisivos de João Pessoa**, porém nem sempre é possível, pois segundo os líderes dos movimentos sociais, os meios televisivos não dão a devida importância às questões ambientais do Rio Gramame, exceto quando têm grande repercussão social, como foi o caso do acidente com soda cáustica, que matou vários peixes em fevereiro de 2018.

### **3.1.4. Oficina: Dialogando o conhecimento científico na Escola Olho do Tempo**

A observação participante contou com momentos de compartilhamento de conhecimentos como a criação de uma oficina de conhecimento intitulada “Dialogando o conhecimento científico na Escola Olho do Tempo”, com a presença de um líder comunitário, educadores.

A oficina foi realizada com quatorze alunos da escola, três educadores e um líder comunitário. Os equipamentos e materiais utilizados foram provenientes do laboratório de ecologia aquática da UFPB, dentre eles: microscópio ótico, lupa binocular, reagentes químicos simples (reagentes para análise de nutrientes em aquário) para as análises de nutrientes da água, pHâmetro e oxímetro. Foi solicitado que os participantes levassem

uma garrafa pet limpa com um pouco da água do rio, e as variáveis analisadas na sala de forma lúdica com os participantes, foram avaliados: Nutrientes da água, em especial a amônia, oxigênio da água, pH, fitoplâncton (algas) e zooplâncton.

Muitas pesquisas são realizadas com o Rio Gramame, a maioria delas são entregues à EVOT e expostas na secretaria da escola, muitas dessas ricas em informações e pouco exploradas pela escola, pela falta do conhecimento técnico em interpretar alguns dados, devendo haver uma conexão entre o conhecimento científico e saberes da tradição. Desse modo essa oficina surgiu com uma forma de disseminar o conhecimento científico para que a comunidade acadêmica e alunos possam ler os trabalhos científicos produzidos para o Rio Gramame sabendo interpretar os principais resultados e entender quais os riscos e limitações do uso da água do Rio Gramame, assim como as ações que poderão ser realizadas pela própria comunidade para diminuir o impacto ambiental.

A oficina permitiu que os alunos expusessem suas opiniões e seus receios sobre a qualidade de água do rio, têm medo do rio perder totalmente a qualidade da sua água, mas sentem-se esperançosos em ver o Rio Gramame em águas limpas. Com a água do rio que trouxeram puderam aferir, com a ajuda de profissionais da UFPB, o oxigênio, temperatura, pH além das análises de nutrientes, gerando muito interesse tanto por parte de quem participava das análises como de quem as via na oficina. Durante as análises eram explicados aos alunos o significado de cada variável e como elas influenciavam na qualidade de água do rio, foi compreendido que o aumento da poluição no rio causava todo o desequilíbrio da água podendo causar a morte de peixes e a perda da qualidade da água e da qualidade de vida dos ribeirinhos (**Figura 4**).

O que chamou mais a atenção dos alunos foi a visualização do fitoplâncton (algas) e do zooplâncton pelas lentes de aumento. Na oportunidade foi mostrado a relação da poluição dos rios com a eutrofização (definida como o aumento de algas responsáveis pela coloração esverdeada na água). Foi alertado também o cuidado em não consumir a água nessas condições de coloração e também os cuidados que devem ter para o manuseio e utilização da água com sinais de contaminação.

O encontro foi finalizado com os alunos, professores contando suas experiências quanto a atitudes para a não poluição do Rio Gramame tais como: Não jogar o lixo no rio, conscientização dos que não têm acesso à educação ambiental, a importância de

reflorestar as áreas desmatadas. Com essa atividade foi possível despertar nos alunos a capacidade crítica e intelectual, tornando-os capazes de serem cuidadores do meio ambiente e transformadores da sua realidade no futuro.

**Figura 4:** Oficina ministrada na EVOT, para dialogar o conhecimento científico. (A) Alunos da EVOT manuseando visualizando micro algas (B) Senhora, moradora na comunidade do rio Gramame, visualizando as microalgas no microscópio. (C) Turma de alunos da EVOT que participaram da oficina



**Fotos:** Larissa Regis, 2019

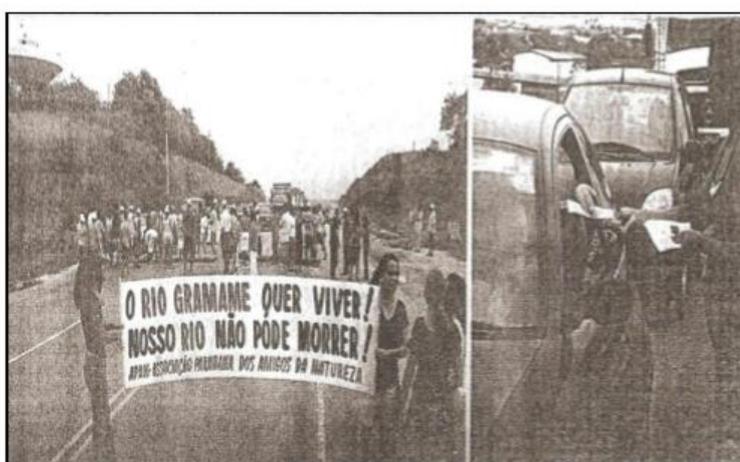
### ***3.2.Históricos de conflitos socioambientais no Rio Gramame***

A Poluição da Bacia Gramame, em especial na região do baixo Gramame começou a acontecer com a instalação do distrito industrial na década de 60, desde então a bacia é cercada por indústrias, fato que vem comprometendo a qualidade de sua água e o bem estar da população ribeirinha, pois as empresas lançam dejetos sem tratamento adequado nas águas do rio afetando de forma significativa o ecossistema aquático e a pesca pelos ribeirinhos (TURNELL, CRISPIM; 2014). As principais indústrias localizadas próximo ao rio são de origem alimentícia, têxteis, minerais não metálicos, engenharia civil, entre outros, além da poluição ocasionada pelas usinas de

cana-açúcar, localizadas próximo as nascentes no alto Gramame, onde utilizam muitas vezes agrotóxicos que entram em contato com a água do rio prejudicando sua qualidade, além de comprometer as nascentes que são difusas (NUNES, 2012).

O conflito só se tornou público em 1984 após diversas denúncias sobre o agravamento da perda da qualidade de água do Rio Gramame. Em 1992 foi criado, pelos ribeirinhos, o movimento “Salve o Gramame” quando a comunidade, juntamente com ambientalistas reuniram-se para discutir sobre as principais problemáticas envolvendo a bacia (NUNES, 2012) (**Figura 5**).

**Figura 5:** Protesto em prol do Rio Gramame, com o fechamento da BR 101



**Foto:** Nunes, 2012

A situação da poluição do Rio Gramame foi tomando dimensões cada vez maiores na comunidade, principalmente quando aconteceu um acidente em 2000, quando uma senhora caiu no córrego que continha efluentes industriais, na região de Mumbaba e veio a falecer, episódios como esse fizeram com que a comunidade lutasse cada vez mais pela melhoria da qualidade da água do rio.

Após anos de luta, por parte da comunidade e ambientalistas, no ano de 2004 a região do Baixo Rio Gramame foi sede da agenda 21, por iniciativa da EVOT e consequência da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO- 92), que incentivou a aplicação de agendas 21 pelo país. Dentre os objetivos da agenda 21 estava o desenvolvimento do turismo local, mapeamento de trilhas ecológicas e a avaliação da qualidade de água para desenvolvimento local. A agenda 21 permitiu a parceria da EVOT com outros órgãos e instituições públicas e de iniciativa privada para a parceria de projetos de restauração do

Rio Gramame, como a própria Prefeitura de João Pessoa, SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio as Micros e Pequenas empresas), Banco do Brasil, Banco do Nordeste, UFPB entre outros.

No ano de 2007, após lutas sociais, dessa vez envolvendo o âmbito político, a EVOT em parceria com a Associação Amigos da Natureza oficializaram uma denúncia ao Ministério Público por uma Ação Civil Pública o que ocasionou o Inquérito Civil Público No. 030/2007/PMA. Em 2007 -2008 após a denúncia foram indiciadas três empresas: GIASA, COMPEL E COTEMINAS, e por meio de medidas judiciais eles pagaram uma multa, que gerou o primeiro estudo diagnóstico impetrado pelo MPF ao rio pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

O MPF convocou a UFPB para realizar o monitoramento ambiental do Rio Gramame durante um ano, vistoriando a emissão de poluentes capazes de comprometer a qualidade da água, sendo firmado assim, um Termo de Ajuste de Conduta (TAC) entre o Estado da Paraíba por meio da SUDEMA e MPF, sendo este o primeiro estudo de diagnóstico sobre a qualidade de água no Rio Gramame, na qual o Ministério Público esteve presente. Para o Controle da poluição foi estabelecido o sistema poluidor-pagador, tendo como principal objetivo a repressão e a prevenção do dano à natureza (NUNES, 2013).

No ano de 2007 após a formação do TAC foi gerado na Procuradoria Regional dos Direitos do Cidadão (PRDC) do MPF um inquérito público civil (nº 1.24.000.000257/2007-59) que foi instaurado com o objetivo de apurar os impactos da poluição do rio para a população ribeirinha, desse modo toda a demanda e dificuldade era levada ao MPF e tomadas as devidas providências.

Em 2009, técnicos do MPF juntamente com a SUDEMA e a AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas) realizaram uma “força- tarefa” para que pudessem ser realizadas uma maior fiscalização nas indústrias do distrito industrial, com novas vistorias e autuações.

Com o passar dos anos a EVOT juntamente com as comunidades têm realizado diversas ações em parcerias com órgãos e instituições privadas, como forma de alcançar seus objetivos na melhoria da qualidade de água do Rio Gramame e o bem estar da população ribeirinha. Entre os anos de 2008 e 2009 houve um projeto da EVOT em

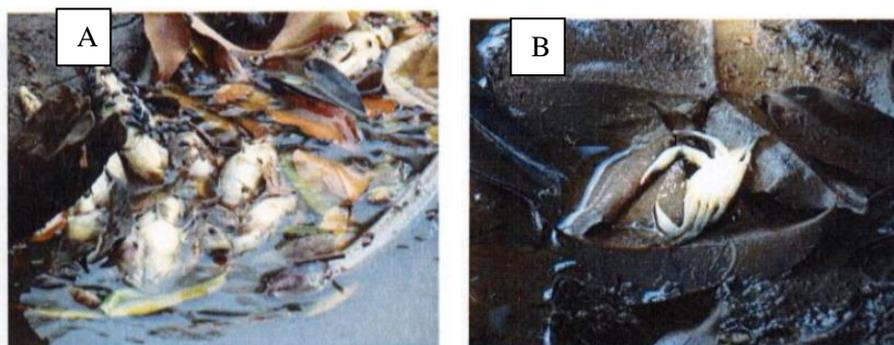
parceria com o PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento) intitulado PROJETO MANDALAS AGROECOLÓGICAS, em que foram instaladas mandalas na comunidade de Engenho Velho, próximo as casas de moradores da comunidade. Esse projeto surgiu da necessidade de investimentos em uma agricultura sustentável na região, pois muito dos alimentos eram cultivados de forma precária e sem muitos investimentos tecnológicos, tais como batata doce, mandioca, inhame, caju entre outros alimentos. No mesmo ano a escola firmou uma parceria com a AVON para a construção de FOGÕES SOLARES, sendo este projeto coordenados pelas mulheres do vale do Gramame encabeçada por uma das fundadoras da Escola, Maria Isabel ( Bel, *in memorian*).

Em 2015, na sede do Ministério Público Estadual (MPPB) foi criado o Fórum de Proteção do Gramame, que teve como objetivo principal a formação de uma rede de apoiadores para que sejam realizadas parcerias de projetos para a preservação do Rio Gramame, contando com a participação de órgãos, empresas e associações.

A formação do Fórum de Proteção ao Gramame, gerou um termo de cooperação técnica para o diagnóstico ambiental das bacias do Rio Gramame e Abiaí (ambas abastecem a região metropolitana da capital da Paraíba). Na formação do fórum, as comunidades tradicionais do Gramame apresentaram ao MPPB e ao MPF suas demandas e dificuldades em relação ao bem estar e conservação do rio. Estão participando do fórum: SUDEMA, UFPB, SEMAM( Secretária de Meio Ambiente), comitê de bacia do litoral sul, IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis ) , entre outros.

Mesmo com várias manifestações e a tentativa de conscientização por parte da EVOT, os esforços ainda não foram suficientes. Em Fevereiro de 2018 houve um acidente na estação de tratamento (ETA) do Rio Gramame da CAGEPA, quando 80 m<sup>3</sup> de Hidróxido de Sódio (soda caustica) concentrado, romperam-se do tanque, poluindo todo o rio e causando a mortalidade da biodiversidade (peixes, cágados, siris, cobras, entre outros ) ao longo do Médio e Baixo Gramame. A estação de tratamento é responsável pelo tratamento de 70% da água potável distribuída em João Pessoa, fato que demonstra a importância da preservação do manancial e da responsabilidade da CAGEPA em operar o tratamento. (SUDEMA, 2018) **(Figura 6)**.

**Figura 6:** Animais mortos as margens do Rio Gramame. (A) Peixes mortos. (B) Siri morto



**Foto:** SUDEMA (2018)

Segundo o relatório de avaliação da SUDEMA, os perigos que os produtos químicos trouxeram ao rio foram agrupados em classes de risco como: tóxico, corrosivo e reativo, entre outros. Ainda foi constatado que a ETA de Gramame não possui tratamento de seus efluentes, lançando-os sem tratamento no rio impactando de forma negativa, sendo agravado dessa forma com o acidente com soda cáustica. As famílias de pescadores (5 famílias) atingidas receberam atendimento sócio- assistencial para que pudessem receber cestas básicas de alimentos.

Em Janeiro de 2019, o MPF por meio da PRDC e MPPB buscaram minimizar os impactos ocasionados pela poluição provinda das usinas de cana de açúcar no Alto Gramame bem como a preservação das nascentes. Foram entregues recomendações para as usinas de Tabu, Olho d'Água e Biosev-Giasa sendo esta última considerada uma das maiores processadoras de cana-de-açúcar do mundo, o objetivo é a preservação dos recursos naturais do Rio Gramame e Abiaí. As recomendações foram entregues em forma de inquérito civil, e o objetivo principal é que as usinas apresentem um projeto e plano de recuperação de áreas degradadas (PRAD) para todas as APPs (Áreas de preservação permanente) dos locais onde adquirem as suas canas de açúcar e em que estão localizados as nascentes do rio e olhos de água perenes, devendo também apresentar diagnósticos e estudos de modo que avaliem a degradação e/ou alteração das APPs, custeando os estudos e levantamentos, demonstrando periodicamente a sua gradativa recuperação. A SUDEMA foi o órgão responsável por realizar o acompanhamento da execução das recomendações.

Em setembro de 2019 a UFPB, por meio do laboratório de Ecologia Aquática juntamente com a EVOT realizaram oficinas para a instalação de biofilme no rio como biorremediadores. O biofilme é formado por comunidades nativas de micro-organismos

que advém de um substrato. Para isso são inseridas cortinas de plástico na água, para a colonização por esses organismos que incluem produtores, consumidores e decompositores (XAVIER et al., 2003), sendo uma alternativa de baixo custo. As oficinas aconteceram na EVOT com a presença das crianças e comunidade do Gramame estando também aberta ao público em geral, os módulos foram então construídos e instalados no rio, próximo à EVOT no trecho do rio da ponte dos arcos, sendo monitorados pela comunidade ribeirinha.

**Figura 7:** Oficina para a instalação de módulos para o biofilme no Rio Gramame. (A) Oficina para a montagem dos módulos. (B) módulos de Biofilme no Rio Gramame, no trecho da ponte dos arcos.



**Foto:** Larissa Regis, 2019

No final do ano de 2019 houve um acidente que acometeu a região do Baixo Gramame, na altura da BR 101, os resíduos gerados pela fabricação de papelão produzidos pela CONPEL (Companhia Nordestina de Papel) atingiu a água do rio, ocasionando prejuízos ao meio ambiente e a comunidade ribeirinha. A comunidade fez uma eco barreira para conter a poluição, e a fábrica responsável pelo acidente foi embargada pela SUDEMA, que solicitou que a empresa tomasse medidas para conter a poluição, então foram acionados tratores para retirar a poluição com suas “conchas”, devido o insucesso dessa ação (pois o resíduo desmanchava ao ser coletado pelo trator) foram acionados caminhões limpa fossa, que passaram mais de uma semana sugando a poluição do rio.

Os líderes dos movimentos sociais realizam reuniões sistemáticas com a comunidade do Gramame (Engenho velho, Mituaçu e Gramame) , ativistas e o MPF, para que juntos possam unir forças para a preservação do Rio Gramame. A luta para a preservação do Rio e qualidade de vida das comunidades é uma luta permanente da EVOT e estão sempre empenhados e desenvolvendo novas formas de levar a ecoeducação e multiplicando os saberes para o máximo de pessoas que puder (**Tabela 1**).

**Figura 8:** Reuniões realizadas na EVOT com líderes comunitários, ativistas e MPF



**Foto:** Acervo da EVOT

**Figura 9:** Audiência pública sobre o Rio Gramame realizada na assembleia legislativa do estado da PB.



**Foto:** Acervo da EVOT

**Tabela 1:** Relato histórico das ações no Rio Gramame

ANO	ACONTECIMENTO
Década de 1960	Instalação do distrito industrial
1984	O conflito tornou-se público
1992	Criado o “Salve o Gramame”
2004	Baixo Gramame- sede da agenda 21, iniciativa da EVOT
2007	APAN e EVOT – Oficializaram uma denúncia ao MPF, indiciando 3 empresas: GIASA, COMPEL E COTEMINAS
2007-2008	TAC – Sistema poluidor pagador
2009	MPF + AESA + SUDEMA : Maior fiscalização nas indústrias, NOVO TAC PREVISTO PARA 2 ANOS
2009	EVOT + PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento) : Criação de mandalas ecológicas
2009	EVOT + AVON : Construção de fogões solares
2015	MPF cria o fórum de proteção do Gramame
2018	Acidente da ETA do Gramame
2019	MPPB E PRDC entregaram recomendações para as usinas de Tabu, Olho d’Água e Biosev-Giasa em forma de Inquérito policial – Devem apresentar um projeto e plano de recuperação de áreas degradadas (PRAD) para todas as APPs (Áreas de preservação permanente) dos locais onde adquirem as suas canas de açúcar e que estão localizados as nascentes do rio.
2019	LABEA- UFPB – Instalação de biorremediadores
2019	Acidente em que a CONPEL (Companhia Nordestina de papel), derramando resíduos de papelão no rio.

**Fonte:** Elaborado pela autora

### ***3.3.Principais problemas enfrentados pelas ações socioambientais***

Durante as entrevistas realizadas na EVOT uma das principais problemáticas para a realização das ações é a questão financeira. Relatam que a campanha em prol do rio é muito cara, cada movimento custa entre 10 e 12 mil reais, os movimentos são feitos por articulações e doações tanto da comunidade como de órgãos que doam

materiais ou quantia em dinheiro, contam com a ajuda da SUDEMA, AESA, EMLUR além de verbas conseguidas por editais do Ministério Público Federal, entre outras.

O Rio Gramame também é carente na atenção do poder público para a formulação de políticas públicas como a inexistência de orçamento público para a bacia hidrográfica do Rio Gramame, falta de plano de bacia, pouco interesse e resolutividade dos órgãos públicos, além de poucas ações que gerem impacto para iniciar o processo de despoluição, preservação e restauração do Rio Gramame, resumindo-se as ações induzidas pelo MPF a dois estudos diagnósticos.

O comitê de bacias realizou no ano de 2019 uma reunião aberta para a elaboração dos planos de recursos hídricos das bacias hidrográficas litorâneas da Paraíba, mas os representantes pouco mostram interesses em ouvir sugestões dos membros da comunidade e da Universidade, que trazem suas dificuldades e propostas de baixo custo para a instalação de sistemas de tratamento, preocupados muito com a questão burocrática de organização do comitê.

Além de toda a problemática um dos entrevistados da EVOT relata a frequência de cheias no rio em épocas chuvosas, causadas pelo assoreamento do rio, e mesmo a EVOT recorrendo a órgãos responsáveis nada é feito, agravando assim a situação em períodos chuvosos, deixando a população à mercê de doenças contagiosas, transmitidas pelo contato com a água.

Muitas são as pesquisas realizadas na água do Rio Gramame pelas universidades em parceria com a EVOT, porém os integrantes dos movimentos sociais falam da falta de uma linguagem mais acessível por parte dos centros acadêmicos para mostrar os dados da qualidade da água para a comunidade, e como ainda podem utilizar a água do rio, na situação em que se encontra.

Atrelado a todos esses problemas ainda há a falta de interesse dos meios de comunicação para divulgar as ações, mobilizar e informar a comunidade. Segundo o entrevistado de número 1 os meios de comunicação (Jornais, rádio, TV) só procuram a comunidade do Gramame em situações do rio em que há uma comoção geral (como a mortandade de peixes) e quando procuram os mesmos para realizar denúncias muitas das vezes são barrados, pois os veículos de comunicação, associam a denúncia de maus tratos com os rios a questões políticas, podendo assim desfavorecer o atual Gestor

estadual/municipal, ou seja, não há interesse para a imprensa em divulgar os problemas acometidos ao rio. Para o entrevistado de número 2 os meios de comunicação informam a notícia como querem, sem dar a devida importância ao que está acontecendo com o rio.

“A gente fala as coisas que acontecem, mas eles editam, botam a reportagem da forma deles, muita das vezes as informações principais não vão, e não dá um minuto de reportagem na TV, eles vêm aqui buscar o que interessa para eles, e não buscam a realidade, Se realmente fosse divulgado o que acontece, já teria resolvido muita coisa” (Entrevistado 2 - EVOT).

### ***3.4. Percepção e participação da comunidade nos movimentos socioambientais.***

A percepção da problemática enfrentada pelo Rio Gramame por parte de líderes e moradores dá-se sobretudo pela capacidade dos atores sociais em sentirem-se injustiçados de alguma forma no contexto no qual vivem. Com a disseminação do conhecimento sobre a problemática do rio, atrelada ao comprometimento do sustento de alguns que vivem da pesca, o problema enfrentado passa a ser evidenciado e disseminado para as demais pessoas, então começam a querer preservar seu meio cultural ou o meio em que vivem, por sentirem-se parte daquele grupo. Foi essa a visão tida por Jesus (2012) por meio da psicologia social quando tentou mostrar como era percebida a problemática para a formação dos movimentos sociais.

Durante a entrevista realizada na EVOT com os principais líderes dos movimentos e líderes comunitários, estes afirmaram, por unanimidade que a principal causa da poluição do Rio Gramame é a poluição industrial, usinas de cana de açúcar e o destino inadequado do lixo. A poluição do Rio Gramame é percebida por parte dos ribeirinhos pela coloração da água que fica muito turva, além do mau cheiro, quantidade de lixo ao redor, espuma no rio e mortalidade de peixes.

Segundo um dos líderes comunitários (entrevistado 2) as consequências são visíveis, e que a água do rio só está sendo utilizada pelos ribeirinhos para os canoeiros atravessarem o rio de um lado para o outro, pois a pesca de camarão, caranguejo e peixes (principal fonte de renda dos pescadores) praticamente não há mais, e ainda relata “Quem cria boi às margens do rio tem que cercar para que os bois não bebam da água do rio e corram o risco de morrer” (Entrevistado 2). A percepção da problemática

atrelada ao conhecimento acaba por incluir novos representantes nos movimentos em busca da melhoria da qualidade de água

A disseminação da informação sobre as lutas ambientais do rio vem permitindo a inclusão de novas pessoas em seus movimentos sociais, além dos ribeirinhos que vivenciam a problemática de perto. A quantidade de participantes nas ações em prol da melhoria da qualidade de água varia para cada ocupação (Variando de 20 a 150 pessoas no máximo) normalmente a maior quantidade de pessoas são nas ações de conscientização ambiental como a remada do abraço e rumo aos 300 tambores, pois há uma ampla divulgação, e ser como atrativo para grande parte da população.

Com relação ao questionário aplicado aos participantes 20 participantes dos movimentos sociais durante as ações, foi possível avaliar que 70,5 % dos entrevistados são pessoas com mais de 25 anos, desse total 53% possui o ensino médio completo, a maioria ( 75%) não é residente da região do Vale do Gramame e 80% dos entrevistados não participam com frequência das ações voltadas para o Rio Gramame, estão presentes por acharem a ação importante para o meio ambiente. A maioria (70%) é informada sobre as ações para a melhoria da qualidade de água por meio das redes sociais (facebook, instagram e whatsapp) e 30% conhece alguém que participa das ações e então são convidados a participarem.

Segundo Gonh (2013) os movimentos sociais na contemporaneidade estão cada vez mais vencendo o localismo, pois ao construírem a sua identidade e autonomia, passam a atrair participantes de outros lugares. O sentimento de autonomia desenvolvida pelas ONGs nos movimentos sociais é alcançado por meio de seus representantes e capacitações dos seus líderes para a representação nas mais diversas esferas. Na ocasião, a EVOT vem promovendo cursos, palestras, utilizando a pedagogia dos gestos como forma de atrair e educar a população ribeirinha, de modo a adquirir mais participantes e disseminar o conhecimento acerca da questão ambiental.

A EVOT já tem uma organização em redes de mobilização. Segundo os líderes dos movimentos sociais, a ONG também mantém contato e parceria com outras ONGs, como a APAN (Associação Paraíba Amigos da Natureza), SOS Mata Atlântica, canto do Uirápuru e a Casa Pequeno Davi, havendo assim cada vez mais a necessidade de articulação com outros grupos com a mesma identidade social e política para que assim

possam atrair mais representantes e participantes além de obter com isso suas conquistas para a cidadania e objetivo de suas ações (WARREN, 2006).

### ***3.5. Atuação dos órgãos governamentais nos movimentos sociais no Vale do Gramame***

A atuação dos órgãos governamentais nos movimentos sociais no Vale do Gramame segundo a entrevista realizada na EVOT alguns são muito atuantes, como as várias ações do Ministério Público, e da Câmara Municipal, mas em relação a outros órgãos municipais relatam haver muitas promessas e pouca/nenhuma medida efetiva, segundo o entrevistado 2 da EVOT.

Para o entrevistado 3 da EVOT o apoio que eles precisam são coisas que vão além do que eles (comunidade) podem fazer, como a dragagem do rio e reflorestamento das suas margens, pois isso requer recurso e algo mais técnico. Segundo os líderes dos movimentos sociais, a busca deles é que os órgãos, de fato, enxerguem-nos em suas necessidades e efetivem o que eles solicitam para a melhoria da qualidade da água do rio.

A participação nos movimentos sociais pelos órgãos governamentais dá-se pela participação direta nas ações e na articulação de melhorias para o Rio Gramame. A SUDEMA, por meio da coordenação de meio ambiente é um dos órgãos atuantes nas ações do Rio Gramame, o setor tomou-se participante e conhecedor das lutas pela qualidade de água do Rio Gramame por meio de um ofício enviado à Coordenação de Educação Ambiental do órgão em meados de 2017, e desde então estão presentes em algumas reuniões da EVOT, para a elaboração dos documentos de planejamento ambiental realizado pela OSCIP. Segundo a Coordenadoria de Educação Ambiental participam pelo menos de duas ações anuais.

São convidados para as ações informalmente, porém para que possam participar dos movimentos o convite deve ser realizado em forma de um ofício, que irá passar pelo Superintendente da SUDEMA para então participarem. Além da participação do órgão nas ações, ainda realizam doações de luvas e sacos de lixo para os movimentos, não realizando, portanto, nenhuma ajuda financeira.

Segundo a coordenadora do setor de Educação Ambiental da SUDEMA, o órgão enfrenta algumas limitações para poder ajudar ainda mais a EVOT, como a falta de

recursos financeiros e a falta de uma melhor comunicação com o movimento social, de modo a realizar um planejamento conjunto para as atividades a serem desempenhadas.

A câmara de vereadores, por intermédio do parlamentar entrevistado ajudam o movimento social, principalmente para “dar voz” aos líderes, por meio de audiências públicas. A relação do vereador com o movimento social foi construída desde a sua juventude, tendo um envolvimento pessoal com o movimento social no Vale do Gramame. Tomou conhecimento dos movimentos sociais da EVOT por meio de sua mãe, que por ser educadora naquela região conhecia o trabalho de Bel (*in memoriam*), uma das fundadoras da escola, anos depois por volta de 2009-2010 começou a trabalhar como voluntário na EVOT, onde conheceu a realidade dos participantes do movimento de perto.

Atualmente, as ajudas para a EVOT enquanto mandato parlamentar é a de dar visibilidade ao movimento, não só nas audiências públicas, mas também em entrevistas na imprensa. O vereador ainda afirma que dentro de suas possibilidades financeiras ainda dá suporte sempre que possível para que as ocupações de maior impacto social aconteçam, como a remada do abraço. Ainda provoca órgãos competentes para que ajam de fato no que é de suas responsabilidades e desse modo tenta articular as ações concretas.

Para o parlamentar, as limitações dele como parlamentar para ações mais concretas para a EVOT e o Rio Gramame correspondem às prerrogativas do seu cargo, segundo ele:

“As funções básicas do parlamentar é legislar e fiscalizar, nessa função fiscalizadora abrem-se espaços para muitas coisas, como por exemplo: articular e dar visibilidade, encaminhar denúncias ao Ministério Público e por aí vai, então é assim que a gente tem feito. Não se pode misturar as funções do poder legislativo do executivo, se espera muito que um vereador (que é quem está mais próximo da população) resolva a situação, mas o vereador não tem como resolver a situação, ele articula, e às vezes até para articular dá errado pois esbarra em alguns obstáculos” (Vereador entrevistado- Câmara de Vereadores de João Pessoa).

O Ministério Público Federal é mais um órgão que vem auxiliando os movimentos sociais pelo Rio Gramame desde o primeiro TAC realizado. Atualmente um Procurador da República está à frente do caso relacionado com movimentos sociais

em torno do Rio Gramame, tomou conhecimento das ações no ano de 2014 quando foi procurado pela EVOT e então passou a estudar o caso.

O procurador auxilia os movimentos sociais como um articulador, zelando pelo cumprimento das leis e pela democracia. Segundo o procurador sua função é basicamente a de ser o titular da ação penal, e ao mesmo tempo ser o órgão que atua na implementação dos direitos assegurados na Constituição Federal de 1988. As prerrogativas do seu cargo, como: inamovibilidade, independência funcional, irredutibilidade dos vencimentos, vitaliciedade do cargo, e a não participação na vida política, permitem com que possa negociar com gestores (que muitas das vezes são políticos) de uma forma muito mais tranquila, podendo ter equidistância suficiente para órgãos do legislativo e executivo .

O procurador avalia como extremamente importante o trabalho da EVOT e ressalta que o poder público e a sociedade deveriam dar mais atenção à pauta ambiental, e afirma a importância das ações realizadas pela a EVOT para a elaboração das políticas públicas.

“A única forma de mudar a visão sobre a questão ambiental é demonstrar que a sociedade está preocupada com isso, algo só vira política pública quando a sociedade demonstra que isso é realmente importante para ela, é esse trabalho da EVOT” (Procurador da República entrevistado- MPF).

O Procurador estuda o Rio Gramame há quase cinco anos e em entrevista buscou explicar a problemática enfrentada pelo rio e suas causas, segundo ele há a problemática dos defensivos agrícolas utilizados na plantação da cana-de-açúcar da região, além do desmatamento das nascentes e destruição da mata ciliar deixando em falta o filtro natural do ambiente capaz de influenciar na depuração natural do ecossistema aquático corroborando com as análises realizadas por Silva (2011) que estudou os impactos da fragmentação da mata na região do Alto Gramame.

Segundo as respostas dadas pelo procurador e pesquisas realizadas por Nunes (2012) na região do Baixo Gramame a problemática está na instalação das indústrias (especialmente no distrito industrial de João Pessoa), pois despejam resíduos prejudiciais ao rio. Os dejetos são despejados inicialmente no Riacho Mussuré, que por não ter capacidade de suporte para diluir o material desses efluentes perdeu a qualidade da sua água, transformando-se apenas em um canal de transporte de resíduos para o Rio

Gramame. O Riacho Mussuré deságua no Rio Mumbaba, que também não tem capacidade de autodepuração suficiente para a quantidade de poluentes que adentram nele, o Rio Mumbaba, por sua vez deságua no Rio Gramame, influenciando na qualidade das suas águas. Estudos realizados por SILVA e NETO (2014) confirmam que o Riacho Mussuré apresenta elevado grau de degradação, uma vez que concentrações de oxigênio dissolvido e de metais pesados encontrava-se fora dos limites estabelecidos pela resolução 357/05, sendo dessa forma um risco para a saúde pública.

Na cidade de João Pessoa ainda há falta de tratamento de esgoto e a região do Vale do Gramame não possui esse tipo de serviço, ou seja, há uma grande quantidade de esgotos domésticos, principalmente águas cinzas comprometendo a água do rio, isso afeta a comunidade que depende do rio para a agricultura e para a pesca e já não conseguem mais essas atividades afirma o procurador do estado e o entrevistado 1 da EVOT, essas informações são corroboradas por Turnell e Crispim (2014).

Para o procurador a quantidade de água do rio também é considerada um problema. O Rio Gramame apresenta o seu reservatório em formato de lâmina, não conseguindo acumular grande quantidade de água, pela sua baixa profundidade, apesar de ser uma região beneficiada por chuvas não se deve confiar na quantidade de água presente no reservatório na estiagem, pois devido ao desmatamento das nascentes já não é possível trazer a mesma água dos aquíferos, que diminuem no período de estiagem. Sendo assim, qualquer seca severa poderá afetar a distribuição de água na cidade de João Pessoa, pois não há segurança hídrica no reservatório.

Diante dessa problemática, é ressaltada a importância da atualização dessa pauta, tanto no MPF como na SUDEMA e na Câmara de vereadores. A EVOT realizou com frequência reuniões com todos os órgãos entrevistados bem como outros órgãos, como AESA, entrando em acordo com os presentes de modo a cobrar a implementação do que foi decidido durante os encontros, e por fim todos os órgãos avaliam como pertinente as cobranças realizadas pelos movimentos sociais.

### ***3.5.1. Perspectivas, segundo os órgãos, para os movimentos sociais no Vale do Gramame***

A pauta atrelada à qualidade de água do Rio Gramame é antiga, e pode-se considerar que já houve pequenos avanços com o passar do tempo, a conquista do TAC em 2007 é tido como a principal conquista dos movimentos sociais para a qualidade da

água, na oportunidade foi realizado o monitoramento do rio pelo período de um ano, causando assim uma repulsa para os possíveis poluidores, porém com o passar do tempo a situação do Rio Gramame, visto que um diagnóstico não muda a realidade é alarmante e requer uma maior atenção e medidas efetivas de recuperação da qualidade desse corpo hídrico, para isso muitas são as propostas, faltando apenas a efetivação destas para que possa o movimento social ver o Rio Gramame em águas limpas.

O Procurador da República acredita que além da instalação do biotratamento devem haver medidas como a criação de políticas públicas de preservação do Rio Gramame, como a criação do PSA (pagamentos por serviços ambientais).

O pagamento por serviços ambientais funciona como um sistema “provedor-recebedor”, no qual os fornecedores dos serviços ambientais são pagos pelos benefícios prestados a esses serviços, é considerado um mecanismo promissor para a restauração e preservação ambiental. No Brasil a experiência do PSA é muito bem sucedida em Minas Gerais com o Projeto Conservador das Águas Extremas. O Programa Ecocrédito em Montes Claro, em São Paulo também mostrou-se eficiente no Projeto Oásis nos Mananciais, todos esses projetos pagam aos fornecedores dos serviços ambientais pelo cuidado e preservação deste, para isso são utilizadas manejos de conservação que é importante para o corpo hídrico (BERNARDES; JUNIOR, 2010).

Deve-se, portanto implementar o programa de Pagamento por Serviços Ambientais na Paraíba, para a preservação de encostas, áreas ciliares, criando políticas públicas que retribuam o valor por aquela área preservada, devendo assim favorecer a região do Alto e Baixo Gramame ao longo dos sete municípios que recebem as águas do Rio Gramame. Dessa forma os proprietários ribeirinhos teriam uma maior motivação para a conservação das matas ciliares e áreas de nascentes, e seriam pagos pelo importante trabalho de manutenção dos mananciais superficiais e subterrâneos de água.

Além dessas propostas deve haver um fortalecimento da pauta do Gramame ao longo da cidade, região e estado. Segundo o vereador entrevistado a dimensão dessa pauta não deve estar presente apenas nas comunidades ribeirinhas do Vale do Rio Gramame, mas em todos os locais. Na Europa a força política que mais cresceu foi a ambiental, são as pessoas que defendem a sustentabilidade, a preservação do meio ambiente, ligadas à pauta de sustentabilidade, essa tendência deve chegar no Brasil (ZAPAROLLI, 2009), segundo o vereador:

“O orçamento da prefeitura é limitado, o orçamento do estado é limitado, todos os orçamentos são limitados, mas tem dinheiro para o que é prioridade, mas a prioridade é para quem acaba pressionando mais, quem tiver o movimento mais organizado, com mais amplitude consegue fazer valer a sua prioridade, pois da mesma forma que essa pauta é prioridade para nós, pra outras pessoas pode não ser” (Vereador entrevistado – Câmara de vereadores de João Pessoa).

A SUDEMA acredita que deverá haver o planejamento em conjunto das ações devendo as ações para a melhoria do Rio Gramame ser algo integrado com diversos setores e construído em conjunto, de acordo com as competências e possibilidades de cara órgão.

### **3.6. Conclusão**

Apesar da pouca atenção do poder público em relação às questões ambientais algum avanço já vem sendo observado, como os TACs aplicados pelo Ministério Público. Também se verifica o fortalecimento das pessoas das comunidades envolvidas, pelo menos no tocante ao seu empoderamento, com o reconhecimento de que têm direito a um ambiente de qualidade, a se manterem motivados para dar sequência às reivindicações e no tocante à ecoeducação realizada pela Escola.

O papel de *advocacy* exercido pela EVOT tem contribuído de forma significativa para o não agravamento da qualidade de água do Rio Gramame ao longo de todos os anos de luta, desde a criação da escola. Cobrar ações junto ao poder público associado à visibilidade que o movimento vem trazendo à causa social acaba tendo influência diretamente na conscientização social para a não poluição do Rio Gramame.

A elaboração do relato histórico associado as ações da EVOT para a melhoria da qualidade de água do rio, permitiu criar uma consciência ambiental na comunidade, bem como deu visibilidade as questões ambientais e a problemática enfrentada pelo Rio Gramame, sendo considerado importante para a gestão ambiental.

## **Referências bibliográficas**

- BELMONT, M. A.; ALMEIRA NETO, O. C.; SOUZA, G. H.; MACIEL, T.; SODRÉ, M. A.; SILVA, J. M.; Avaliação física e química da água do riacho mussuré – João Pessoa –PB. **Revista campo do saber**. 2018. 4 (4) , 10-35.
- BERNARDES, C.; JUNIOR, W. C.; Pagamento por Serviços Ambientais: Experiências Brasileiras relacionadas à Água. **V Encontro Nacional da Anppas**. 1-11. 2010.
- CARTIER, R.; BARCELLOS, C.; HUBNER C. PORTO, M. F. Vulnerabilidade social e risco ambiental: uma abordagem metodológica para avaliação de injustiça ambiental. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.25, n.12, p.2695-2704, 2009
- CRISPIM, M.C e WATANABE, T. Variação nas comunidades zooplancônicas como adaptação a alterações no estado trófico, no reservatório de Gramame/Mamuaba, Alhandra-PB. In: A Bacia do Rio Gramame: Biodiversidade, uso e conservação. Barbosa, J.E.L.; Watanabe, T. e Paz, R.J. (Org.):101-115. 1ª. ed. **Eduepb**, Campina Grande, 217 pg. 2009
- GOHN, G. M.; Sociedade Civil no Brasil: movimentos sociais e ONGs. **Meta: Avaliação**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 14, p. 238-253, mai-ago. 2013.
- GOHN, M. . Educação não formal e o educador social. Atuação no desenvolvimento de projetos sociais. São Paulo: **Cortez**, 104p. 2010.
- GOHN, M.; Educação não-formal e cultura política: impactos sobre o associativo do terceiro setor. – 2 ed. – São Paulo: **Cortez**, 2011.
- JESUS, J. G.; Psicologia social e movimentos sociais: uma revisão contextualizada. **Psicologia e Saber Social**,v.1, n.2,p.163-186, 2012.
- MARTINHO, C.; WARREN, I. S.; LESSA, C. et al., Vida em rede: Conexões, relacionamentos e caminhos para uma nova sociedade. **Instituto C&A**. Ed.1, p 1- 229, 2011
- MENDONÇA, K. J. No tempo dos tambores: Os saberes ritmados pela infância na Escola Viva Olho do Tempo. 2018. 158 p. **Dissertação (Mestrado em Sociologia)**. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.
- NUNES, E. M. Conflito social ambientalizado em João Pessoa-PB: o caso da bacia do rio Gramame-Mumbaba. – **Revista Eletrônica de Ciências Sociais/UFPB**. n.21, p.59-72, 2012.
- NUNES, E. M. Conflito social ambientalizado em João Pessoa-PB: o caso da bacia do rio Gramame-Mumbaba. – **Revista Eletrônica de Ciências Sociais/UFPB**. n.21, p.59-72, 2012
- NUNES, E. M.; GARCIA, L. G., Sociedade E Natureza: Conflito Territorial de Poluição Industrial da Bacia do Rio Gramame-Mumbaba – PB. **Sociedade & Natureza**. v.24 n. 2, p.255-266. 2012.
- NUNES, E. M.; Sociedade E Natureza: Conflito Territorial de Poluição Industrial da Bacia do Rio Gramame-Mumbaba – PB. **Sociedade & Natureza**. v.24 n. 2, p.255-266. 2012.

SILVA, L.N; NETO, J. D.; Avaliação Preliminar da Presença de Metais Traço, nas Águas do Riacho Mussuré e o Córrego de Mumbaba – João Pessoa – PB. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.07, n. 04, p.668-677, 2014.

SILVA. P; M; NETO. D. J. Avaliação Preliminar da Presença de Metais Traço, nas Águas do Riacho Mussuré e córrego de Mumbaba– João Pessoa – PB .2014.

SUDEMA (Superintendência de Administração do Meio Ambiente). **Relatório técnico** de inspeção na Estação de Tratamento de Gramame –Município do Conde-PB. 2018.

TURNELL, M. V.; CRISPIM, M. C.; Análise dos impactos socioambientais provocados pelo lançamento de efluentes industriais no Rio Gramame – Paraíba, Brasil. **Gaia Ed. Esp.** Populações Tradicionais, p. 216- 228, 2014

WARREN,I. S.; Das mobilizações às redes de movimentos sociais. **Sociedade e Estado**, Brasília, v. 21, n.1, p. 109-130, jan- abr. 2006.

XAVIER, J. B.; PICIOREANU, C; ALMEIDA, J. S.; VAN LOOSDRECHT, M. C.; Biomatemática: Monitorização e modelação da estrutura de biofilmes. **Boletim de biotecnologia**. p 1-13, 2003.

ZAPAROLLI, D.; Europa deve elevar exigência ambiental. **Jornal Valor Econômico**, p. 4, 2009.

## CAPÍTULO 2

### **ANÁLISE ECOTOXICOLÓGICA EM PONTOS DE CONTAMINAÇÃO INDUSTRIAL DE UM RIO DE ABASTECIMENTO URBANO**

#### **RESUMO**

A região do Baixo Gramame apresenta poluição industrial desde a década de 1960, com a construção do distrito industrial, além da poluição agrícola predominantemente no Alto Gramame, e o destino inadequado do lixo ao longo de todo o rio. A presente pesquisa buscou realizar a análise da qualidade de água do Rio Gramame, por meio de ensaios ecotoxicológicos, além das análises físicas e químicas da água, e assim avaliar, por meio dessas o impacto causado por um acidente em que resíduos de uma indústria de papel atingiu o rio. Foram avaliados inicialmente trechos do rio localizados no reservatório, BR 101, Ponte dos Arcos, posteriormente ao acidente foram incluídas os trechos da PB008 e Barra de Gramame. As variáveis foram aferidas por meio de uma sonda multiparâmetro, *in situ* para as concentrações de oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica (Ce), pH, temperatura, sólidos totais dissolvidos (STD) e potencial de oxirredução (ORP). Foram realizadas análises de nutrientes nitrogenados (amônia, nitrito e nitrato) e fosfatados (ortofosfato e fósforo total), com a utilização de colorimétrico analisado em espectrofotômetro. Ensaio de toxicidade crônica e aguda foram realizados utilizando a *Moina minuta* como organismo bioindicador. Para as análises estatísticas foram realizadas testes de Shapiro para testar a normalidade e posteriormente o teste de Wilcoxon ou teste T para testar a diferença entre as análises antes e depois do acidente. Os locais de amostragem da BR101 e a ponte dos arcos apresentaram diferença significativa para todas as variáveis (exceto a CE na BR101), OD diminuiu após o acidente, a Ce, STD e pH aumentaram após o acidente, os nutrientes que obtiveram os maiores valores nas análises foi o fósforo total e ortofosfato, mas apenas o fósforo total apresentou diferença significativa entre antes e depois do acidente. A água do Rio Gramame apresentou toxicidade nos pontos BR 101 e PB 008, após o acidente. A pesquisa ainda está em fase de andamento, todos os resultados servirão como subsídio para pesquisas futuras no corpo hídrico em questão.

**Palavras-chave:** Poluição industrial, Ecotoxicologia, Rio Gramame, Acidente.

## **ABSTRACT**

The low gramme region has been suffering from industrial pollution since the 1960, with the construction of the industrial district, in addition to agricultural pollution predominantly in the high gramme, and the unsuitable destination of garbage along the entire river. The present research sought to carry out the analysis of the water quality of the gramme river, through ecotoxicological tests of the water, in addition to the physical and chemical analyzes of the water, and thus evaluate, through these, the impact caused by an accident in which waste from a cardboard industry hit the river. The reservoir, BR 101, the bridge of the arches were initially evaluated, after the accident the PB008 and Barra de Gramame were included. The variables were measured using the multi-parameter probe, in situ the concentrations of dissolved oxygen (DO), electrical conductivity (EC), pH, temperature, total dissolved solids (STD) and potential for redox (ORP). Analyzes of nitrogenous nutrients (ammonia, nitrite and nitrate) and phosphates (orthophosphate and total phosphorus) were performed using the alfakit. Chronic and acute toxicity tests were performed using the *Moina minuta* as a bioindicator organism. For statistical analyzes, Shapiro tests were performed to test normality and subsequently the Wilcoxon test or T test to test the difference between the analyzes before and after the accident. BR101 and arch bridge showed significant difference for all variables (except EC in BR101), OD decreased after the accident, EC, STD and pH increased after the accident, the nutrients that obtained the highest values in the analyzes were the total phosphorus and orthophosphate, but only total phosphorus has a significant difference between before and after the accident. The water from the Gramame River showed toxicity at points BR 101 and PB 008, after the accident. The research is still in progress, all results will serve as a subsidy for future research in the water body in question.

**Keyword:** Industrial pollution, Ecotoxicology, Rio Gramame, Accident

## 1. INTRODUÇÃO

Os rios urbanos estão entre os ecossistemas que mais se alteram com as ações antrópicas, como o destino inadequado do lixo, falta de saneamento básico e principalmente a poluição industrial (REZENDE; ARAÚJO, 2016). A crescente industrialização tem permitido que a poluição advinda de fábricas e esgotos atinjam mananciais superficiais, principalmente os que cruzam as cidades e servem para o abastecimento público, desse modo os rios que servem para o lazer, sustento e alimentação estão sendo depósito de dejetos humanos, muitos deles tóxicos para as comunidades aquáticas, comprometendo o equilíbrio do ecossistema e o bem estar das comunidades ribeirinhas (GUEDES, 2011).

O Rio Gramame é um exemplo dessa realidade, abastece 70% da população da capital, correspondendo a 700 mil pessoas em média, e é acometido pela poluição provinda de esgotos domésticos, defensivos agrícolas e principalmente a poluição industrial (NUNES; GARCIA, 2011). Possui nascentes difusas e pontuais no interior da Paraíba nas proximidades da cidade de Pedras de Fogo, ainda percorre as cidades de Alhandra, Conde, Santa Rita, Cruz do Espírito Santo, São Miguel de Taipu e deságua na capital paraibana, João Pessoa na Barra de Gramame. Da sua nascente até o reservatório, localizado no Conde é chamado de Alto Gramame, partindo do reservatório até a sua foz é chamado de Baixo Gramame (NUNES, 2012).

Na região do Alto Gramame o rio vem sendo alterado com a poluição ocasionada por defensivos agrícolas, oriundos principalmente da plantação da cana de açúcar. Na região do Baixo Gramame a situação ainda é mais grave, uma vez que o rio é contaminado pela poluição industrial, desde a instalação do distrito industrial na década de 1960, quando foram construídas indústrias nas proximidades do rio, indústrias de produtos alimentícios, minerais não metálicos, têxteis, não têxteis, construção civil, entre outros (NUNES, 2013). Os dejetos industriais são lançados na rede de drenagem sem que haja um tratamento adequado, atingindo o Rio Gramame e assim ocasionando a perda da autodepuração do corpo hídrico, causando a mortandade de peixes, camarões, caranguejos, animais que servem como fonte de renda para muitos pescadores da região (NUNES; GARCIA, 2011).

As substâncias poluidoras, especialmente as tóxicas quando entram em contato com o rio podem ser degradadas de forma natural pelo corpo hídrico por processos

abióticos e bióticos, porém o descarte contínuo de uma determinada substância no ambiente pode ser prejudicial, pois o mesmo perde capacidade de autodepuração, refletindo-se assim nos organismos aquáticos (OLLIVI et al., 2008).

Análises de água vem sendo realizadas no Rio Gramame para que possa ser avaliada a sua qualidade e possível uso. Contemplam, em sua maioria, as análises de nutrientes e de metais pesados, sendo poucos os estudos ecotoxicológicos no rio levando em consideração a importância dessa avaliação para que seja possível identificar o impacto que os efluentes industriais têm causado às comunidades aquáticas presentes no rio, pois as análises químicas por si só não conseguem refletir a integridade do ecossistema a longo prazo (GOMES, et al., 2016). Estudos realizados por Gomes et al (2018) e Neto et al., (2016), têm demonstrado a carência e a necessidade de estudos ecotoxicológicos da região do Rio Gramame, visto que a poluição tanto por agrotóxico quanto a poluição industrial oferece aos organismos uma toxicidade, que ao longo do tempo, prejudicando a dinâmica e o equilíbrio natural do ecossistema.

A ecotoxicologia é a ciência que estuda o efeito dos agentes químicos no ambiente, por meio da utilização de organismos vivos, e os diferentes efeitos nas comunidades e populações no ambiente aquático (OLLIVI et al., 2008). A importância desse estudo está na avaliação dos riscos de substâncias químicas em organismos aquáticos, influenciando na qualidade de água do corpo hídrico, por desestabilizar a dinâmica natural do ambiente, além do risco para a saúde humana, que pode entrar em contato com o agente tóxico por meio da ingestão de alimentos contaminados, como a ingestão de peixes que muitas das vezes mantêm contato com o contaminante por meio da bioacumulação no corpo hídrico (FLYNN; PEREIRA, 2011).

Os efeitos toxicológicos são observados no ambiente quando as propriedades físicas e químicas de alguma substância afeta a atividade biológica dos organismos vivos (OLLIVI, 2008). As análises são realizadas utilizando organismos biomarcadores, sendo considerados como modificações biológicas, ocasionadas pela exposição a agente tóxicos a população de um organismo em questão. A exposição as substâncias químicas podem ocasionar modificações comportamentais, morfológicas, fisiológicas ou deletérias, a depender do tempo de exposição (MARQUES et al., 2016)

No mês de Dezembro de 2019 o Rio Gramame foi acometido por um derrame de resíduo de celulose procedente de uma fábrica de papel localizada nas margens da BR

101, afetando a qualidade da água a jusante. A presente pesquisa buscou então realizar a análise da qualidade da água do Rio Gramame, utilizando também análises ecotoxicológicas em alguns pontos considerados de risco para a população (seja pelo uso ou pela descarga de contaminantes), comparando a qualidade da água antes e depois do despejo dos resíduos de papelão.

Esta pesquisa é considerada um trabalho inovador por realizar análise ecotoxicológica no Rio Gramame com microcrustáceos (Cladóceros), complementando as análises da qualidade de água, pois os estudos ecotoxicológicos realizados na Paraíba, na década de 2000 (MELO et al., 2000; COOLER et al., 2005), utilizaram moluscos como organismos indicadores e não cladóceros.

Esta pesquisa surgiu como uma forma de complementar os dados dos representantes dos movimentos sociais em prol da melhoria da qualidade de água do Rio Gramame, bem como auxiliar pesquisas que dizem respeito a potenciais contaminantes que afetam todo o ecossistema. Desse modo, pretende auxiliar na caracterização da qualidade da água, avaliando o potencial de toxicidade presente na água do Rio Gramame, em consequência da presença da agricultura, inúmeras indústrias no seu entorno, com base em respostas de organismos zooplanctônicos.

## **2. MATERIAIS E METODOS**

### **2.1. Caracterização da área de estudo e amostragem**

O presente estudo foi realizado na região do Baixo Rio Gramame que vai desde o reservatório do Rio Gramame até a sua foz, no estuário em Barra de Gramame. A escolha dos pontos de coleta foi baseada no risco de contaminação dos locais, bem como a importância dos pontos para o uso em diversas atividades (pesca principalmente) para a comunidade ribeirinha (**Figura 10**). As coletas foram realizadas quinzenalmente, tendo o início no mês de agosto de 2019.

Foram selecionados no início da pesquisa três pontos de coleta. O primeiro ponto de coleta está localizado no reservatório do Rio Gramame, onde a água parte para que seja realizado o tratamento e posterior abastecimento, o segundo ponto de coleta encontra-se nas margens da BR 101, está próximo a região do distrito industrial, uma das principais fontes poluidoras da região do Baixo Gramame, e o terceiro e último ponto de coleta está localizado na Ponte dos Arcos, nas proximidades da OSCIP- Escola

Viva Olho do Tempo, de onde partem as principais ações de movimentos sociais para a melhoria da qualidade de água do Rio Gramame. (**Figura 11**).

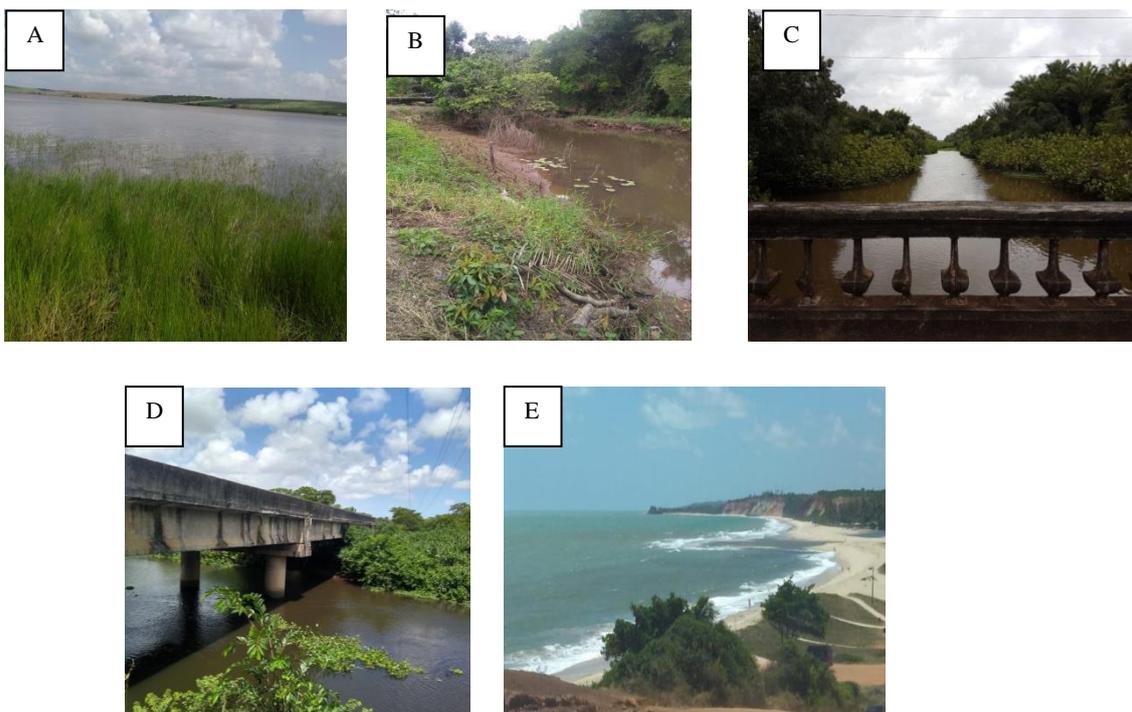
Quatro meses após o início das coletas ocorreu um acidente em que resíduos de celulose proveniente de uma fábrica de papelão adentraram no rio, e assim comprometendo toda a dinâmica aquática. Com isso foram acrescentados a partir de Dezembro mais dois pontos de coleta: PB008 e a Barra de Gramame, a primeira por se tratar de uma região estuarina e a segunda por ser uma foz do rio, onde banhistas, turistas e pescadores utilizam a água do Rio Gramame.

**Figura 10:** Região do baixo Gramame e os respectivos pontos de coleta



Fonte: Google Maps

**Figura 11:** : Pontos de coleta: (A) Reservatório do Rio Gramame. (B) Margens da BR 101. (C) Ponte dos Arcos, próximo a Escola Viva Olho do Tempo. (D) Margens da PB 008. (E) Praia de Barra de Gramame.



**Fotos:** Larissa Regis, 2019

O dia do acidente foi marcado nos gráficos como dia 0 (zero) podendo ser acompanhados de M- MANHÃ e T- TARDE, números negativos significam os dias de coleta antes do acidente e números positivos, dias de coleta após o acidente.

Os resíduos de celulose são compostos principalmente por lama de cal e dregs. A lama de Cal e os dregs podem ser utilizados na correção do pH de solo, em processos posteriores a utilização da celulose na indústria. O Dregs possui uma cor acinzentada que contém carbono, hidróxido, sulfetos de metais além de outros elementos (ALMEIDA, et al., 2007).

O derrame dos resíduos de celulose ocorreu no sexto dia de coletas. No dia do acidente foram realizadas duas coletas, uma pela manhã outra pela tarde, posteriormente foram realizadas coletas diárias, por uma semana. Ao fim da primeira semana após o acidente as coletas passaram a ser uma por semana, durante um mês, e por fim as coletas passaram a acontecer quinzenalmente (**Tabela 2**).

**Tabela 2:** Pontos de análise, duração e frequência das coletas antes do acidente e depois do acidente

	<b>ANTES DO ACIDENTE</b>	<b>DEPOIS DO ACIDENTE</b>
<b>Pontos de coleta</b>	1. Reservatório 2. BR 101 3. Ponte dos Arcos	1. BR 101 2. Ponte dos Arcos 3. PB 008 4. Barra de Gramame
<b>Início-Fim/ Ano</b>	Agosto-Dezembro/2019	Dezembro/2019– Fevereiro/2020
<b>Frequência</b>	1x por dia – a cada 15 dias	<ul style="list-style-type: none"><li>• 2 x por dia – No dia do acidente</li><li>• 1 x por dia – Por sete dias, após o acidente</li><li>• 1 x por semana- Por um mês após o acidente</li></ul>

## **2.2. Análises físico-químicas**

Para as análises realizadas em campo foi utilizada uma sonda multiparamétrica e aferidas as concentrações de pH, temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, potencial de oxirredução, salinidade e densidade da água do mar (as duas últimas variáveis para águas salinas).

A água foi coletada em três réplicas por ponto de coleta e armazenadas em garrafas de polietileno previamente lavadas com ácido clorídrico e acondicionadas em caixa térmica até a sua chegada ao laboratório, onde eram conservadas em freezers até a realização das análises subsequentes, que correspondiam às análises de nutrientes.

As análises de nutrientes foram realizadas para os elementos nitrogenados (amônia, nitrato e nitrito) e fosfatados (Fosfato e fosfato total), sendo utilizada a metodologia do calorimétrico, analisado em espectrofotômetro. (**Tabela 3**).

**Tabela 3:** Nutrientes analisados e seus respectivos métodos aplicados sendo utilizada

<b>Nutriente avaliado</b>	<b>Método aplicado</b>
Nitrogênio amoniacal	Método do Indofenol
Nitrogênio nitrato	Método da Brucina
Nitrogênio nitrito	Método da Naftilamina
Fosfato	Método do Ácido Ascórbico
Fosfato total	Método do Ácido Ascórbico

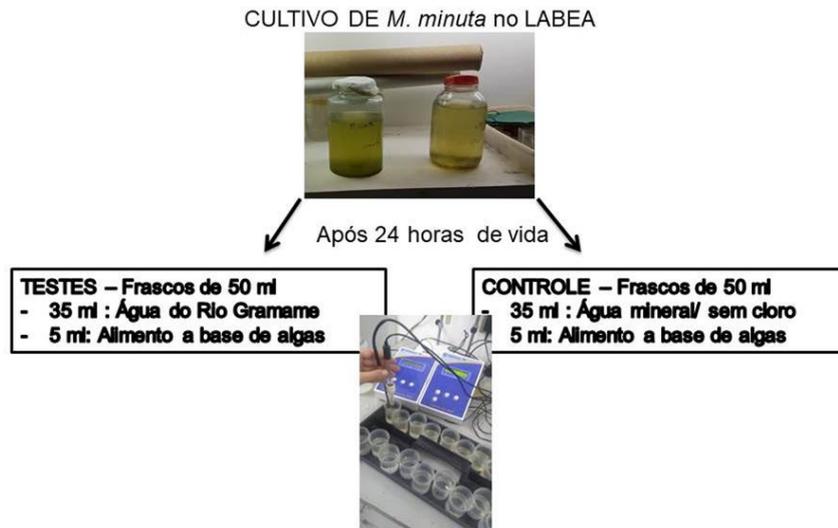
### **2.3. Ensaio agudos e crônicos em *Moina minuta***

As análises ecotoxicológicas foram realizadas *ex situ*, sendo coletados 500 mL de água em frascos de polietileno no campo, e conservadas sob refrigeração a 4 °C no laboratório de ecologia aquática.

Foram utilizados neonatos de *Moina minuta* com 24 horas de vida, os quais foram retirados dos recipientes de cultivo e introduzidos de forma individual em recipientes com 20 mL de amostra teste (água do Rio Gramame). Após 48 horas foram contabilizados os animais vivos e mortos e comparados com o controle. Foram usadas 10 réplicas em cada análise (**figura 12**).

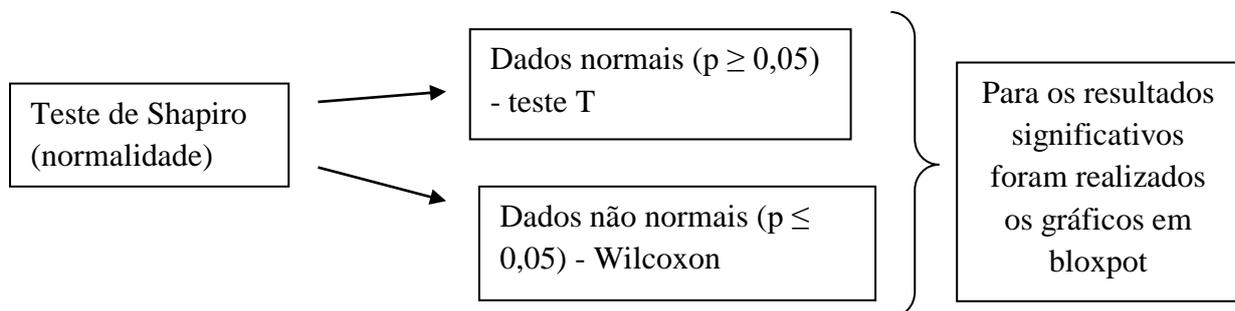
Para os testes crônicos em caso de não letalidade, após 96 horas, foram quantificados a sobrevivência das fêmeas adultas e os neonatos, assim como foi observado o padrão de natação dos animais. Era fornecido alimento (à base de algas). O controle foi composto por organismos que foram expostos apenas à água utilizada em seu cultivo e receberam a mesma quantidade e tipo de alimento. Durante todo o ensaio ecotoxicológico foi verificado o pH, temperatura e o Oxigênio Dissolvido periodicamente. No caso da água do Rio Gramame não apresentar pH próximo de 7,0, este deverá ser corrigido para os testes (GOMES et al., 2016).

**Figura 12:** Esquema de como eram realizados os ensaios ecotoxicológicos na LABEA-UFPB



## 2.4. Análises estatísticas

A princípio foi utilizado o teste de normalidade de *Shapiro* baseando-se no nível de significância. Para dados normais ( $p \geq 0,05$ ) foi realizado o teste T, e para dados não normais ( $p \leq 0,05$ ) foi realizado o teste de *Wilcoxon*. Para os resultados significativos foram realizados bloxpot do antes e depois do acidente, com o uso do programa estatístico R. Também foram realizadas em planilhas eletrônicas estatísticas descritivas, com a utilização do Excel, de acordo com o esquema a seguir:



## 3. RESULTADOS

Durante as análises de campo foram verificadas alguns problemas que acometem o rio, dentre eles o destino inadequado do lixo. Próximo à BR 101 é encontrado um vilarejo de casas localizada as margens do Rio Gramame, a comunidade enfrenta problemas relacionados com a coleta de lixo, permitindo que grandes quantidade de lixo

acumulem-se as margens do rio. Em períodos de chuva grande partes dos resíduos são levados para rio (**Figura 13**) .

**Figura 13:** Lixo a margens do Rio Gramame, localizado proximo a BR 101



**Foto:** Larissa Regis, 2019

As comunidades da região do Baixo Gramame também enfrentam sérios problemas relacionados com a falta de saneamento básico, algumas famílias moram em barracos e grande parte do lixo produzido é despejado em frente de suas residências (**Figura 14**).

**Figura 14:** Situação de algumas moradores da região do Baixo Gramame com a falta de condições adequadas de moradia e o destino inadequado do lixo.<sup>3</sup>



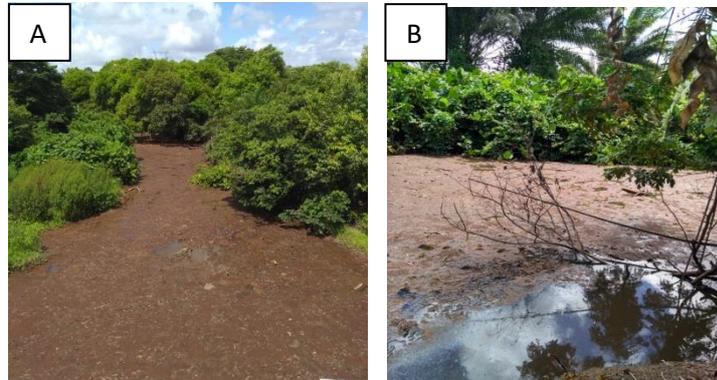
**Foto:** Larissa Regis, 2019

### **3.1. Acidente com resíduos de papelão no Rio Gramame**

Na madrugada do dia 17/12/2019 o Rio Gramame na altura da BR 101 foi tomado por resíduos de papelão provindos da Companhia Nordestina de Papel (CONPEL), fabrica localizada no distrito industrial (**Figura 15**). Houve então a convocação de órgãos como a SUDEMA, IBAMA e SEMAN, para que pudessem ser

tomadas as medidas cabíveis, como quem ficaria responsável pela limpeza do material e apuração dos fatos.

**Figura 15:** (A) e (B): Rio Gramame, nas margens da BR 101, horas após o derramamento de resíduo de papelão pela CONPEL



**Fotos:** Larissa Regis, 2019

Responsáveis administrativos da CONPEL foram ao local do derramamento de resíduos de celulose, e com a ajuda dos ribeirinhos decidiram colocar ecobarreiras (módulos de contenção) como forma de conter a poluição para que a mesma não escoasse rio abaixo. Os módulos de contenção construídos e colocados na água pela comunidade, estão apresentados na **figura 16**.

**Figura 16:** (A) Instalação dos módulos de contenção pelos ribeirinhos. (B) e (C) módulos de contenção instalados no Rio Gramame às margens da BR 101



**Fotos:** Larissa Regis, 2019

A empresa encaminhou um trator ao local do acidente (nas margens da BR101) para que fossem retirados os resíduos do rio com a “pá” do equipamento, no entanto o material se diluía ao ser removido dessa forma, mostrando não ser a forma mais eficaz

de limpar o rio sob aquelas condições (**Figura 17**). Dessa forma a equipe de pesquisa que estava presente sugeriu que fosse usados um “aspirador” o que foi acatado pela empresa, que contratou carros- pipa limpa fossa (**Figura 18**) para esse fim, dessa vez com sucesso. Os dois caminhões passaram uma semana durante o período da manhã e tarde limpando o material flutuante no Rio.

**Figura 17:** (A) Trator no rio Gramame, às margens da BR 101, para retirar o resíduo de papelão. (B) Retirada dos resíduos de papelão do Rio Gramame.



**Fotos:** Larissa Regis, 2019

**Figura 18:** Caminhões limpa fossa às margens da BR 101 , realizando a sucção do material em suspensão do Rio Gramame



**Foto:** Larissa Regis, 2019

Após uma semana de limpeza no rio pelos caminhões limpa fossa, o rio voltou a encher-se de resíduo em suspensão provindo do material que havia ficado no fundo do corpo de água. Partículas cheias de gás eclodiam com frequência, e mais resíduo ficava flutuando na superfície da água, um mês após a limpeza do rio pelos caminhões pipa, a superfície estava tomada por resíduos de papelão novamente (**Figura 19**).

**Figura 19:** (A) Resíduos do fundo do rio emergindo para a superfície. (B) Resíduos de papel um mês após o acidente



**Fotos:** Larissa Regis, 2019

Mesmo com os módulos de contenção e a sucção do material particulado pelos caminhões-pipa limpa fossa, a poluição visivelmente se espalhou a jusante do rio, sendo possível verificar uma macha preta de poluição adentrando no mar em Barra de Gramame, local onde deságua o Rio Gramame, como mostra a **figura 20**.

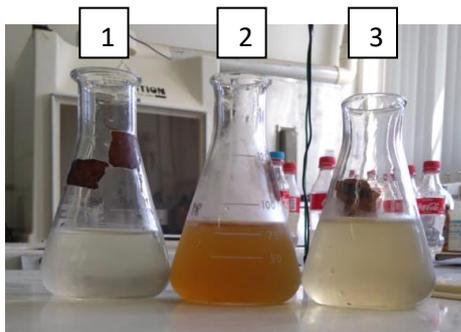
**Figura 20:** Poluição do Rio gramame adentrando no mar, em Barra de Gramame.



**Foto:** Larissa Regis, 2019

A coloração escura da água foi imediatamente percebida em menos de 12 horas após o acidente. Completada 24 horas que o rio recebeu os resíduos, tempo no qual estes já estavam sendo removidos da água pelo caminhão pipa, a água volta a tornar-se clara (**Figura 21**)

**Figura 21:** Coloração da água poucas horas pós do acidente (1), 12 horas após o acidente (2) e 24 horas após o acidente (3)



**Foto:** Larissa Regis, 2019

### 3.2. Análises físicas e químicas

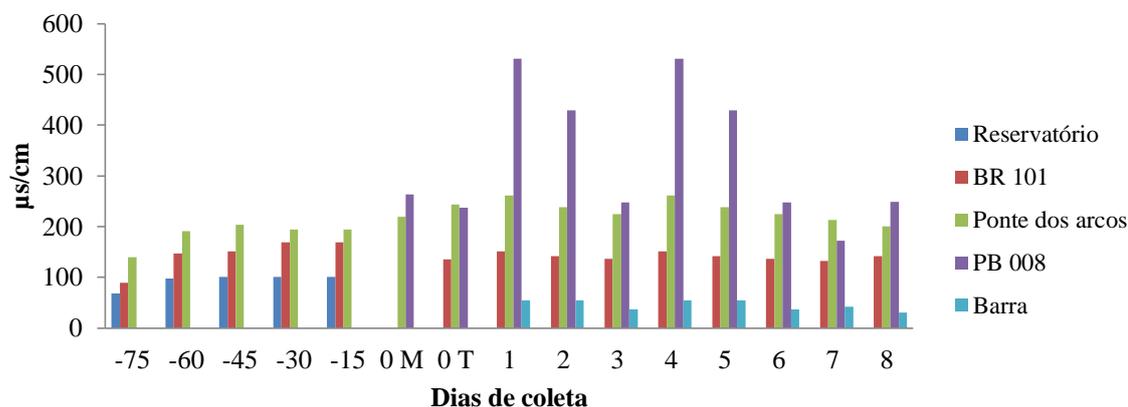
Dentre os pontos de coleta avaliados, os pontos localizados na altura da BR 101 e Ponte dos Arcos puderam ser comparados antes o antes e depois do acidente. O reservatório, por se tratar de um ponto de coleta a montante do acidente, as análises nesse ambiente foram suspensas após o acidente.

Após o derramamento dos resíduos de celulose, houve uma diferença nos resultados em relação às análises que vinham sendo anteriormente realizadas, o ponto de coleta localizado na BR 101, foi mais acometido pelos resíduos industriais, apresentando diferenças consideráveis em relação às variáveis analisadas.

Com relação à condutividade elétrica foi possível observar que antes do dia 0 (o dia que aconteceu o acidente) a maior concentração foi na Ponte dos Arcos, com o maior valor obtido quinze dias antes do acidente, ( 204  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ). Após o acidente os valores da condutividade elétrica aumentaram na Ponte dos Arcos, chegando a valores máximos no dia 6 e 25 dias após o acidente (225  $\mu\text{s}/\text{cm}$  e 238  $\mu\text{s}/\text{cm}$  respectivamente) **(Figura 22)**.

Um dia após o acidente a houve um aumento de mais de 100% da concentração de condutividade elétrica em relação ao dia anterior na PB 008, tais valores permaneceram altos (oscilando entra 420  $\mu\text{s}/\text{cm}$  e 530  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) até o sétimo dia após o acidente, posteriormente as concentrações voltaram a valores que oscilavam entre 132  $\mu\text{s}/\text{cm}$  e 170  $\mu\text{s}/\text{cm}$ .

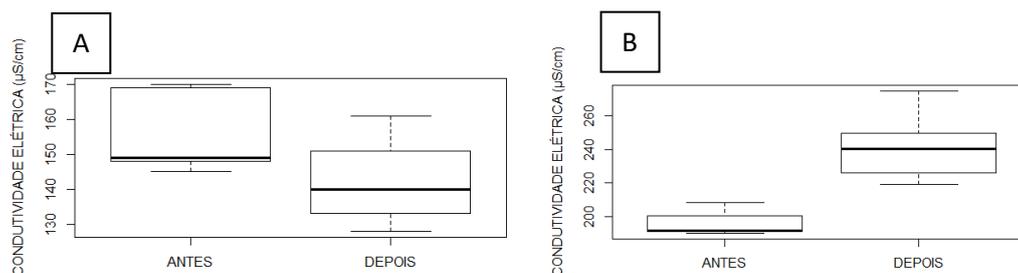
**Figura 22:** Concentração da **condutividade elétrica** em  $\mu\text{S/cm}$  ao longo dos dias de coleta no Rio Gramame



Como Barra de Gramame há forte influência do ambiente marinho e também influencia da maré não foi considerada a condutividade elétrica neste local em comparação com os outros pontos amostrais.

A condutividade elétrica apresentou diferença significativa tanto no trecho perto da BR101 ( $p=0,008$ ) (**Figura 23A**), quanto perto da Ponte dos Arcos ( $p=0,002$ ) (**Figura 23B**), comparando o antes e após o acidente. A decomposição libera sais minerais, que influenciam no aumento da condutividade elétrica da água. Como a ponte dos Arcos é o trecho a jusante da indústria de papel, a decomposição que vai ocorrendo no local do acidente, vai liberando sais, que são direcionados para jusante, alcançando o trecho da Ponte dos Arcos. Como não se tem dados anteriores dos trechos do Rio Gramame da PB001 e Barra de Gramame, não se pode afirmar se houve diferença ou não nestes locais após o acidente.

**Figura 23:** Dados estatísticos da **condutividade elétrica** no trecho do Rio Gramame perto da BR 101 ( $p=0,008$ ) (A) e na Ponte dos Arcos  $p=0,002$  (B), antes e após o acidente da CONPEL.

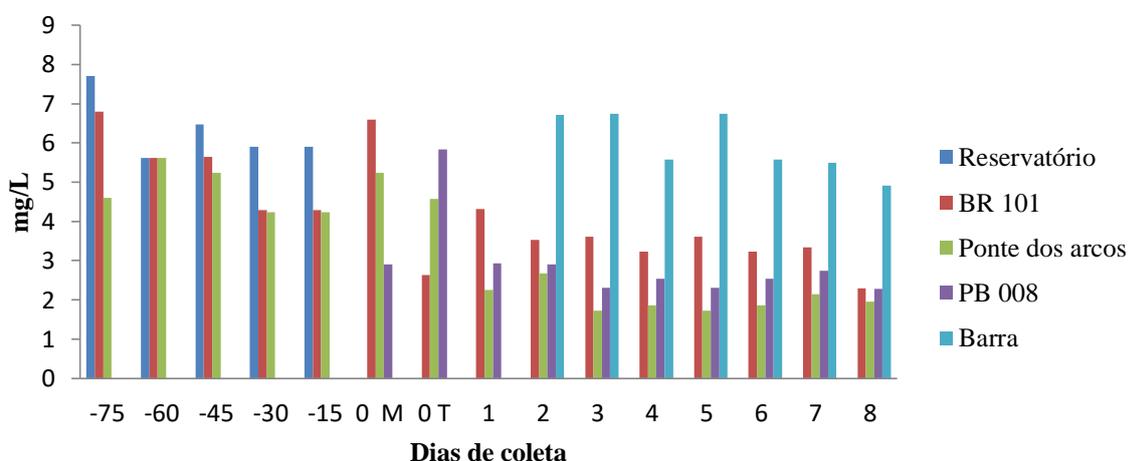


O Oxigênio dissolvido apresentou maiores concentrações antes do acidente, os valores máximos eram observados no reservatório chegando a concentrações máximas de 7,7 mg/L período em que a precipitação foi intensa em detrimento dos demais dias de análise antes do acidente.

Após o acidente o oxigênio diminuiu em todos os pontos de coleta que também foram monitorados antes do acidente. No ponto de coleta próximo a BR 101 que antes possuía valores médios de oxigênio dissolvido de 6 mg/L após o acidente chegou a concentração de 2,2 mg/L no dia 7. A Ponte dos arcos que também apresentava concentrações médias de 6 mg/L antes do acidente, chegou a 1,7 mg/L de oxigênio dissolvido após o acidente no dia 9 (**Figura 24**).

A PB 008 obteve os maiores valores (5,83 mg/L) de OD no dia do acidente (dia 0) e foi diminuindo a quantidade desse gás ao longo dos dias chegando a valores mínimos de 2,2 mg/L no sétimo dia após o acidente. Barra de Gramame por ser uma região de praia e por sofrer influencia da maré, a movimentação da água é maior permitindo que a quantidade de OD não seja tão pequena, oscilando portanto entre os valores de 4.9 mg/L no dia 7 e 7mg/L dois dias após o acidente (**Figura 24**).

**Figura 24:** Concentração de **Oxigênio Dissolvido (OD)** em mg/L ao longo dos dias de coleta no Rio Gramame

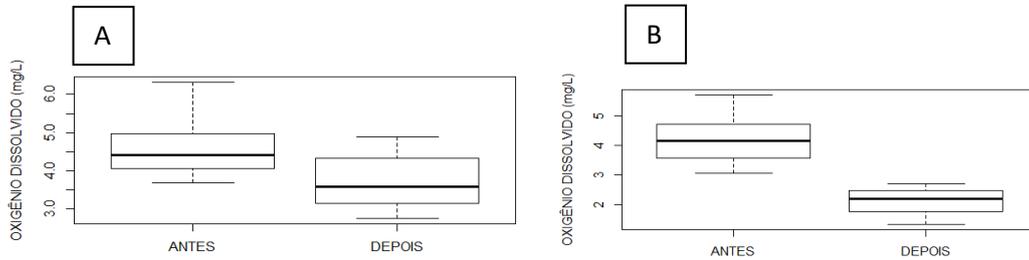


Os valores de oxigênio estiveram muito abaixo dos limites mínimos propostos pela Resolução CONAMA 357/2005 que apontam valores mínimos de 4,0 mg/L para águas de Classe 3. Após o acidente foi registrado no trecho da Ponte dos Arcos que o oxigênio chegou a 0,5 mg/L. Valores inferiores a 3,5 mg/L causam mortalidade por

asfixia em peixes. Isso pode ter sido a causa da ausência de observação de juvenis de peixes, nas margens, o que era comum ver antes do acidente.

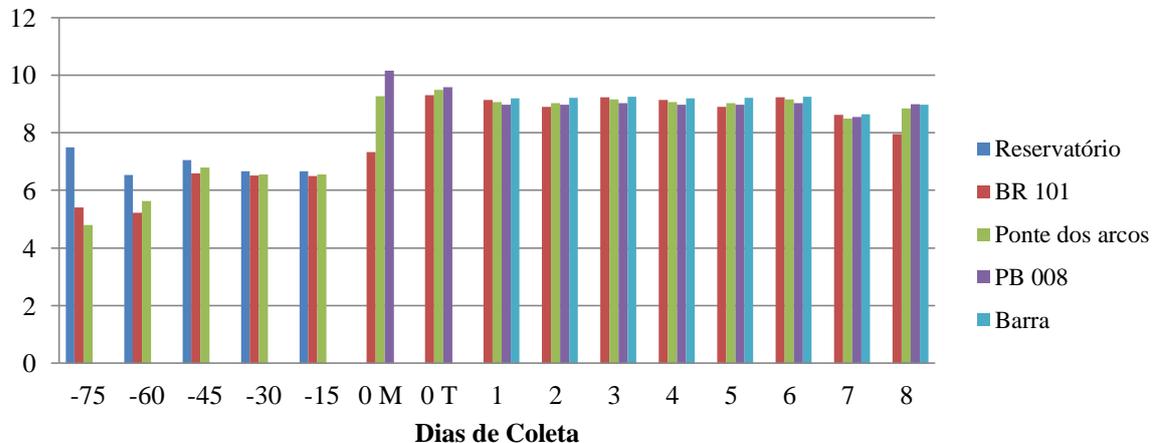
Analisando os dados estatísticos verificou-se diferença significativa entre as concentrações de oxigênio dissolvido de antes para depois do acidente no trecho da BR101 (**Figura 25 A**), com  $p=0,03$  e Ponte dos Arcos (**Figura 25 B**) com  $p < 0,001$ .

**Figura 25:** Concentrações de **Oxigênio Dissolvido** no trecho do Rio Gramame da BR 101 ( $p =0,03$ ) (A) e Ponte dos Arcos ( $p < 0,001$ ) (B).



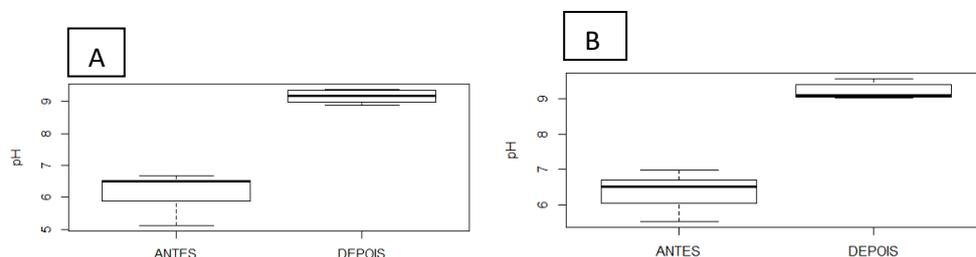
A concentração de pH apresentou-se maior após o acidente em relação aos pontos de coleta que foram avaliados antes do acidente (**Figura 26**). Antes do acidente o ponto de coleta correspondente ao Reservatório do Rio Gramame manteve o pH neutro, variando de 6,5 -7,5, enquanto na BR 101 próximo às fábricas, e na Ponte dos Arcos o pH oscilou de neutro para ácido, atingindo os maiores valores de acidez no P3 (4,8). Após o acidente o pH em todos os pontos manteve-se alcalino, oscilando de 7 – 10,15, o valor máximo foi obtido no dia do acidente (**Figura 26**).

**Figura 26:** Valores de **pH** ao longo dos dias de coleta no Rio Gramame



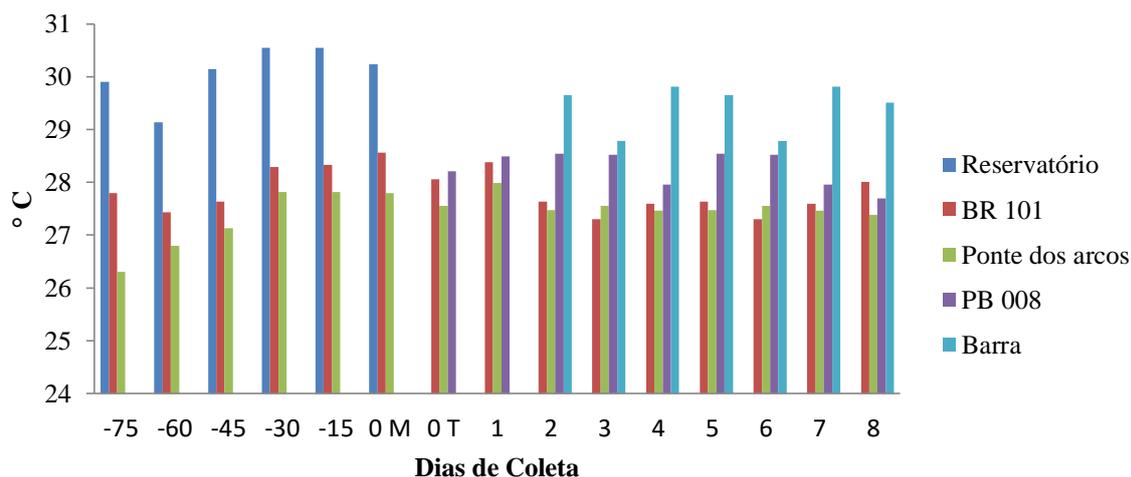
Os valores de pH apresentaram diferença significativa antes e após o acidente no trecho do Rio Gramame da BR101 (**Figura 27A**), e no da Ponte dos Arcos, ambos com  $p < 0,001$  (**Figura 27B**).

**Figura 27:** Concentrações de pH no trecho do Rio Gramame em bloxpot da BR 101 (A) e Ponte dos Arcos (B), ambos com  $p < 0,001$ .



A temperatura apresentou-se mais elevada no reservatório, chegando a valores máximos de 30,5 °C, a BR 101 e a ponte dos arcos obtiveram valores que variavam de 27-26°C (**Figura 28**). A PB 008 e Barra de Gramame foram responsáveis pelos maiores valores de temperatura em relação aos demais pontos do rio (28- 29°C) (**Figura 28**). O reservatório por apresentar água mais lânticas favorece processos de aumento da temperatura.

**Figura 28:** Valores de temperatura em °C ao longo dos dias de coleta no Rio Gramame



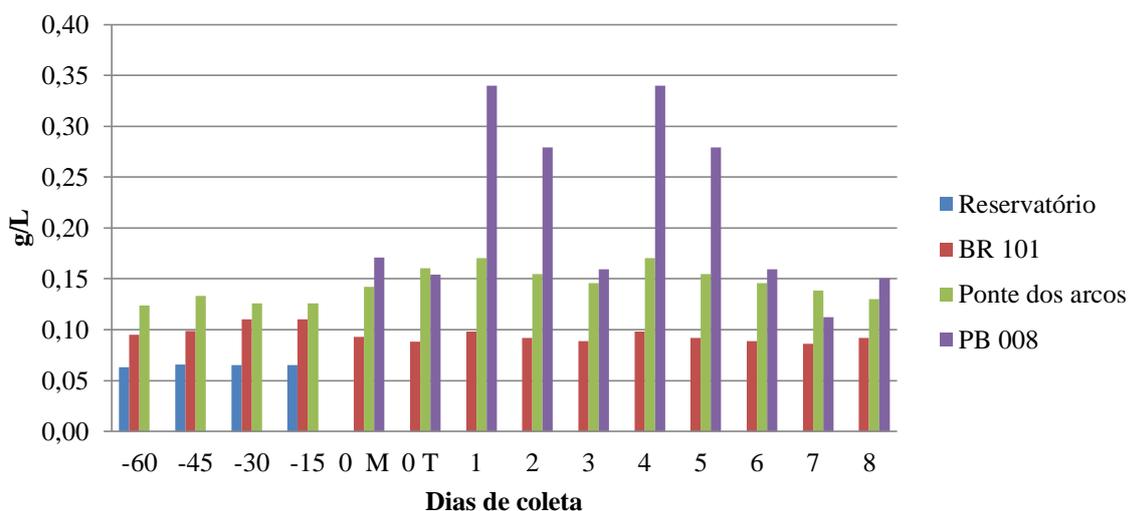
A temperatura não apresentou diferenças significativas entre o antes e depois do acidente.

A concentração de sólidos totais dissolvidos (STD) aumentou após o acidente. Antes do acidente a Ponte dos Arcos obteve as maiores concentrações (0,13 g/L) em relação aos valores mínimos encontrados no reservatório (0,06 g/L). Após o acidente a

ponte dos arcos obteve valores máximos de 0,17 g/L dia 4, diminuindo com o passar dos dias, obtendo valores mínimos no dia 8 ( 0,13 g/L) (**Figura 29**).

A maior concentração de STD foi encontrada na PB 008, o que já era esperado encontrar valores acima da média por se tratar de uma região de mangue e portanto possuir mais íons na água, no entanto logo após o acidente a concentração de STD foi muito superior aos demais pontos, obtendo concentrações máximas de 0,34 g/L um dia após o acidente. A partir do décimo primeiro dia as concentrações de STD diminuiu, obtendo-se valores mínimos de 0,15 g/L no dia 7 (**Figura 29**).

**Figura 29:** Concentração de **Sólidos Totais Dissolvidos** (STD) em g/L ao longo dos dias de coleta no Rio Gramame.

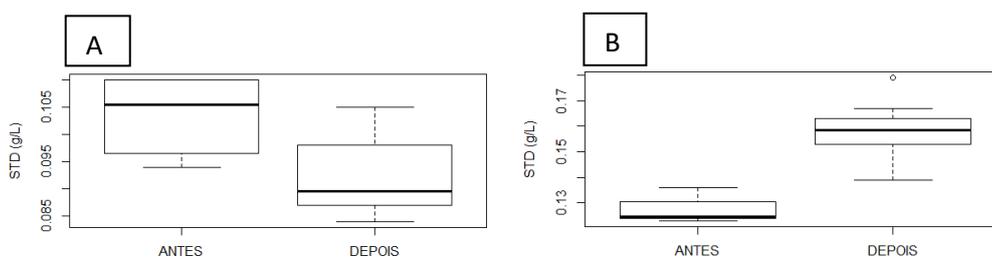


Barra de Gramame por se tratar de área de praia a água apresenta muitos sais dissolvidos, superiores aos demais pontos, a análise desse ponto foi feita de forma separada dos demais. As concentrações de STD para Barra de Gramame apresentaram-se proporcionais com às concentrações de condutividade elétrica. Os dias iniciais de análise em Barra de Gramame, que também foram os primeiros dias após o acidente apresentaram os maiores valores de STD (32 g/L) comparado aos demais, que obtiveram valores mínimos de 20 g/L no sete dias após o acidente.

Os Sólidos Totais dissolvidos também apresentaram diferença significativa após o acidente no trecho do Rio Gramame perto da BR101 com valor de  $p = 0,001$ , diminuindo após o acidente (**Figura 30A**). Significa dizer que a mediana calculada no bloxpot diminuiu após o acidente. Na figura 29 é possível perceber que com o passar dos dias de coleta após o acidente o STD aumenta, pois esse gráfico, diferente do bloxpot tem como parâmetro a média e não a mediana como no bloxpot da figura 30.

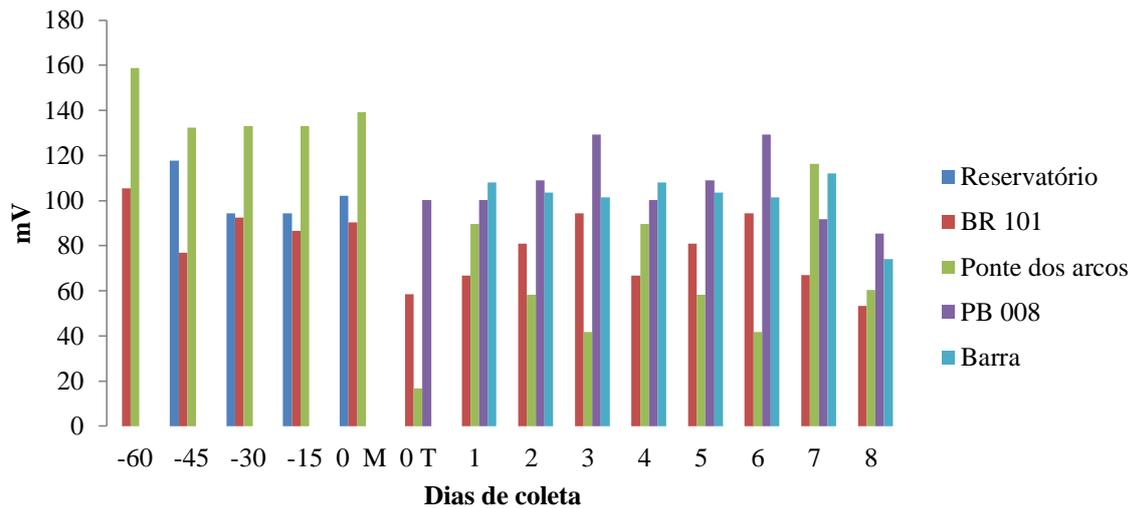
Na Ponte dos Arcos a diferença foi significativa  $p = 0,009$ , aumentando após o acidente (**Figura 30 B**), tanto no gráfico 29, como no gráfico 30, ou seja, tanto houve a diminuição da média, como da mediana, respectivamente. Como os STD são o resultado da decomposição, o efeito do aumento destes foi sentido a jusante (trecho da Ponte dos Arcos) mais que no próprio local.

**Figura 30:** Dados comparativos de **Sólidos Totais Dissolvidos (STD)** em boxplot antes e após o acidente da CONPEL para o trecho do Rio Gramame na BR 101 ( $p=0,001$ ) (A) e no da Ponte dos Arcos ( $p < 0,009$ ) (B)



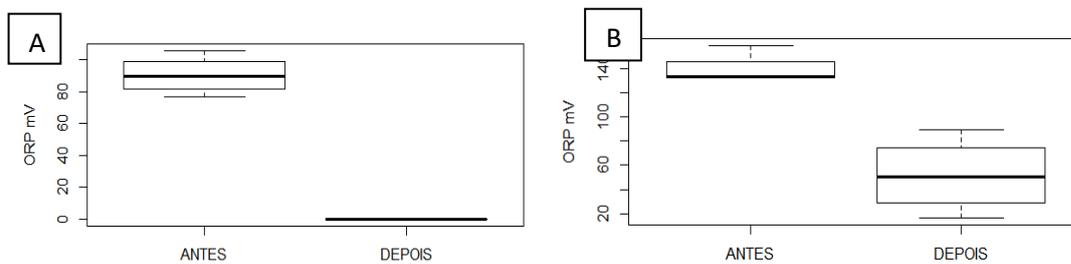
O potencial de oxirredução na Ponte dos Arcos diminuiu após o acidente. Antes do acidente o valor de ORP na ponte dos arcos chegou a 158 mV no dia 45 dias antes do acidente (-45), após o acidente o ORP chegou a valores mínimos de 41 mV (**Figura 31**). Os outros pontos de coleta apresentaram valores que oscilaram bastante, a BR 101 apresentou valores máximos de ORP (105,5 mV no dia -45) em relação aos demais dados coletados, antes do acidente, e valores mínimos (53 mV no 8º dia após o acidente) em relação aos demais pontos de coleta (**Figura 31**).

**Figura 31: Potencial de Oxirredução (ORP) em mV ao longo dos dias de coleta no Rio Gramame**



O Potencial de Oxirredução entre antes e depois do acidente no ponto de coleta na altura da BR 101 e na Ponte dos Arcos, ambos demonstrando a diminuição essa variável. Na BR101 apresentou diferença de  $p < 0,001$  e na Ponte dos Arcos  $p = 0,02$  (Figura 32 A e B)

**Figura 32:** Valores de **Potencial de Oxirredução** antes e após o acidente no trecho do Rio Gramame perto da BR101 ( $p < 0,001$ ) (A) e no da Ponte dos Arcos ( $p = 0,02$ ) (B) antes e após o acidente da CONPEL



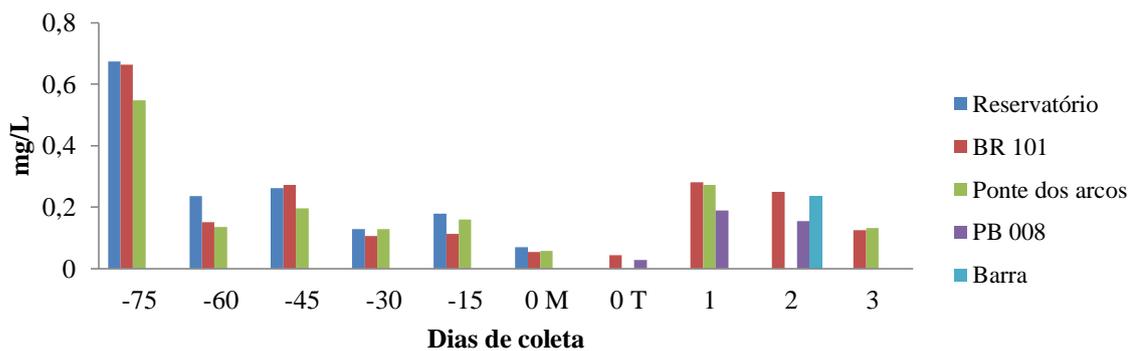
### 3.1.1. Análise de nutrientes

Os nutrientes nitrogenados analisados apresentaram concentrações mínimas no dia do acidente em relação aos demais dias de análise, obtendo valores mínimos de e 0,05 mg/ L de amônia na BR101 e na ponte dos Arcos, 0,001 mg/L de nitrito na BR101, 0,017 mg/L de nitrato na Ponte dos Arcos.

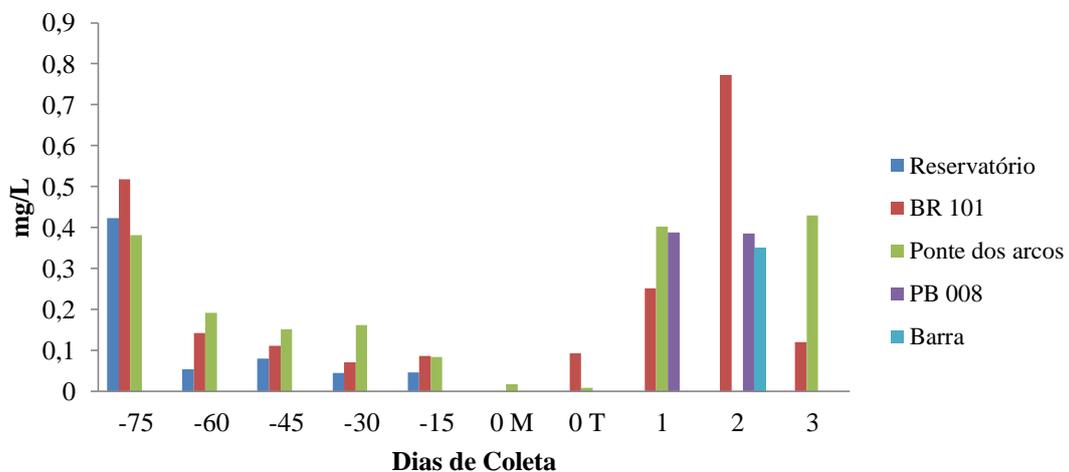
As concentrações de amônia apresentaram maior em relação as demais 75 dias antes do acidente, com valores máximos de 0,67 mg/L (reservatório). As menores

concentrações desse nutriente foram obtidos no dia do acidente (0 M e 0 T) com valores mínimos de 0,02 mg/L na PB 008 (**Figura 33**). As concentrações de nitrato foram mais elevadas dois dias após o acidente na BR101, com concentrações máximas de 0,77 mg/L em comparação aos valores médios de nitrato na BR101 que correspondia a 0,21 mg/L (**Figura 34**). O nitrito apresentou-se em maior concentração antes do acidente, evidenciando valores que variavam de 0,02 mg/L – 0,05 mg/L. Após o acidente o único valor máximo registrado foi de 0,033 mg/L na BR101 no dia 1 (um dia após o acidente). (**Figura 35**).

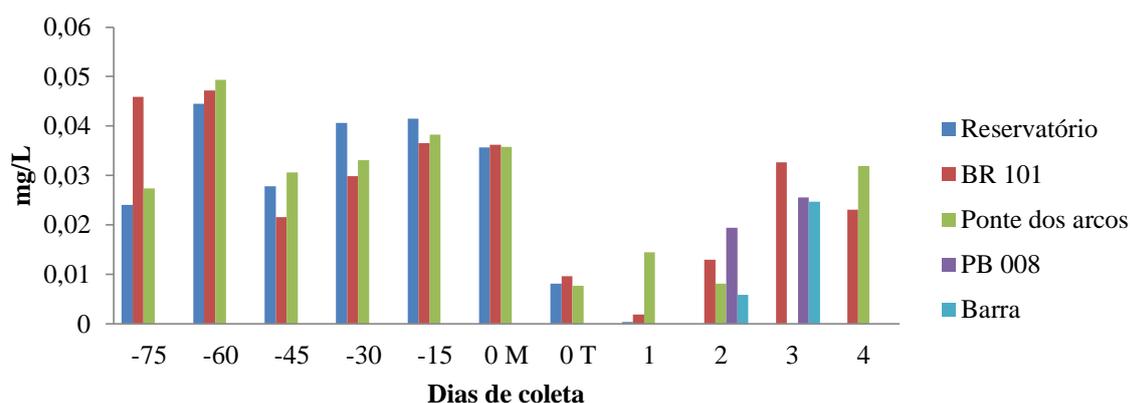
**Figura 33:** Concentrações de **amônia** (mg/L) ao longo dos dias de coleta no Rio Gramame



**Figura 34:** Concentração de **nitrato** (mg/L) ao longo dias de coleta no Rio Gramame



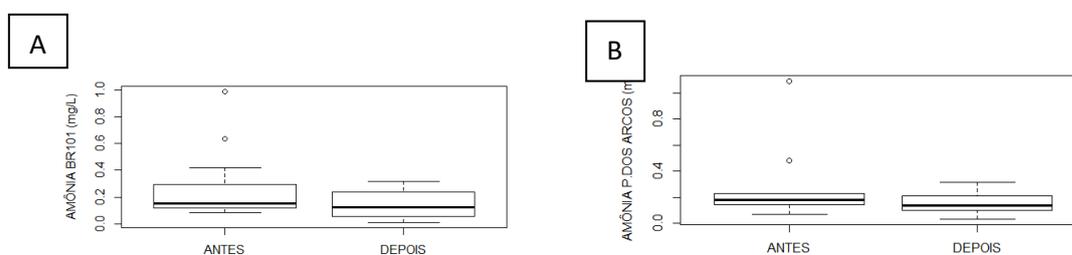
**Figura 35:** Concentração de **nitrito** (mg/L) ao longo dos dias de coleta no Rio Gramame



Antes do acidente a concentração de amônia era maior em todos os pontos de coleta (valores que variavam de 0,23 mg/L – 0,29 mg/L). As concentrações de nitrato (concentração variou de 0,12 mg/L – 0,19 mg/L) e nitrito (0,3 mg/L em todos os pontos de coleta) representaram as menores concentrações antes e depois do acidente. Depois do acidente a concentração que apresentou-se maior em relação às demais durante as análises foi a de nitrato. A BR 101 e a PB 008 foram os dois pontos que apresentaram maiores concentrações de nitrato, correspondendo a 0,24 mg/L e 0,25 mg/L respectivamente (**Figuras 33, 34 e 35**).

As concentrações de amônia não apresentaram diferenças significativas entre antes e depois do acidente por apresentarem os valores de  $p > 0,05$ , na BR101 ( $p = 0,4$ ) (**figura 36 A**) e na Ponte dos Arcos ( $p= 0,2$ )(**Figura 36 B**).

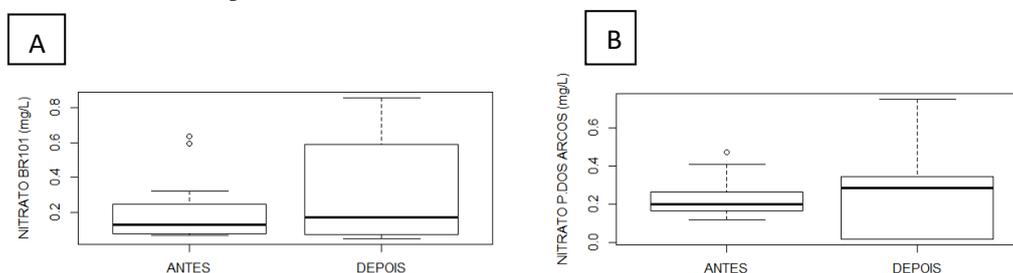
**Figura 36:** Valores da concentração de amônia antes e depois do acidente em bloxpot na BR101 ( $p=0,4$ ) (A) e na Ponte dos Arcos ( $p=0,2$ ) (B)



Assim como a amônia, as concentrações de nitrato não apresentaram diferenças significativas entre antes e depois do acidente na BR 101 e na Ponte dos Arcos, por apresentarem os valores de  $p > 0,05$  (**Figura 37 A e B**). No entanto, o fato de ter maiores concentrações de nitrato (quase o dobro) que de amônia, sendo o primeiro uma

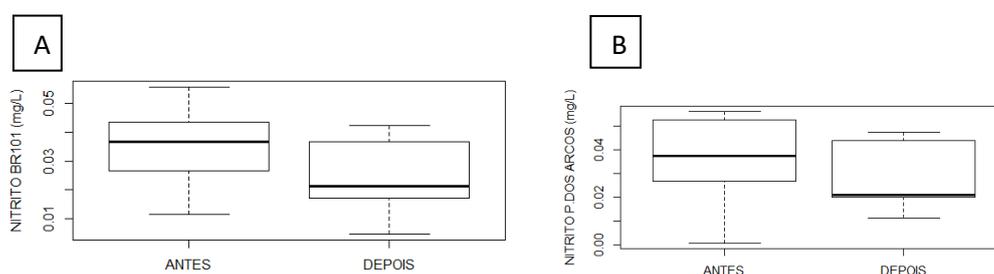
derivação do segundo mostra que o nitrato analisado não foi originado da decomposição do material no rio, mas de uma decomposição anterior, provavelmente ocorrida dentro da estação de tratamento de resíduos da COMPEL.

**Figura 37:** Valores da concentração de **nitrato** antes e depois do acidente em bloxpot na BR101 ( $p=0,5$ ) (A) e na Ponte dos Arcos ( $p=0,22$ ) (B)



O nitrito foi o único nutriente nitrogenado que apresentou diferença significativa entre o antes e depois do acidente na BR101, com  $p= 0,004$  (**Figura 38 A**), apresentando valores menos elevados após o acidente. A Ponte dos Arcos não apresentou diferença significativa (**Figura 38 B**). O fato de ter-se menos oxigênio no ambiente, como comentado acima, diminui os processos de nitrificação, dessa forma a amônia não passa a nitrito, fazendo diminuir as concentrações deste composto.

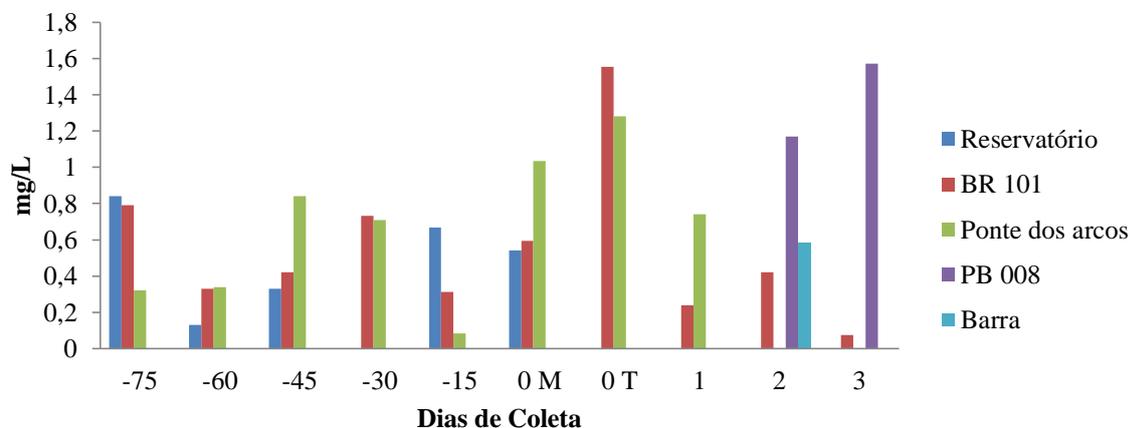
**Figura 38:** Valores da concentração de nitrito antes e depois do acidente da CONPEL em bloxpot na BR101 ( $p=0,04$ ) (A) e na Ponte dos Arcos ( $p=0,3$ ) (B)



Os nutrientes fosfatados tiveram suas concentrações com valores máximos 12 horas após o acidente. O Ortofosfato no dia 0 T (Dia do acidente – tarde) apresentou picos de sua concentração no ponto de coleta na altura BR101, local onde foi mais acometido pelo acidente com os resíduos de papel, atingindo valor máximo de 1,5 mg/L. Até então as concentrações desse nutriente oscilava entre 0,3 mg/L – 0,7 mg/L nesse mesmo ponto de coleta. No dia seguinte do acidente ( 1ª dia após o acidente) a

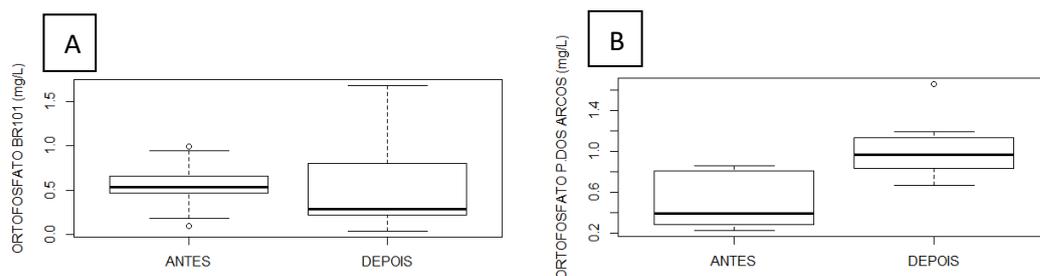
água do rio as margens da PB 008 obteve os maiores valores de ortofosfato (1,6 mg/L) (Figuras 39).

**Figura 39:** Concentração de ortofosfato (mg/L) ao longo dos dias de coleta no Rio Gramame



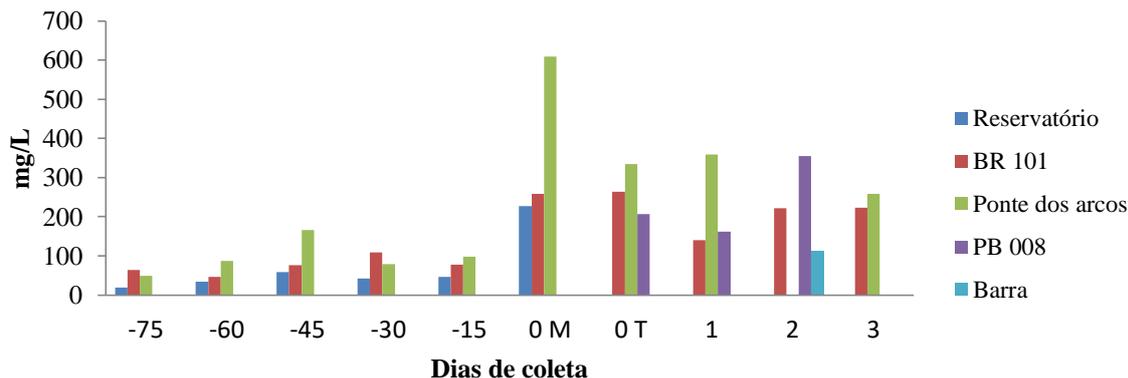
As concentrações de ortofosfato apresentaram diferença significativa entre antes e depois do acidente no trecho do Rio Gramame perto da Ponte dos Arcos ( $p=0,01$ ) não apresentando o mesmo na BR 101 ( $p=0,7$ ) (Figura 40).

**Figura 40:** Valores da concentração de ortofosfato antes e depois do acidente da CONPEL, em bloxpot na BR101 ( $p=0,7$ ) (A) e na Ponte dos Arcos ( $p=0,01$ ) (B)



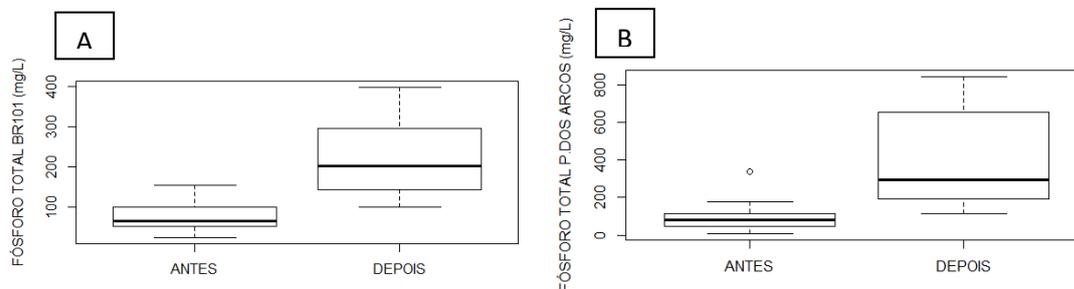
As concentrações de fósforo total obtiveram valores máximos no dia do acidente (Dia 0), principalmente na Ponte dos Arcos, com concentrações de 608 mg/L. Com o passar dos dias as concentrações desse nutriente foram diminuindo na Ponte dos Arcos até chegar a valores mínimos de 257 mg/L, isso revela que a lagoa de estabilização já tinha este composto em altas concentrações, visto que não teria tempo hábil para ser liberado pela decomposição no dia do acidente. A PB 008 atinge concentrações máximas desse nutriente dois dias após o acidente, momento que a poluição deve ter alcançado esse ponto de análise. Antes do acidente o fosforo total do Rio Gramame não ultrapassavam valores de 166 mg/L (Figura 41).

**Figura 41:** Concentração de **Fósforo Total** (mg/L) ao longo dos dias de coleta no Rio Gramame



As concentrações de fósforo total apresentaram diferenças significativas para antes e depois do acidente tanto na BR 101 como na Ponte dos Arcos, com  $p < 0,05$  e  $p = 0,009$ , respectivamente (**Figura 42**), aumentando essas concentrações após o acidente.

**Figura 42:** Valores da concentração de **Fósforo Total** antes e depois do acidente da CONPEL em bloxpot na BR101 ( $p < 0,05$ ) (A) e na Ponte dos Arcos ( $p=0,009$ ) (B)



### 3.2. Análises Ecotoxicológicas

Foram realizadas análises ecotoxicológicas de sete dias de coleta, na qual pelo menos um ponto de coleta foi analisado. Foram realizados ensaios agudos. Foram considerados tóxicos os pontos que apresentam uma diferença significativa se comparados ao controle. Durante as análises foram aferidos pH, temperatura e OD no início, na renovação da água e no final das análises, o pH variou de 5,53- 8,48, a temperatura oscilou entre 23 -26 °C e o OD concentrações entre 5,53- 7,37 mg/L . (**Quadro 1, 2 e 3**). Barra de Gramame, por se tratar de praia não foi realizada nenhuma análise ecotoxicológica, uma vez que o organismo em estudo não suporta grandes concentrações de sais, no entanto devido a observação de pequenos peixes na foz do rio acredita-se que os efeitos da toxicidade não devem ter alcançado a Barra de Gramame.

Antes do acidente (dias 0 M e 0 T) nenhum ponto apresentou diferença significativa indicando toxicidade. Os pontos que apresentaram toxicidade foi a BR 101 ( dia 0 M e 0 T) e PB008 (dia 1), com uma diferença significativa entre o controle com  $p=0,005$  para as duas análises da BR 101 e  $p= 0,02$  na PB008 (**Figura 43, 44 e 45**). A análise da Ponte dos Arcos ficou limitada ao dia do acidente, não apresentando diferença significativa que represente toxicidade. A toxicidade foi inicialmente prevista pela ausência da ictiofauna na coluna de água, até então vistas com frequência em todos os pontos de coleta avaliados antes do acidente.

**Quadro 1:** Análise de pH nos ensaios ecotoxicológicos (em dias)

<b>pH</b>							
	-75	-60	-45	-30	-15	0	1
Reservatório	7,79	7,02	6,87	6,63			
BR 101	8,36	7,08	7,04	7,81	7,16	6,68	7,16
Ponte dos arcos	7,88	7,19	7,48		7,37	7,08	
PB 008						7,49	
<b>CONTROLE</b>							
Reservatório	8,1	8,17	8,25	8,34			
BR 101	8,48	8,1	8,03	8,12	6,91	6,17	6,17
Ponte dos arcos	7,88	7,19	8,17		6,91	5,52	
PB 008						5,52	

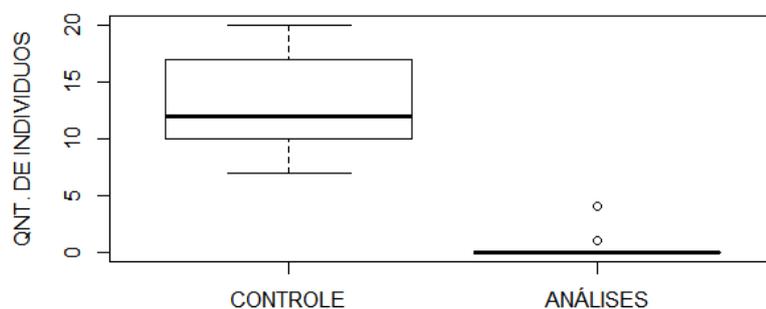
**Quadro 2:** Análise da temperatura (°C) nos ensaios ecotoxicológicos (em dias)

<b>Temperatura (°C)</b>							
	-75	-60	-45	-30	-15	0	1
Reservatório	23,03	25,88	25,8	24,4			
BR 101	24,15	25,35	24,3	23,3	25,5	26,8	25,7
Ponte dos arcos	25,47	25,96	25,6		24,7	25,3	
PB 008						25,6	
<b>CONTROLE</b>							
Reservatório	23,39	26,59	25,3	25,4			
BR 101	25, 23	26,72	25,8	25	23,8	26	26
Ponte dos arcos	25,92	25,56	26,7		23,8	25,3	
PB 008						25,6	

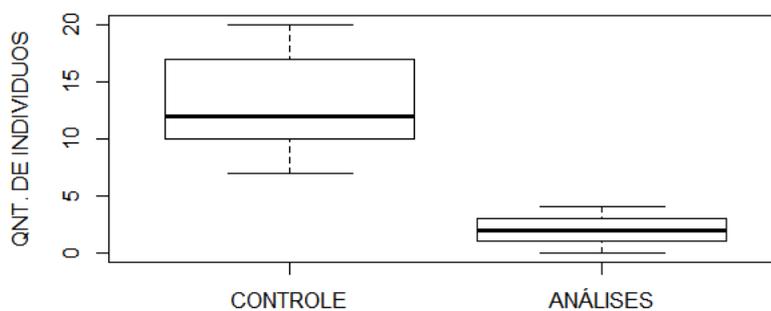
**Quadro 3:** Análise do OD (mg/L) nos ensaios ecotoxicológicos (em dias)

OD (mg.L <sup>-1</sup> )				
	-75	-60	-45	-30
Reservatório	7,37		5,7	6,7
BR 101	6,26	4,72	5,25	6,28
Ponte dos arcos	6,19	5,09		
PB 008				
<b>CONTROLE</b>				
Reservatório	7,31		4,4	5,3
BR 101	5,58	4,61	5,53	5,57
Ponte dos arcos	6,09	6,09		
PB 008				

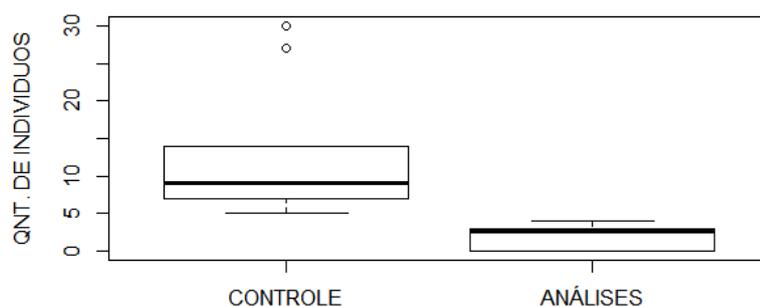
**Figura 43:** Análises toxicológicas da água do Rio Gramame na BR 101, dia seguinte ao acidente da CONPEL (p= 0,005).



**Figura 44:** Análises toxicológicas da água do Rio Gramame na BR 101, dois dias após o acidente da CONPEL (p= 0,005).



**Figura 45:** Análises toxicológicas da água do Rio Gramame na PB008, dois dias após o acidente da CONPEL ( $p= 0,005$ ).



#### 4. DISCUSSÃO

O despejo de efluentes industriais e domésticos, a falta de saneamento básico e o destino inadequado do lixo são fatores que ocasionam a degradação ambiental, a perda da qualidade da água e o bem estar da comunidade daqueles que dependem do rio para sobreviver. Estudo realizado por Sousa *et al.* (2018) no qual avaliou o impacto ambiental no Rio Gramame mostrou que as moradias construídas cada vez mais próximas ao rio, atrelada a principal fonte poluidora do rio que é o despejo de efluentes industriais contribui para que haja alterações químicas na água, alterando o equilíbrio do corpo hídrico e contribuindo para o agravamento da situação do Rio Gramame. Todo esse cenário de degradação foi observada nessa pesquisa, demonstrando que a degradação ambiental no Rio Gramame também é uma problemática social e política, pois o mesmo carece de medidas efetivas para a melhoria da qualidade de sua água.

A poluição por efluentes industriais é um problema que acomete muitos rios que estão localizados próximos a fábricas e indústrias no geral. Semelhante ao que ocorre com o Rio Gramame acontece no Rio Sino no Rio Grande do Sul, a porção baixa do rio, localizado próximo a nascente é uma região rural, a região media e alta é onde estão localizadas indústrias que lançam efluentes industriais no rio, além de esgotos domésticos. Estudos no Rio Sino indicam que há grandes concentrações de metais pesados (cromo, ferro, níquel, mercúrio entre outros), além da comprovada diminuição do oxigênio dissolvido, que causa a morte de vários animais aquáticos (OLIVEIRA, HENKES; 2013).

As variáveis físicas, químicas e biológicas apresentaram algum tipo de alteração após o acidente com os resíduos da fabrica de papelão. Com relação à condutividade

elétrica elevada na PB 008 já era esperado que nesse ponto de coleta houvesse o aumento dessa variável, em relação aos pontos a montante por se tratar de uma região próxima ao estuário, a mesma influenciada pela maré, então há um aumento da quantidade de sais na água ocasionando assim o aumento da condutividade elétrica (LIMA, TOGNELLA; 2012). Mesmo sendo tolerável o aumento da condutividade elétrica nesse ponto de coleta, após o acidente os valores foram muito superiores ao esperado, indicando que a poluição do rio influenciou na distribuição de íons da água. É possível observar que o pico dessa variável na PB 008 foi a partir do primeiro dia após o acidente, pois no dia do acidente a poluição ainda não havia chegado nesse ponto de coleta, esse pode ter sido o tempo para que aquela decomposição fossem liberados sais do material celulósico.

As concentrações de oxigênio dissolvido diminuíram após o acidente na BR 101 e na Ponte dos Arcos. Os resíduos de papelão provindos da fábrica cobriam toda a superfície da água impedindo que a luz penetre na superfície, e assim que as algas produzissem oxigênio, havendo a diminuição desse gás (AVIGLIANO, SCHENONE; 2016). A diminuição do OD também ocorre pelo processo de decomposição da matéria orgânica, que é potencializado pela diminuição do fluxo de água (BARRETO et al, 2013).

O pH antes do acidente oscilava de levemente ácido para neutro, após o acidente, ele manteve-se básico, com uma diferença significativa entre o antes e o depois. Segundo Torelli (2013) o pH da água do Rio Gramame nos anos de 2010 a 2011 variou de 6,7 - 7,9, os valores máximos então foram justificados pelo período de estiagem que aumentaram devido ao estado trófico dos ambientes. No acidente ocorrido em 2018 no Rio Gramame, no qual foi derramado mais de 80 m<sup>3</sup> de hidróxido de sódio as concentrações de pH variaram de 6 - 9, os valores foram semelhantes aos resultados obtidos após o acidente (SUDEMA, 2018). No presente estudos essa variável chegou a 10,15 no dia do acidente, a alcalinidade pode afetar os animais aquáticos, pois os mesmos são muito sensíveis a mudanças bruscas de pH (BORGES et al., 2007).

Estudo semelhante foi realizado no Rio Piracicaba em Minas Gerais, no qual foram avaliados os parâmetros físicos, químicos e toxicológicos, o rio também variou devido a poluição industrial, doméstica e agrícolas xenobióticos (também pela plantação de cana-de-açúcar) foi avaliado também a condutividade elétrica, OD e pH.

A condutividade elétrica corroborou com a presente pesquisa antes da coleta, oscilando entre 87,5 a 260,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (RODRIGUES et al., 2015) . A condutividade elétrica no Rio Gramame após o acidente foi bastante superior à observada no Rio Piracicaba, pois chegou a concentrações máximas de 530 na PB 008. Os níveis de OD no Rio Piracicaba (0,92-6 mg/L) foram semelhantes aos encontrados no Rio Gramame em períodos em que o rio era sujeito a algum tipo de poluição. As concentrações de pH no /rio Piracicaba foram de 6,95-7,41 semelhantes a valores encontrada no Rio Gramame antes do acidente, na qual variavam de 6,5-7,5 (RODRIGUES et al., 2015). Isso demonstra que o Rio Gramame apesar de poluído era semelhante a outros rios na mesma situação.

A temperatura é uma importante variável, pois é considerada como um fator limitante para vários processos biológicos, como reprodução e desenvolvimento dos organismos vivos. A baixa oscilação de temperatura foram as mesmos verificadas por Chaves et al., (2015), durante o monitoramento do Rio Piranhas por Torelli (2016) durante a análises de água do Rio Gramame e por Rodrigues ( 2015) no Rio Piracicaba na qual a temperatura média encontrava-se por volta dos 30 °C.

Os STD da água são um importante indicativo da presença de contaminantes na água, sais e ácidos minerais, podendo demonstrar o derramamento de poluentes no corpo hídrico (FARIAS et al., 2019). Segundo Barreto et al. (2014), as elevadas concentrações de STD ocasiona a diminuição do oxigênio e altera a dinâmica do corpo hídrico. As concentrações de STD diminuíram após o acidente, indicando que o equilíbrio hídrico foi afetado pela descarga de um poluente. Em análises de STD no Rio Paciência, localizado em São Luíz no Maranhão (também se modifica com a poluição industrial e doméstica), as concentrações de STD variavam entre 0,186 g/L a 0,210 g/L (RABELO et al., 2017) corroborando com os resultados apresentados no Rio Gramame, e diferindo dos valores registrados após o acidente.

O potencial de oxirredução apresentou com uma grande variação ao longo das análises. É uma variável que não apresenta valores de referência definidos pela Resolução 357/2005, no entanto é sabido que os maiores valores de ORP está relacionado a diminuição da qualidade da água. A ponte dos arcos mostrou os maiores valores antes do acidente e a PB 008 também, porém depois do acidente. Estudos realizados por Farias et al., (2019) ao realizar o monitoramento das variáveis físico-químicas da Bacia do Rio Uberaba, obtiveram concentrações que variavam de 159,8-

214,2 mV, resultado semelhante ao avaliado nessa pesquisa, na qual obtiveram valores que oscilavam entre 58mV – 158 mV, estes são resultados semelhantes ao Rio Gramame em sua situação.

A concentração dos nutrientes está associada a quantidade de matéria orgânica presente no corpo hídrico. A média da concentração de amônia antes do acidente foi maior do que a concentração desses nutrientes nitrogenados após o acidente. Isso pode ser explicado pela ineficiência dos processos de nitrificação, em que é necessário a presença de bactérias nitrificantes e de oxigênio, principalmente para a formação de nitrato e nitrito (que são as formas oxidadas dos nutrientes nitrogenados em estudo) a diminuição desse oxigênio principalmente na BR 101 possivelmente atrasou esse processo (REIS, MENDONÇA; 2009). O aumento da decomposição após o acidente liberou mais amônia para a água.

As maiores concentrações de nutrientes avaliados ocorreu após o acidente e foram de nutrientes fosfatados. As águas residuárias, fezes de animais, despejos de efluentes industriais e domésticos influenciam na quantidade de nutrientes fosfatados no ambiente (PIMENTA, 2012). Nesse caso a elevada concentração de fosforo esteve associada aos resíduos da fabrica de papelão no rio.

Segundo Almeida (2007) que abordou em um de seus trabalhos a composição química de resíduos de uma indústria de papel, dois dos resíduos são conhecidos como dregs e grifs, que são provenientes do processo de extração da celulose, após a extração ainda tem a lama de cal e o iodo orgânico que são resultantes do tratamento de efluentes líquidos das fabricas de papelão, além de resíduos de cascas de eucalipto, cinzas. Muitos resíduos sugerem a utilização desses resíduos na correção do pH do solo. Não há, no entanto, trabalhos que demonstram a presença de nutrientes fosfatados e nitrogenados para resíduos de uma fabrica de papelão. Neste caso a fábrica utiliza bambu como matéria prima e não eucalipto, no entanto em relatório do Ministério Público Federal sobre as condições ambientais do Rio Gramame após o acidente o fósforo aumentava na água, relacionando a presença desse.

A água do Rio Gramame apresentou toxicidade após o acidente. Análises ecotoxicológicas no Rio Piracicaba, que também é acometido pela poluição industrial também apresentou toxicidade, utilizando como organismo teste o cladocero *Daphnia magna*, a toxicidade foi justificada pela grande concentração de nutrientes, ou seja,

concentração de poluentes maior do que o ambiente e os organismos são capazes de suportar (RODRIGUES et al., 2015).

## 5. CONCLUSÃO

Com base nas análises físicas, químicas e ecotoxicológicas realizadas antes e após o derramamento de resíduos de celulose no Rio Gramame pode-se concluir que ao longo do rio, as áreas mais agravadas são os pontos de coleta localizados próximo a: BR101 e Ponte dos Arcos. Os índices de maior condutividade elétrica, diminuição das formas nitrogenadas, aumento dos nutrientes fosfatados são maiores na BR101 e na Ponte dos Arcos, após o acidente com o derramamento dos resíduos de celulose.

O presente estudo é sugestivo da necessidade de uma análise mais aprofundada acerca da melhoria da qualidade de água do Rio Gramame, de modo a servir como subsidio para estudos futuros, tais como: Análise de toxicidade em peixes, análise de metais pesados, avaliação da composição dos resíduos industriais despejados no rio, entre outros trabalhos que podem ser desenvolvido por meio dessa pesquisa.

A hipótese da pesquisa foi parcialmente aceita visto que apesar de poluído o efeito tóxico à biota só começam após o acidente não tendo efeito contínuo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIRA, H. C.; SILVEIRA, C. B.; ERNANI, P. N.; CAMPOS, L. M. et al. Composição química de um resíduo alcalino da indústria de papel e celulose (dregs). **Quim. Nova**, v. 30, n. 7, p.1669-1672, 2007.

ANDRADE, R. C.; SOUZA, M. F.; COUTO, E. C.; Influência de efluentes têxteis e alimentícios sobre o metabolismo e propriedades físicas e químicas do Rio Piauitinga (Sergipe). **Química Nova**, v.21, n.4, p. 424-427. 1998.

AVIGLIANO, E.; SCHENONEL N.; Water quality in Atlantic rainforest mountain rivers (South America): quality indices assessment, nutrients distribution, and consumption effect. **Environ Sci Pollut Res**, p.1-13, 2016.

BARRETO, L.V; BARROS, F.M; BONOMO, P; ROCHA,F.A; AMORIN, J.D.S, **Eutrofização em Rios Brasileiros**, enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16, Bahia 2013.

BORGES, L.S.; FARIA, B.M.; ODEBRECHT, C.; ABREU, P.C. Potencial de absorção de carbono por espécies de microalgas usadas na aquicultura: Primeiros passos para o desenvolvimento de um “Mecanismo de desenvolvimento limpo” **Rev. Atlântica**, Rio Grande, v. 29, n.1, p. 35-46, 2007.

CHAVES, A.D.C.; ALMEIRA, R.R.P.; CRISPIM, D.L.; SILVA, F. T.; FERREIRA A.C. **Monitoramento e qualidade das águas do Rio Piranhas**. Revista Verde (Pombal - PB - Brasil) v. 10, n.1, p. 160 - 164, jan-mar, 2015.

FARIAS, C.; SILVA, L. P.; SANTOS, M. A.; RIBEIRO, R. P.; Análise físico-química da água do rio Murucupi localizado no município de Barcarena-PA. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 5, n. 10, p. 21292-21301, out. 2019.

FLYNN, M. N.; PEREIRA, W. R.; Abordagem populacional na ecotoxicologia, **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 4, n. 3, p. 79-91, out. 2011.

GOMES, W. K.; SOUZA, R. F.; MEDEIROS, G. F.; et al., Resposta ecotoxicológica e parâmetros físicos e químicos em rio de área costeira do nordeste brasileiro. **Gaia Scientia** .v. 10, n.4, p.195-208, 2016.

GUEDES, J. A.; Poluição de rios em áreas urbanas, **Ateliê Geográfico** (Goiânia) v. 5, n. 2,p.212-226, 2011.

LIMA, T. M.; TOGNELLA, M. M., Estrutura e função dos manguezais: revisão conceitual. **Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v.8, n.15; p.1801-1827, 2012

MARQUES, J. MARANGONI, L. F.; BIANCHINI, A. ; Bioindicadores e Biomarcadores para a avaliação de impactos em recifes de corais. **Série livros museu nacional: Recifes brasileiros, rede de pesquisa coral vivo**. n. 58, p1-28, 2016.

NETO, A. F.; MACENA, I. M.; OLIVEIRA, J. S.; Análise da concentração de alumínio residual no Rio Gramame proveniente dos efluentes da ETA-Gramame, João Pessoa-PB. **Revista Ambiental** V. 2 , n. 1 , p. 88 - 96 , Out-Jun, 2016 .

NUNES, E. M. Conflito social ambientalizado em João Pessoa-PB: o caso da bacia do rio Gramame-Mumbaba. – **Revista Eletrônica de Ciências Sociais/UFPB**. n.21, p.59-72, 2012.

NUNES, E. M.; Conflito socioambiental e poluição industrial: O caso da bacia do Rio Gramame-Mumbaba – PB. **Revista Uniara**, v.16, n.1, p. 121-132, 2013

NUNES, E. M.; GARCIA, L. G.; Conflito territorial de poluição industrial da bacia do rio Gramame-Mumbaba – PB, **Sociedade & Natureza**, ( Uberlândia), n24, 255-266, mai/ago. 2012

OLIVEIRA, L. A.; HENKES, J. A.; Poluição hídrica: poluição industrial no rio dos sinos-RS. **Revista gestão sustentabilidade e ambiente**, Florianópolis, v.2, n.1, p.186-221. abr. /set. 2013.

OLLIVI, C. R.; BOTTA, C. M.; ESPINOLA, E. L.; A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. **Quim. Nova**, v. 31, n. 7, p.1820-1830, 2008.

PIMENTA, S. F. P. **Comparação entre a biorremediação de água natural e água residual utilizando *Chlorella vulgaris***. Dissertação (Mestrado em biologia e gestão da qualidade da água). Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. 2012

REBELO, W. P. ARAUJO, G. S.; FURTADO, G. J.; MARINHO, S. C.; et al., Análise Dos Parâmetros Físico-Químicos e Microbiológicos da Água Do Rio Paciência, São Luís - MA. **Revista Ceuma Perspectivas**. v. 30, n. 01, p 6-16. 2017.

REIS, J. A.; MENDONÇA, A. S.; Análise técnica dos novos padrões brasileiros para amônia em efluentes e corpos d'água. **Eng. Sanit. Ambient.** v.14 no.3 Rio de Janeiro. 2009.

REZENDE, G. B.; ARAÚJO, S. M.; AS CIDADES E AS ÁGUAS: OCUPAÇÕES URBANAS NAS MARGENS DE RIOS. **Revista de Geografia** (Recife) V. 33, N. 2, p.119-135, 2016

RODRIGUES, L. A.; TORRES, N. H.; TORNISIELO, V. L.; FERREIRA, L. F.; MARANHÃO, L. A.; Determinação de ensaios de toxicidade, índice de estado trófico e parâmetros físico-químicos no rio Piracicaba e no córrego Itapeva. **Rev. Ambient. Água** vol.10 no.2 Taubaté abr./ junho 2015.

SOUZA, C. A.; OLIVEIRA, B. M; SILVEIRA, J. A.; Urbanização e impactos ambientais nos rios urbanos: Um estudo de caso na Bacia do Rio Gramame em João Pessoa, PB. **Cidades Verdes**, v. 06, n.13, p.78-85, 2018.

SOUZA, D. G.; MARQUES, D. J.; SERRA, R. B.; et al.; Uma percepção ambiental de agricultores da comunidade águas turvas sobre o uso de agrotóxico na região da bacia hidrográfica do Rio Gramame, João Pessoa (PB). **Revbea** (São Paulo), v. 13, n 2, p.332-339, 2018.

SUDEMA (Superintendência de Administração do Meio Ambiente). **Relatório técnico** de inspeção na Estação de Tratamento de Gramame –Município do Conde-PB. 2018.

TORELLI, J. E., Ictiofauna e bioacumulação de metais pesados na cadeia trófica, Rio Gramame, Bacia do Rio Gramame Paraíba. 2013. **Tese ( Doutorado em Ciências Biológicas)**. Universidade Federal da Paraíba, 201p. 2013

### CAPÍTULO 3

## **RELATÓRIO DA ANÁLISE DO IMPACTO DE DERRAME DE MATERIAL DE LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO DA CONPEL – JOÃO PESSOA, PARAÍBA.**

### **RESUMO**

A região do Baixo Gramame vem sofrendo com a poluição industrial desde a década de 1960, com a construção do distrito industrial, além da poluição agrícola predominante no Alto Gramame, e o destino inadequado de resíduos ao longo de todo o rio. A presente pesquisa realizou a análise da qualidade de água do Rio Gramame, por meio de ensaios ecotoxicológicos, além de análises físicas e químicas da água, e assim avaliar, por meio desses indicadores o impacto causado por um acidente em que resíduos de uma indústria de papel atingiram o rio. Foram avaliados inicialmente o reservatório, trechos do rio perto da BR 101, da Ponte dos Arcos e posteriormente ao acidente foram incluídas a PB008 e Barra de Gramame. As variáveis que foram aferidas por meio da sonda multiparâmetro, *in situ* foram as concentrações de oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica (CE), pH, temperatura, sólidos totais dissolvidos (STD) e potencial de oxirredução (ORP). Foram realizadas análises de nutrientes nitrogenados (amônia, nitrito e nitrato) e fosfatados (ortofosfato e fósforo total), com a utilização de kit colorimétrico, com análise em espectrofotômetro para análises químicas com aferição por espectrofotômetro. Ensaio de toxicidade crônica e aguda foram realizados utilizando *Moina minuta* como organismo biomarcador. Nas análises estatísticas foram realizados testes de Shapiro para testar a normalidade e posteriormente o teste de Wilcoxon ou teste T, para dados não paramétricos e paramétricos, respectivamente, para testar a diferença entre as análises antes e depois do acidente. Todas as variáveis físicas, químicas e biológicas sofreram algum tipo de alteração após o acidente com os resíduos da fábrica de papel. Os trechos do Rio Gramame perto da BR101 e na Ponte dos Arcos apresentaram diferença significativa para todas as variáveis (exceto a CE na BR101), OD diminuiu após o acidente, a CE, STD e pH aumentaram após o acidente, os nutrientes que obtiveram os maiores valores nas análises foram o fósforo total e ortofosfato, mas apenas o fósforo total apresentou diferença significativa entre antes e depois do acidente. A água do Rio Gramame

apresentou toxicidade nos pontos BR 101 e PB 008, após o acidente. A pesquisa continua em andamento, todos os resultados servirão como subsídio para pesquisas futuras no corpo hídrico em questão.

**Palavras-chave:** Poluição industrial, Ecotoxicologia, Rio Gramame, Acidente

#### **ABSTRACT**

The Baixo Gramame region has been suffering from industrial pollution since the 1960s, with the construction of the industrial district, in addition to the agricultural pollution prevalent in Alto Gramame, and the inadequate destination of waste along the entire river. This research carried out the analysis of the water quality of the Gramame River, through ecotoxicological tests, in addition to physical and chemical analyzes of the water, and thus evaluating, through these indicators, the impact caused by an accident in which waste from a water industry. paper hit the river. The reservoir, stretches of the river near BR 101, Ponte dos Arcos were initially evaluated and after the accident PB008 and Barra de Gramame were included. The variables that were measured using the multiparameter probe, in situ, were the concentrations of dissolved oxygen (OD), electrical conductivity (Ce), pH, temperature, total dissolved solids (STD) and potential for redox reduction (ORP). Analyzes of nitrogenous nutrients (ammonia, nitrite and nitrate) and phosphates (orthophosphate and total phosphorus) were carried out, using a colorimetric kit, with analysis in a spectrophotometer for chemical analysis with measurement by spectrophotometer. Chronic and acute toxicity tests were carried out using *Moina minuta* as a biomarker organism. In the statistical analyzes, Shapiro tests were performed to test normality and subsequently the Wilcoxon test or T test, for non-parametric and parametric data, respectively, to test the difference between the analyzes before and after the accident. All physical, chemical and biological variables underwent some kind of change after the accident with the waste from the paper mill. The stretches of the Gramame River near BR101 and Ponte dos Arcos showed a significant difference for all variables (except EC in BR101), OD decreased after the accident, Ce, STD and pH increased after the accident, the nutrients obtained higher values in the analyzes were total phosphorus and orthophosphate, but only total phosphorus showed a significant difference between before and after the accident. The water from the Gramame River showed toxicity at points BR 101 and PB

008, after the accident. The research continues in progress, all results will serve as a subsidy for future research on the water body in question.

**Keyword:** Industrial pollution, Ecotoxicology, Rio Gramame, Accident

## 1. INTRODUÇÃO

Os rios urbanos estão entre os ecossistemas que mais sofrem com as ações antrópicas, como o destino inadequado do lixo, falta de saneamento básico e principalmente a poluição industrial (REZENDE; ARAÚJO, 2016). A crescente industrialização tem permitido que a poluição advinda de fábricas e esgotos atinjam mananciais superficiais, principalmente os que cruzam as cidades e servem para o abastecimento público, desse modo os rios que servem para o lazer, sustento e alimentação estão sendo depósitos de dejetos humanos, muitos deles tóxicos para a comunidade aquática, comprometendo o equilíbrio do ecossistema e o bem estar das comunidades ribeirinhas (GUEDES, 2011).

O Rio Gramame é um exemplo dessa realidade, abastece 70% da população da região metropolitana de João Pessoa e é acometido pela poluição provinda de esgotos domésticos, defensivos agrícolas e principalmente a poluição industrial (NUNES; GARCIA, 2011). Possui nascentes difusas e pontuais na região litorânea, nas proximidades da cidade de Pedras de Fogo, ainda percorre as cidades de Alhandra, Conde, Santa Rita, Cruz do Espírito Santo, São Miguel de Taipu e deságua na Barra de Gramame. Da sua nascente até o reservatório, localizado no Conde é chamado de Alto Gramame, partindo do reservatório até a sua foz é chamado de Baixo Gramame (NUNES, 2012).

Na região do Alto Gramame o rio vem sofrendo com a poluição ocasionada por defensivos agrícolas, oriundos principalmente da plantação da cana de açúcar. Na região do Baixo Gramame a situação ainda é mais grave, uma vez que o rio é contaminado pela poluição industrial, desde a instalação do distrito industrial da década de 60 quando foram construídas indústrias nas proximidades do rio, como indústrias de produtos alimentícios, minerais não metálicos, têxteis, não têxteis, construção civil, entre outros (NUNES, 2013), incluindo a fábrica de papel CONPEL, que originou o acidente. Os efluentes industriais são lançados no rio sem que haja um tratamento adequado, atingindo o Rio Gramame e assim ocasionando a perda da autodepuração do corpo hídrico, causando a mortandade de peixes, camarões, caranguejos, animais que servem como fonte de renda para muitos pescadores da região (NUNES; GARCIA, 2011).

As substâncias poluidoras, especialmente as tóxicas, quando entram em contato com o rio podem ser degradadas de forma natural pelo corpo hídrico por processos abióticos e

bióticos, porém o descarte contínuo de uma determinada substância no ambiente pode ser prejudicial pois o mesmo perde a capacidade de autodepuração, refletindo-se assim nos organismos aquáticos (OLLIVI et al., 2008).

As análises de água veem sendo realizadas no Rio Gramame para que possa ser avaliado a sua qualidade e uso. Contemplam, em sua maioria, análises de nutrientes e de metais pesados, sendo poucos os estudos ecotoxicológicos no rio, levando em consideração a importância dessa avaliação para que seja possível identificar o impacto que os efluentes industriais têm causado às comunidades aquáticas presentes no rio, pois as análises químicas por si só não conseguem refletir a integridade do ecossistema a longo prazo (GOMES, et al., 2016), por não apresentarem os efeitos da presença desses compostos nos seres vivos aquáticos. Estudos realizados por Gomes et al. (2018) e Neto et al. (2016), têm demonstrado a carência e a necessidade de estudos ecotoxicológicos na região do Rio Gramame, visto que a poluição tanto por agrotóxicos quanto a poluição industrial apresenta aos organismos toxicidade, ao longo do tempo, prejudicando na dinâmica e equilíbrio natural do ecossistema.

A ecotoxicologia é a ciência que estuda o efeito dos agentes químicos no ambiente, por meio da utilização de organismos vivos, e os diferentes efeitos nas comunidades e populações no ambiente aquático (OLLIVI et al., 2008). A importância deste estudo está na avaliação dos riscos de substâncias químicas em organismos aquáticos, influenciando na qualidade de água do corpo hídrico, por desestabilizar a dinâmica natural do ambiente, além do risco para a saúde humana, que pode entrar em contato com o agente tóxico por meio da ingestão de alimentos contaminados, como a ingestão de peixes que muitas das vezes mantêm contato com o contaminante por meio da bioacumulação no corpo hídrico (FLYNN; PEREIRA, 2011).

Os efeitos toxicológicos são observados no ambiente quando as propriedades físicas e químicas de alguma substância afeta a atividade biológica dos organismos vivos (OLLIVI, 2008). As análises são realizadas utilizando organismo biomarcadores, sendo consideradas como modificações biológicas ocasionadas à exposição a agente tóxicos para a população de um organismo em questão. A exposição a substâncias químicas pode ocasionar modificações comportamentais, morfológicas, fisiológicas ou deletérias, a depender do tempo de exposição (MARQUES et al., 2016)

No mês de Dezembro de 2019, no dia 16, o Rio Gramame foi acometido por um acidente em uma fábrica de papel localizada nas margens do rio, no trecho da BR 101, afetando a qualidade da água a jusante. A presente pesquisa buscou então realizar a análise da qualidade da água do Rio Gramame, utilizando também análises ecotoxicológicas em alguns pontos, comparando a qualidade da água antes e depois do despejo dos resíduos, de forma a avaliar este impacto.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

As coletas de água para análise, as medições em campo, a realização das análises e as análises ecotoxicológicas, foram todos realizados pela equipe de pesquisa do Laboratório de Ecologia Aquática (LABEA) da UFPB.

### **2.1. Caracterização da área de estudo e amostragem**

O presente estudo foi realizado na região do Baixo Rio Gramame que vai desde o reservatório do Rio Gramame até à sua foz, no estuário em Barra de Gramame. Foram selecionados na pesquisa quatro pontos de coleta, a escolha dos pontos de coleta foi baseada no local do acidente e pontos a jusante do mesmo, até à foz (**Figura 10**). As coletas iniciaram-se no dia 17 de dezembro, nesse dia foi coletado 2 vezes, depois diariamente, após uma semana semanalmente, depois de 4 semanas quinzenalmente.

O primeiro ponto de coleta está localizado no trecho que passa pelas margens da BR 101, está próximo à região do distrito industrial, logo após a CONPEL, o segundo ponto amostral está localizado perto da Ponte dos Arcos, o terceiro ponto amostral é perto da rodovia PB 008 e o quarto e último ponto de coleta está localizado na Barra de Gramame, na margem do município de João Pessoa (**Figura 11 e Tabela 2**).

Quatro meses após o início das coletas ocorreu um acidente em que resíduos de celulose provenientes de uma fábrica de papel adentraram no rio, assim comprometendo toda a dinâmica aquática. Com isso foram acrescentados a partir de Dezembro mais dois pontos de coleta: PB008 e a Barra de Gramame, a primeira por se tratar de uma região estuarina e a segunda por ser a foz do rio, onde banhistas, turistas e pescadores utilizam a água do Rio Gramame.

O tempo de análise foi considerado dia 0 o dia do acidente, e como dias negativos o período anterior ao acidente e positivos os após o acidente.

**Tabela 4:** Pontos de análise, duração e frequência das coletas antes do acidente e depois do acidente

	<b>ANTES DO ACIDENTE</b>	<b>DEPOIS DO ACIDENTE</b>
<b>Pontos de coleta</b>	3. Reservatório 4. BR 101 5. Ponte dos Arcos	5. BR 101 6. Ponte dos Arcos 7. PB 008 8. Barra de Gramame
<b>Início-Fim/ Ano</b>	Agosto-Dezembro/2019	Dezembro/2019– Fevereiro/2020
<b>Frequência</b>	1x por dia – a cada 15 dias	<ul style="list-style-type: none"><li>• 2 x por dia – No dia do acidente</li><li>• 1 x por dia – Por sete dias, após o acidente</li><li>• 1 x por semana- Por um mês após o acidente</li></ul>

**Figura 46:** Região do Baixo Gramame e os respectivos pontos de coleta



**Fonte:** Google Maps

**Figura 47:** Pontos de coleta: (A) Reservatório do Rio Gramame. (B) Margens da BR 101. (C) Ponte dos Arcos, próximo a Escola Viva Olho do Tempo. (D) Margens da PB 008. (E) Praia de Barra de Gramame



**Fotos:** Acervo do LABEA

## 2.2. Análises físicas e químicas

Para as análises realizadas em campo foram utilizada uma sonda multiparamétrica e aferidas as concentrações de pH, temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos e potencial de oxirredução

A água era coletada em três réplicas por ponto de coleta e armazenadas em garrafas de polietileno estéreis, acondicionadas em caixa térmica até a sua chegada ao laboratório, onde eram conservadas em freezer até a realização das análises subsequentes, que correspondiam às análises de nutrientes.

As análises de nutrientes foram realizadas para os nutrientes nitrogenados (amônia, nitrato e nitrito) e fosfatados (Fosfato e fosfato total), sendo utilizada a metodologia do Alfakit e com análise espectrofotométrica (**Tabela 2**).

**Tabela 3:** Nutrientes analisados e seus respectivos métodos aplicados pela metodologia do Alfakit

<b>Nutriente avaliado</b>	<b>Método aplicado</b>
Nitrogênio amoniacal	Método do Indofenol
Nitrogênio nitrato	Método da Brucina
Nitrogênio nitrito	Método da Naftilamina
Fosfato	Método do Ácido Ascórbico
Fosfato total	Método do Ácido Ascórbico

## 2.3. Ensaio agudos e crônicos em *Moina minuta*

As análises ecotoxicológicas foram realizadas *ex situ*, eram coletados 500 ml de água em frascos de polietileno estéreis no campo, e conservadas na geladeira do laboratório de ecologia aquática, sob uma temperatura média de 4°C.

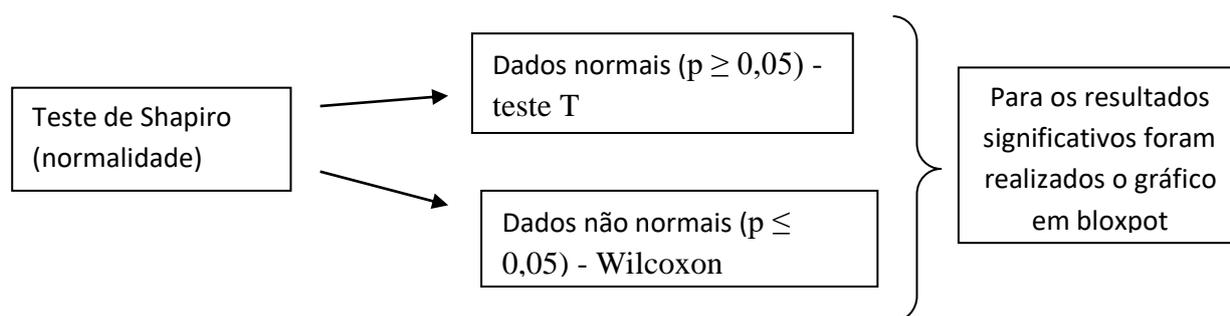
Foram utilizados neonatos de *Moina minuta*, tais filhotes foram retirados dos recipientes de cultivo e introduzidos de forma individual em recipientes com 20 ml de amostra teste (água do Rio Gramame). Após 48 horas foram contabilizados os vivos e mortos e comparados com o controle. Foram usadas 10 réplicas em cada análise.

Para os testes crônicos, após 96 horas, seriam quantificados a sobrevivência das fêmeas adultas e os neonatos, assim como seria observado o padrão de natação dos animais, no entanto, estes testes não foram realizados, em virtude de ter dado toxicidade letal em

todas as análises realizadas até o momento. Durante todo o ensaio ecotoxicológico foi verificado o pH e o Oxigênio dissolvido. No caso da água do Rio Gramame não apresentar pH próximo de 7,0, este foi corrigido para os testes (GOMES *et al* 2016).

#### 2.4. Análises estatísticas

Foi utilizado o teste de normalidade de *Shapiro* baseando-se no nível de significância, o qual quando dá não significativo ( $p \geq 0,05$ ) significa que os dados são normais e é realizado o teste T, e para dados não normais ( $p \leq 0,05$ ) foi realizado o teste de Wilcoxon. Para os resultados significativos foram realizados bloxpot do antes e depois do acidente, com o uso do programa estatístico R. Também foram realizadas em planilhas eletrônicas estatísticas descritivas, com a utilização do Excel.

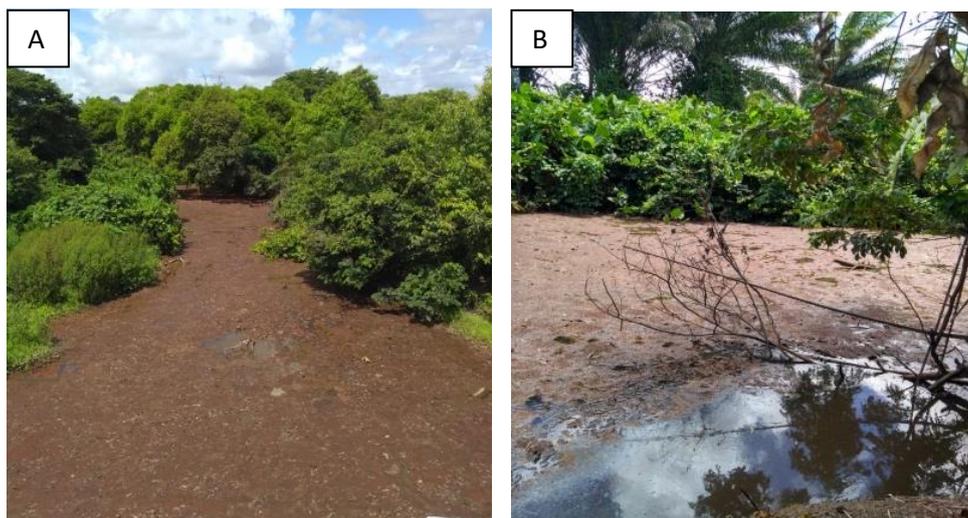


### 3. RESULTADOS

#### 3.2. Acidente com resíduos de papel no Rio Gramame

Na noite do dia 16/12/2019 o Rio Gramame na altura da BR 101 foi tomado por resíduos celulósicos provindos da Companhia Nordestina de Papel (CONPEL) fábrica localizada no distrito industrial (**Figura 15**). Houve então a convocação de órgãos como a SUDEMA, IBAMA e SEMAN que ficaram responsáveis por induzir a análise do material e autuação da empresa para que fosse retirado o resíduo do rio.

**Figura 48:** (A) e (B): Rio Gramame, nas margens da BR 101, horas após o derramamento de residuo de papelão pela CONPEL



**Fotos:** Acervo do LABEA-UFPB

A CONPEL então foi ao local do acidente, e com a ajuda dos ribeirinhos decidiram colocar barreiras (tela de contenção) como forma de conter a poluição para que a mesma não escoasse rio abaixo. No entanto, os ribeirinhos entraram na água sem proteção, descalços e com roupas comuns. Essas telas de contenção foram construídas e colocadas na água pela comunidade (**Figura 16**). No entanto, elas foram parcialmente eficientes na retenção do flutuante, porque algum material passou pela tela, à medida que foi sendo diminuído, e outras por cima desta, e muito se foi liquefazendo, para além da grande quantidade que afundou.

**Figura 16:** (A) Instalação dos módulos de contenção pelos ribeirinhos. (B) e (C) módulos de contenção instalados no Rio Gramame às margens da BR 101



**Fotos:** Acervo do LABEA- UFPB

Com a necessidade de retirar o material, para além de apenas o reter, a empresa encaminhou também um trator retroescavadeira ao local do acidente (no trecho do Rio Gramame nas margens da BR101) para que fossem retirados os resíduos flutuantes do rio com a pá do equipamento, no entanto o material se liquefazia ao ser removido dessa forma, mostrando não ser a forma mais eficaz de limpar o rio sob aquelas condições (**Figura 17**).

**Figura 17:** (A) Trator no rio Gramame, às margens da BR 101, para retirar o resíduo de papelão. (B) Retirada dos resíduos de papelão do Rio Gramame.



**Fotos:** Acervo do LABEA-UFPB

Devido à dificuldade de realizar a limpeza do rio com o trator, atendendo a sugestão nossa, de usar um aspirador, a CONPEL encaminhou dois caminhões limpa fossa para que fossem sugados os resíduos em suspensão (**Figura 18**). Os dois caminhões passaram mais de uma semana durante o período da manhã e tarde limpando o material flutuante no Rio.

**Figura 18:** Caminhões limpa fossa às margens da BR 101 , realizando a sucção do material em suspensão do Rio Gramame



**Foto:** Acervo do LABEA - UFPB

Após umas três semanas de limpeza no rio, pelos caminhões limpa fossa, o rio voltou a encher-se de resíduo em suspensão, provindo do material que havia afundado e ficado no fundo do corpo de água. Com o processo de decomposição, partículas cheias de gás eclodiam com frequência, e mais resíduo ficava flutuando na superfície da água, um mês após a limpeza do rio pelos caminhões pipa, a superfície estava tomada por resíduos celulósicos novamente (**Figura 19**). A CONPEL voltou a recorrer aos limpa fossa, para a retirada do material flutuante novamente.

**Figura 19:** (A) Resíduos do fundo do rio emergindo para a superfície. (B) Resíduos de papel um mês após o acidente



**Fotos:** Acervo do LABEA-UFPB

Mesmo com os módulos de contenção e a sucção do material particulado pelos caminhões limpa fossa, a poluição visivelmente se espalhou a jusante do rio, sendo possível verificar uma mancha preta de poluição adentrando no mar em Barra de Gramame, local onde deságua o Rio Gramame e material particulado também foi registrado na praia (**Figura 20**).

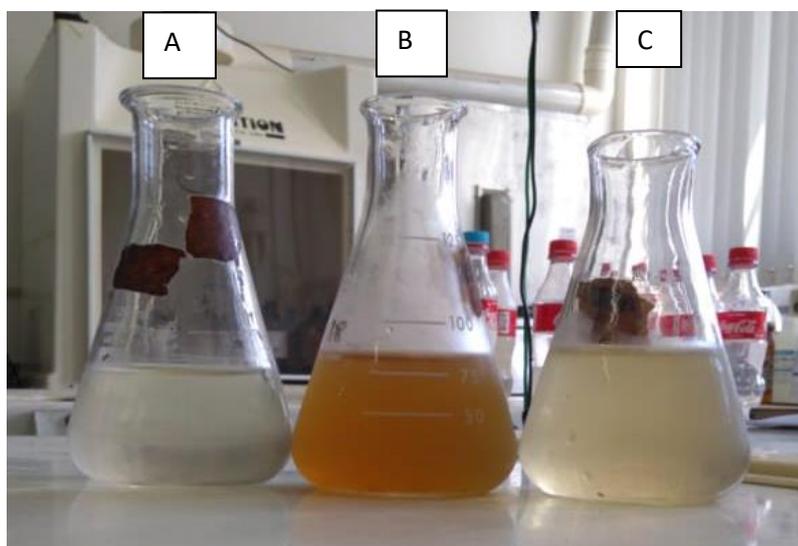
A coloração escura da água foi imediatamente percebida em menos de 12 horas após o acidente. Completadas 24 horas que o rio recebeu os resíduos, tempo no qual estes já estavam sendo removidos da água pelo caminhão pipa, a água volta a tornar-se mais clara (**Figura 21**).

**Figura 49:** Poluição do Rio Gramame adentrando no mar, em Barra de Gramame.



**Fotos:** Acervo do LABEA-UFPA

**Figura 21:** Coloração da água poucas horas após o acidente (A), 12 horas após o acidente (2) e 24 horas após o acidente (3)



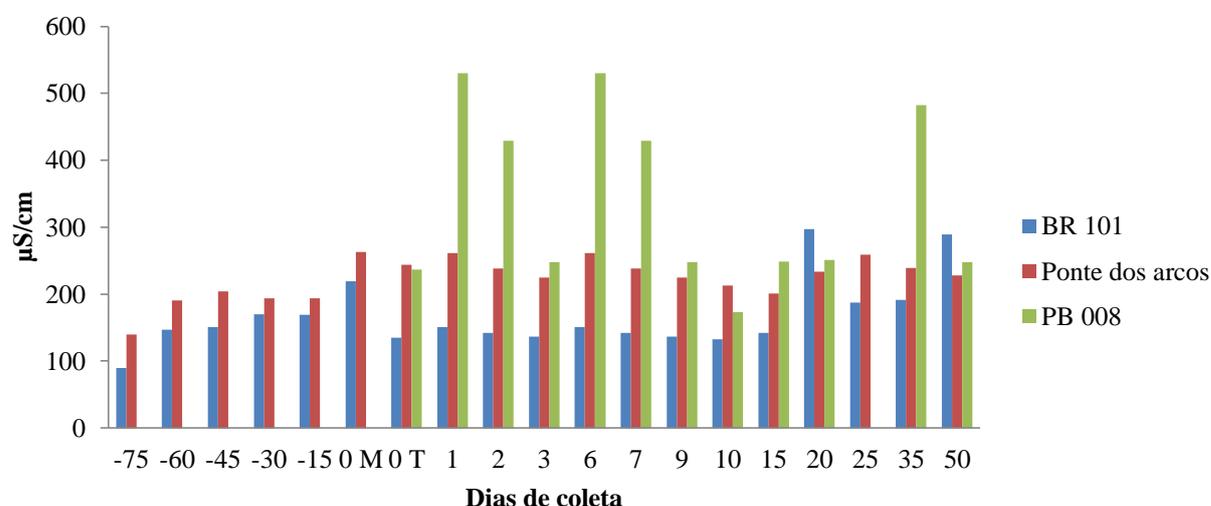
**Fotos:** Acervo do LABEA-UFPA

### 3.3. Análises físicas e químicas

Em relação à condutividade elétrica, o trecho do rio perto da Ponte dos Arcos apresentou-se com as maiores concentrações (variando de 139  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 258  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) em relação ao ponto de coleta localizado na BR 101, tanto antes do acidente como depois, exceto nos dias 20 e 50, no qual os valores da condutividade na BR 101 superaram as concentrações dessa variável no trecho da Ponte dos Arcos, com valores de 233  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e 289  $\mu\text{S}/\text{cm}$  no 20º e 50º dia após o acidente respectivamente.

Um dia após o acidente houve um aumento de mais de 100% da concentração de condutividade elétrica em relação ao dia anterior na PB 008, tais valores permaneceram altos (oscilando entre 420  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e 530  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) até o dia 11 de janeiro, posteriormente as concentrações voltaram a valores que oscilavam entre 132  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e 170  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (**Figura 22**).

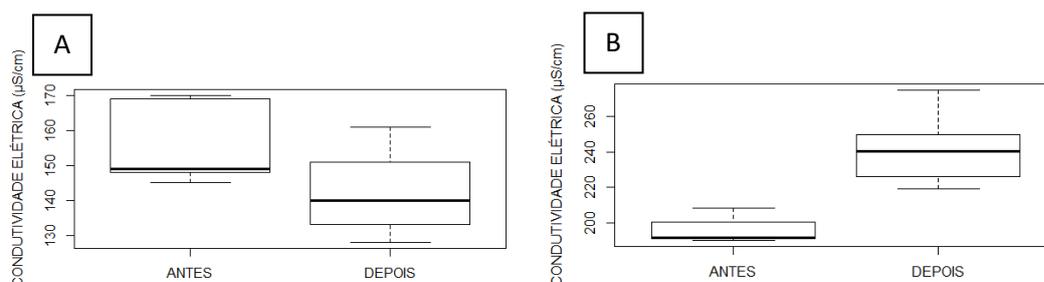
**Figura 22:** Concentração da **Condutividade Elétrica** ao longo dos dias de coleta no Rio Gramame, antes e após o acidente da CONPEL.



Como Barra de Gramame é praia e a água é bastante salina a condutividade tende a ser muito mais alta do que os demais pontos, como não se tinham dados anteriores ao acidente, este local não foi incluído aqui.

A condutividade elétrica apresentou diferença significativa tanto no trecho perto da BR101 ( $p= 0,008$ ) (**Figura 23A**), quanto perto da Ponte dos Arcos ( $p= 0,002$ ) (**Figura 23B**), comparando o antes e após o acidente. A decomposição libera sais minerais, que influenciam no aumento da condutividade elétrica da água. Como a ponte dos Arcos é o trecho a jusante da indústria de papel, a decomposição que vai ocorrendo no local do acidente, vai liberando sais, que são direcionados para jusante, alcançando o trecho da Ponte dos Arcos. Como não se tem dados anteriores dos trechos do Rio Gramame da PB001 e Barra de Gramame, não se pode afirmar se houve diferença ou não nestes locais após o acidente.

**Figura 23:** Dados estatísticos em boxplot dos valores da **Condutividade Elétrica** no trecho do Rio Gramame perto da BR 101 ( $p=0,008$ ) (A) e na Ponte dos Arcos  $p=0,002$  (B), antes e após o acidente da CONPEL.



Os valores de condutividade elétrica bem mais elevados no trecho do Rio Gramame perto da PB 008 são o resultado, a jusante, da elevada taxa de decomposição que ocorreu no trecho do acidente. Após o acidente os valores foram mais elevados, indicando que a poluição do rio influenciou na distribuição de íons da água. Comparando o antes com o depois do acidente, vê-se nos dados de condutividade que os valores mais elevados foram sentidos no trecho do Rio Gramame perto da Ponte dos Arcos e na PB008, sendo neste último o que apresentou concentrações mais elevadas de sais, que se refletiu na condutividade elétrica. Como a decomposição ocorreu a montante, na altura da CONPEL (BR 101) vai sendo distribuído a jusante a quantidade de sais liberados, devido ao efeito da corrente do rio. Apesar de não ter-se dados comparáveis no trecho da PB 008 com o antes, verifica-se que a diminuição após 9 dias do acidente, revela que os valores normais seriam mais baixos.

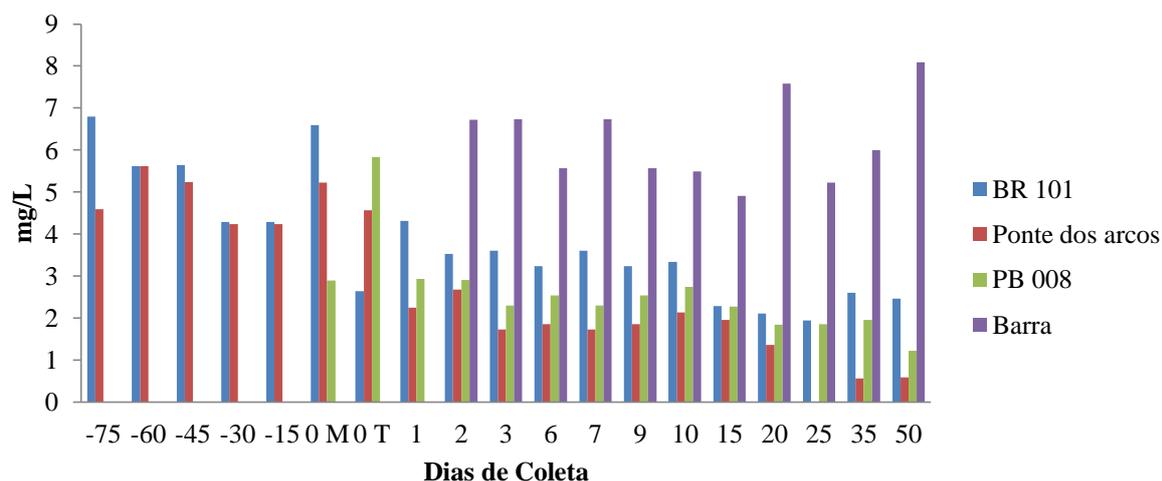
É possível observar que o pico dessa variável na PB 008 foi a partir do segundo dia do acidente, pois no dia do acidente o resultado da poluição ainda não havia chegado nesse ponto de coleta.

O Oxigênio dissolvido apresentou maiores concentrações antes do acidente, após o acidente o oxigênio diminuiu em todos os pontos de coleta que também foram analisados antes do acidente. O trecho na BR 101 que antes tinha valores médios de oxigênio dissolvido de 6,0 mg/L após o acidente chegou a concentrações de 1,9 mg/L 25 dias após o acidente. O trecho da Ponte dos Arcos que também apresentava concentrações médias de 6 mg/L antes do acidente, chegou a 0,5 mg/L de oxigênio dissolvido 25 dias após o acidente (**Figura 24**).

O trecho do Rio Gramame perto da PB 008 obteve os maiores valores (5,8 mg/L) de OD no dia do acidente e foi diminuindo a quantidade desse gás ao longo dos dias chegando a valores mínimos de 1,2 mg/L 50 dias após o acidente. Barra de Gramame por ser uma

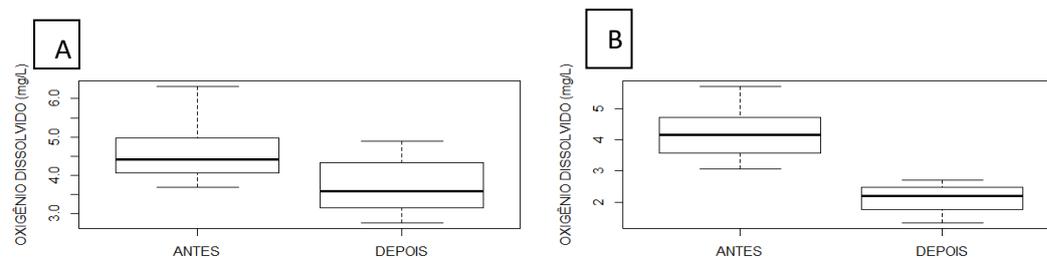
região de praia e por sofrer influência da maré, com melhor qualidade de água, permitiu que a quantidade de OD não fosse tão pequena, oscilando entre os valores de 4,9 mg/L 15 dias após o acidente e 7,0 mg/L no dia após o acidente (**Figura 24**). Verifica-se aqui que um dia após o acidente, não teria ainda chegado a água impactada neste local, mas 15 dias após o ocorrido, verifica-se a diminuição do oxigênio dissolvido nesta localidade, revelando que a água impactada alcançou a foz, o que pode ser confirmado pela figura 20 que mostra a água escura adentrando o oceano.

**Figura 24:** Concentração de **Oxigênio Dissolvido** (OD) em mg/L ao longo dos dias de coleta no Rio Gramame



Analisando os dados estatísticos verificou-se diferença significativa entre as concentrações de oxigênio dissolvido de antes para depois do acidente no trecho da BR101 (**Figura 25 A**), com  $p = 0,03$  e Ponte dos Arcos (**Figura 25 B**) com  $p < 0,001$ .

**Figura 25:** Concentrações de **Oxigênio Dissolvido** (mg.L-1) no trecho do Rio Gramame da BR 101 ( $p = 0,03$ ) (A) e Ponte dos Arcos ( $p < 0,001$ ) (B).



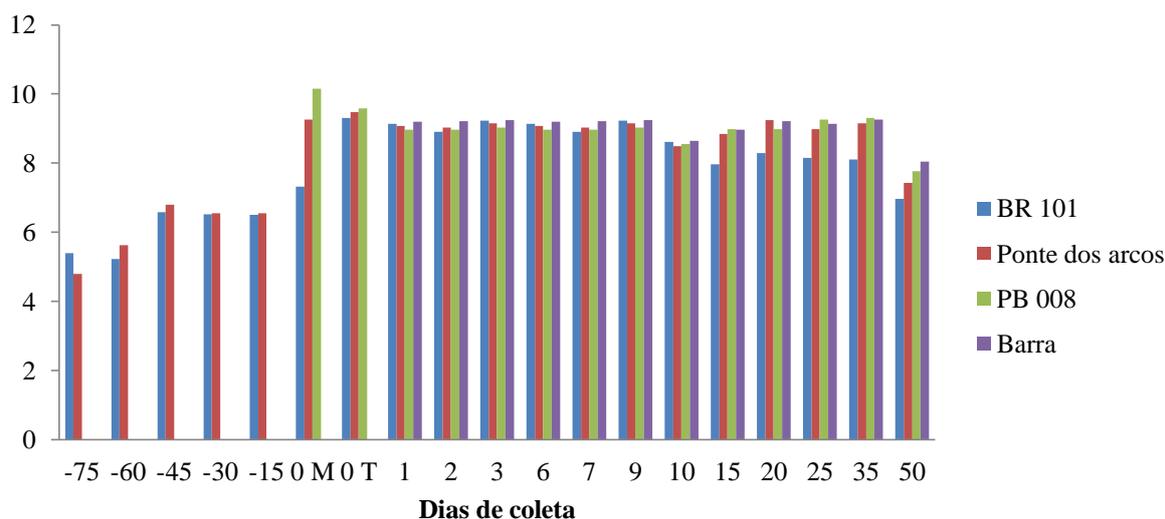
As concentrações de oxigênio dissolvido diminuíram após o acidente no trecho do Rio Gramame perto da BR 101 e no da Ponte dos Arcos. Os resíduos celulósicos provindos

da fábrica cobriam toda a superfície da água impedindo que a luz penetrasse na superfície, e assim que as algas produzissem oxigênio, havendo a diminuição desse gás (AVIGLIANO, SCHENONE; 2016). A diminuição do OD também ocorre pelo processo de decomposição da matéria orgânica, que é potencializado pela diminuição do fluxo de água (BARRETO et al., 2013).

Os valores de oxigênio estiveram muito abaixo dos limites mínimos propostos pela Resolução CONAMA 357/2005 que apontam valores mínimos de 4,0 mg/L para águas de Classe 3. Após o acidente foi registrado no trecho da Ponte dos Arcos que o oxigênio chegou a 0,5 mg/L. Valores inferiores a 3,5 mg/L causam mortalidade por asfixia em peixes. Isso pode ter sido a causa da ausência de observação de juvenis de peixes, nas margens, o que era comum ver antes do acidente.

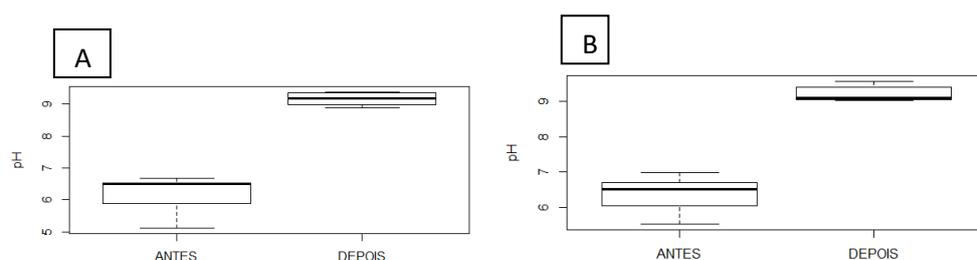
O pH mostrou-se mais elevado após o acidente em relação aos pontos de coleta que foram avaliados antes do acidente. Antes do acidente o ponto de coleta correspondente à BR 101, próximo às fábricas e na Ponte dos Arcos o pH oscilou de neutro para ácido, atingindo os maiores valores de acidez no trecho da Ponte dos Arcos (4,8). Após o acidente o pH em todos os pontos manteve-se alcalino, oscilando de 7 a 10,15, o valor máximo foi obtido no dia do acidente (**Figura 26**).

**Figura 26:** Valores de pH ao longo dos dias de coleta no Rio Gramame



Os valores de pH apresentaram diferença significativa antes e após o acidente no trecho do Rio Gramame da BR101 (**figura 27 A**), e no da Ponte dos Arcos, ambos com  $p < 0,001$  (**figura 27 B**).

**Figura 27-** Concentrações de **pH** no trecho do Rio Gramame em bloxpot da BR 101 (A) e Ponte dos Arcos (B), ambos com  $p < 0,001$ .



O pH antes do acidente oscilava de levemente ácido para neutro, após o acidente, ele manteve-se básico, com uma diferença significativa entre o antes e o depois. Segundo Torelli (2013) o pH da água do Rio Gramame nos anos de 2010 a 2011 variou de 6,7 - 7,9, os valores máximos então foram justificados pelo período de estiagem que aumentaram devido ao aumento do estado trófico do ambiente. Com menos diluição pela chuva, os nutrientes ficavam mais concentrados, aumentava a produção primária com o aumento da fotossíntese, havia mais absorção de  $\text{CO}_2$ , aumentando o pH. No acidente ocorrido em 2018 no Rio Gramame, quando foram derramados mais de  $80 \text{ m}^3$  de hidróxido de sódio as concentrações de pH variaram de 6 – 9 (SUDEMA, 2018), os valores foram semelhantes aos resultados obtidos após o acidente. No presente estudo essa variável chegou a 10,2 no dia do acidente, a alcalinidade pode afetar os animais aquáticos, pois os mesmos são muito sensíveis a mudanças bruscas de pH (BORGES et al., 2007). A Resolução CONAMA 357/2005 define como valores limites de pH entre 6 e 9, para águas de Classe 3, sendo os valores alcançados após o acidente muito superiores ao limite máximo.

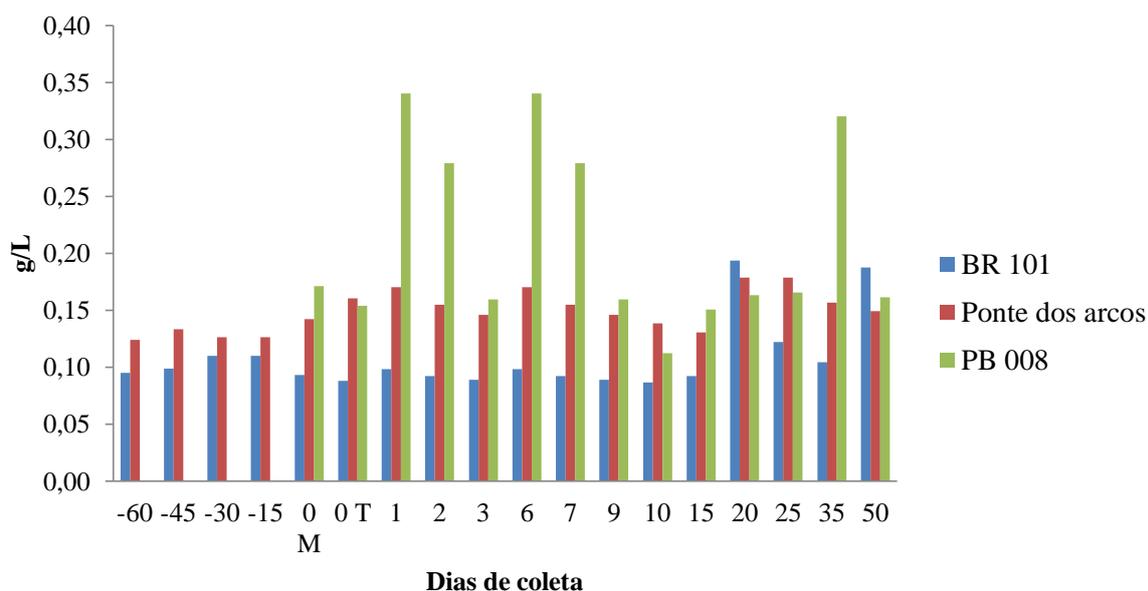
Valores elevados de pH tornam a amônia tóxica com concentrações mais baixas, isso afeta toda a biota aquática. Segundo pesquisa de Nascimento et al. (2007), o desenvolvimento dos alevinos testados em pH alcalino foi afetado negativamente. A CETESB alega que águas com pH acima de 10 são consideradas letais para a grande maioria dos peixes (<https://cetesb.sp.gov.br/mortandade-peixes/alteracoes-fisicas-e-quimicas/ph/>). O fato de não ter sido observado mortalidade de peixes no Rio Gramame, pode ser pelo fato desses animais terem conseguido entrar em afluentes que não foram afetados pela poluição.

A concentração de sólidos totais dissolvidos (STD) aumentaram após o acidente. Antes do acidente o trecho do Rio Gramame perto da Ponte dos Arcos obteve as maiores concentrações (0,13 g/L). Após o acidente a BR101 obteve as maiores concentrações de

STD em relação aos demais dias, com as maiores concentrações 20 dias após o acidente (0,19 g/L) e posteriormente 50 dias após o acidente ( 18 g/L) (**Figura 29**).

A maior concentração de STD foi encontrada na PB 008, logo após o acidente a concentração de STD foi muito superior aos demais pontos, obtendo concentrações máximas de 0,34 g/L um dia após o acidente (**Figura 29**). Sete dias depois diminuíram essas concentrações, que voltaram a aumentar após 35 dias do acidente, período em que o material celulósico que tinha afundado voltou a estar na superfície.

**Figura 29:** Concentração de **Sólidos Totais Dissolvidos** (STD) ao longo dos dias de coleta no Rio Gramame, antes e após o acidente da CONPEL.

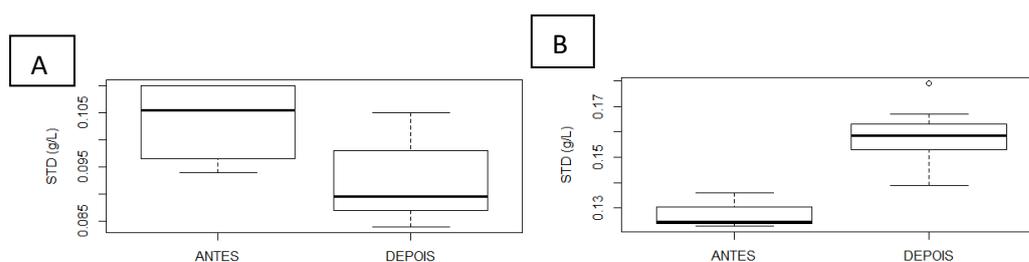


A Barra de Gramame, por se tratar de área perto do mar, a água apresenta muitos sais dissolvidos, superiores aos demais pontos, como não se tinham dados anteriores ao acidente, este local não foi apresentado aqui.

Os Sólidos Totais dissolvidos também apresentaram diferença significativa após o acidente no trecho do Rio Gramame perto da BR101 com valor de  $p = 0,001$ , diminuindo após o acidente (**Figura 30 A**) e perto da Ponte dos Arcos com  $p = 0,009$ , aumentando após o acidente (**Figura 30 B**).

Como os STD são o resultado da decomposição, o efeito do aumento destes foi sentido a jusante (trecho da Ponte dos Arcos) mais que no próprio local.

**Figura 30:** Dados comparativos de **Sólidos Totais Dissolvidos (STD)** em boxplot antes e após o acidente da CONPEL para o trecho do Rio Gramame na BR 101 ( $p=0,001$ ) (A) e no da Ponte dos Arcos ( $p < 0,009$ ) (B)



Os STD da água são um importante indicativo da presença de contaminantes na água, como sais e ácidos minerais, podendo demonstrar o derramamento de poluentes no corpo hídrico (JUNIOR et al., 2019). Segundo Barreto et al. (2014), as elevadas concentrações de STD ocasiona a diminuição do oxigênio e altera a dinâmica do corpo hídrico. As concentrações de STD, no trecho da Ponte dos Arcos aumentaram após o acidente, indicando que o equilíbrio hídrico foi afetado pela descarga de um poluente. Os sólidos totais dissolvidos são proporcionais à condutividade elétrica, o seu aumento afeta a biota aquática, visto que alguns organismos são sensíveis ao aumento da salinidade no ambiente. STD também afetam a transparência da água, tornando-a mais turva, dessa forma afeta também a penetração de luz, que é um fator que interfere diretamente na produção primária, logo diminui a produção de alimento no ambiente aquático.

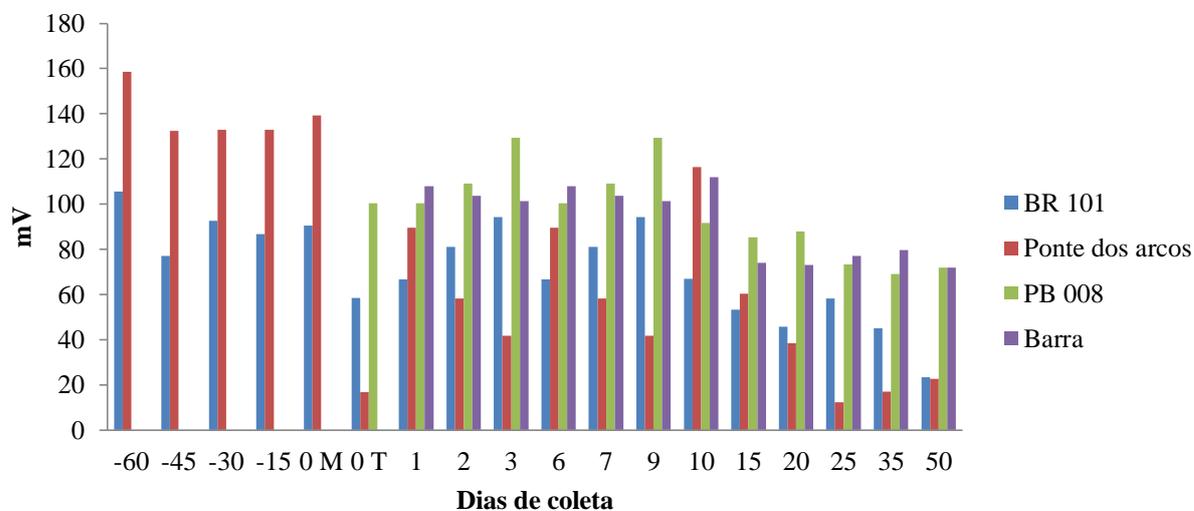
O potencial de oxirredução no trecho do Rio Gramame perto da Ponte dos Arcos diminuiu após o acidente. Antes do acidente o valor de ORP na Ponte dos Arcos chegou a 158 mV, após o acidente chegou a valores mínimos de 12 mV no 25<sup>a</sup> dia após o acidente. Essa diminuição foi o resultado cumulativo da decomposição inicial com o aceleração da decomposição do material que voltou a flutuar, duas semanas depois do acidente. Os outros pontos de coleta apresentaram valores que oscilaram bastante (**Figura 31**).

Os valores de Potencial de Oxirredução também apresentaram diferenças significativas entre o antes e após o acidente, no trecho perto da BR101 e no trecho da Ponte dos Arcos, com menores valores após o acidente, com valor de  $p < 0,001$  e  $p = 0,02$ , respectivamente (**Figura 32**). Após o acidente esses valores oscilaram bastante, dependendo do grau de decomposição que se verificava no local do derrame, e com a liberação de mais material para a superfície.

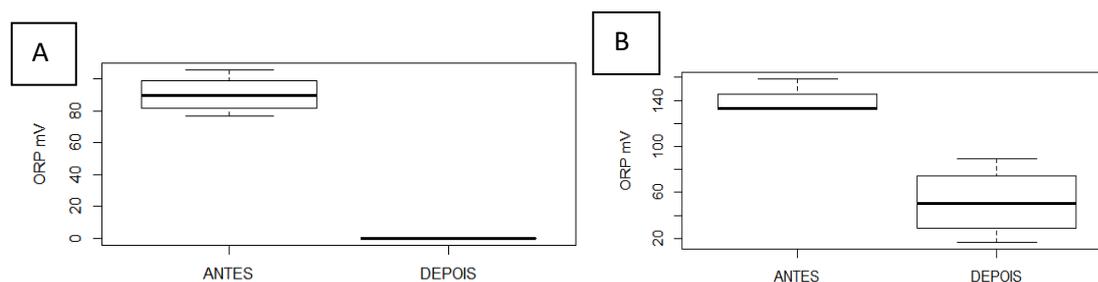
O potencial de oxirredução apresentou uma grande variação ao longo das análises. É uma variável que não apresenta valores de referência definidos pela Resolução CONAMA 357/2005, no entanto, é sabido que maiores valores de ORP estão relacionados com melhor qualidade de água, porque significa que tem mais oxigênio para as reações químicas. A Ponte dos Arcos apresentou os maiores valores antes do acidente, porém depois do acidente esses valores diminuíram bastante, colocando em risco as reações químicas e a respiração aeróbia.

A diminuição do Potencial de Oxirredução é muito grave em um ecossistema aquático, porque significa que o ambiente passa a ter menos oxigênio disponível para as reações químicas que transformam compostos mais tóxicos em menos tóxicos, como se verifica na nitrificação, em que a amônia que é tóxica, liberada na decomposição, passe a nitrato, não tóxica. Com menos oxigênio no ambiente, ter-se-á menos oxigênio disponível para essas reações e aumenta a toxicidade no ambiente. A menor disponibilidade de oxigênio é o resultado do aumento do consumo deste gás pelos microorganismos decompositores, como bactérias e fungos. Essa menor quantidade de oxigênio afeta toda a biota que respira oxigênio, entre outros, os peixes e crustáceos, que muitas vezes são alimento da população.

**Figura 31: Potencial de Oxirredução (ORP) ao longo dos dias de coleta no Rio Gramame, antes e após o acidente da CONPEL.**



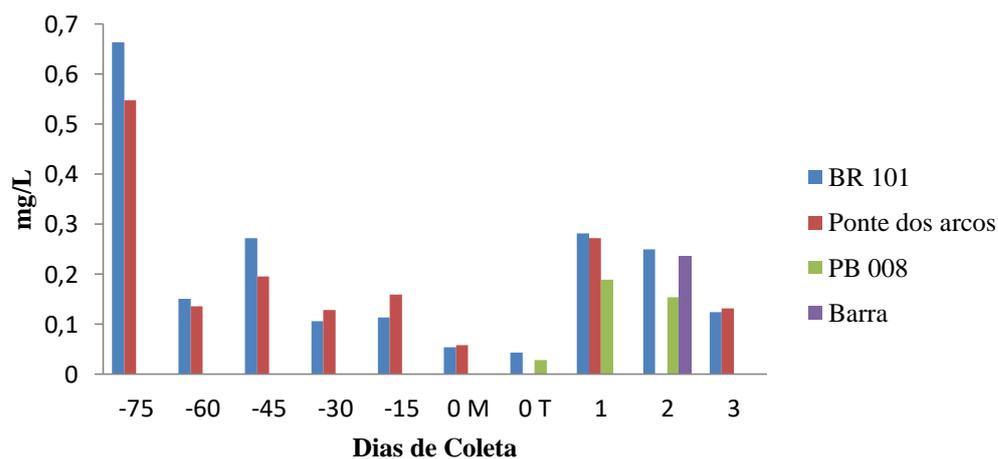
**Figura 32:** Valores de **Potencial de Oxirredução** antes e após o acidente no trecho do Rio Gramame perto da BR101 ( $p < 0,001$ ) (A) e no da Ponte dos Arcos ( $p=0,02$ ) (B) antes e após o acidente da CONPEL



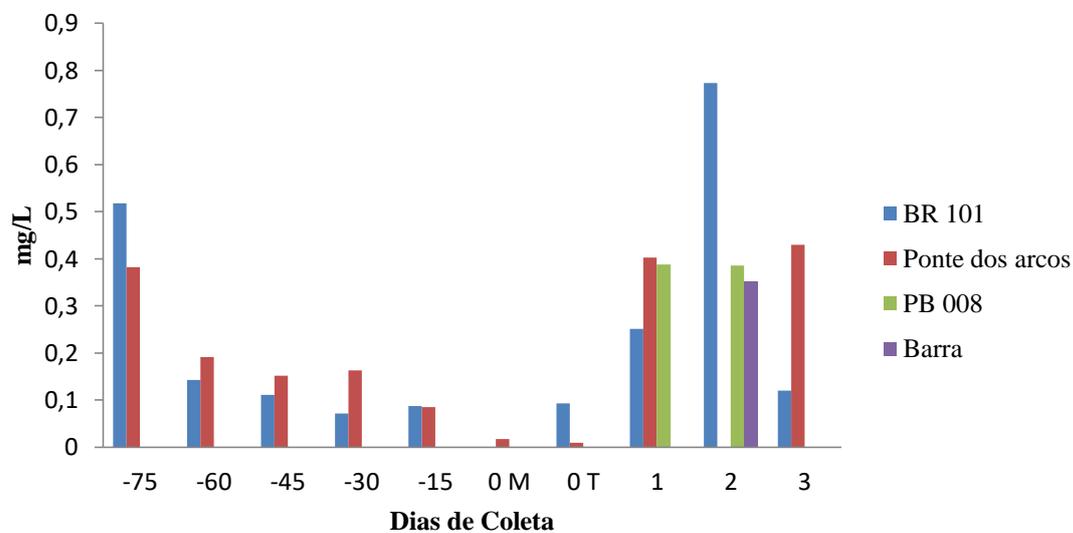
### 3.3.1. Análise de nutrientes

Os nutrientes nitrogenados analisados apresentaram concentrações mínimas no dia do acidente em relação aos demais dias de análise. As menores concentrações da amônia foram obtidas no dia do acidente, com valores mínimos de 0,02 mg/L no trecho da PB 008 (**figura 33**). Neste dia, baseado em outras análises, os efeitos do derrame não tinham ainda alcançado este local. As concentração de nitrato foram mais elevadas no 2<sup>a</sup> dia após o acidente na BR101 com concentrações máximas de 0,77 mg/L em comparação com os valores médios de nitrato no trecho da BR101, no período anterior ao acidente, que correspondeu a 0,21 mg/L (**figura 34**). O nitrito apresentou-se em maior concentração antes do acidente, na qual tinham concentrações que variavam de 0,02 mg/L – 0,05 mg/L. Após o acidente o único valor máximo registrado foi de 0,03 mg/L (**figura 35**).

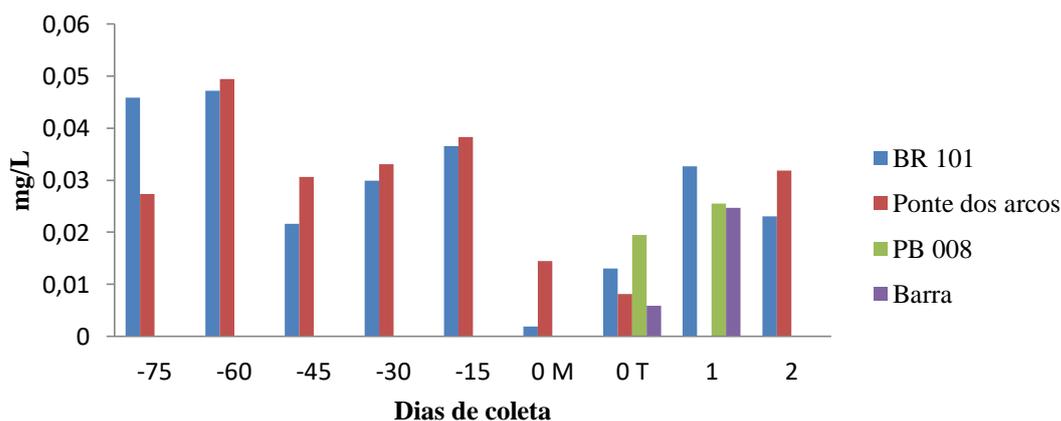
**Figura 33:** Concentrações de **amônia** ao longo dos dias de coleta no Rio Gramame, antes e após o acidente da CONPEL



**Figura 34:** Concentração de **nitrito** ao longo dias de coleta no Rio Gramame, antes e após o acidente da CONPEL

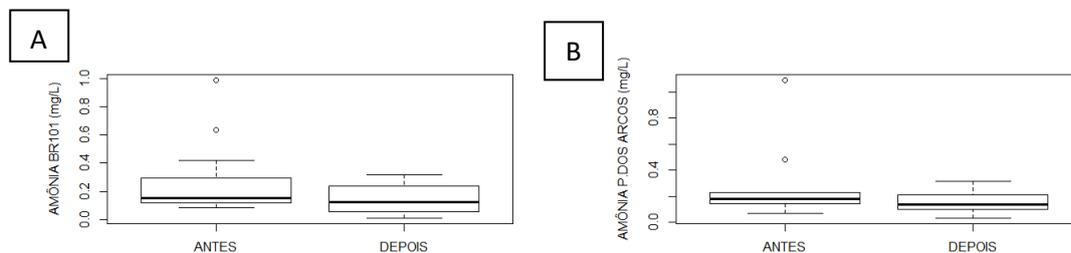


**Figura 35:** Concentração de **nitrito** ao longo dos dias de coleta no Rio Gramame, antes e após o acidente da CONPEL



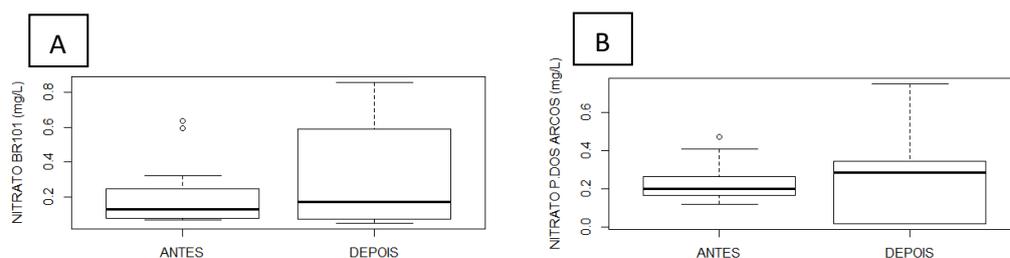
As concentrações de amônia não apresentaram diferenças significativas entre antes e depois do acidente por apresentarem os valores de  $p > 0,05$ , na BR101 ( $p = 0,4$ ) (**figura 36 A**) e na Ponte dos Arcos ( $p= 0,2$ )(**Figura 36 B**).

**Figura 36:** Valores da concentração de **amônia** antes e depois do acidente em bloxpot na BR101 ( $p=0,4$ ) (A) e na Ponte dos Arcos ( $p=0,2$ ) (B)



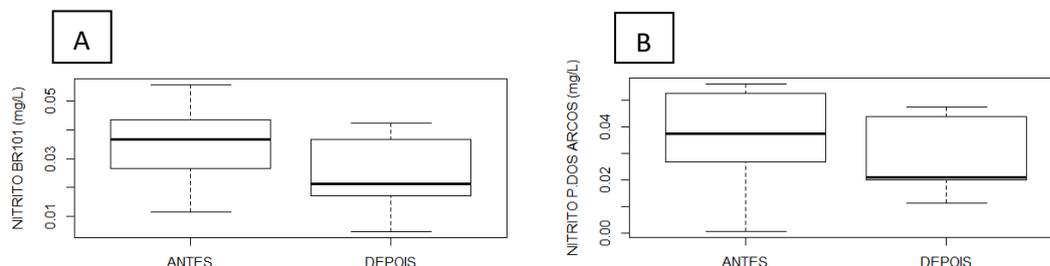
Assim como a amônia, as concentrações de nitrato não apresentaram diferenças significativas entre antes e depois do acidente na BR 101 e na Ponte dos Arcos, por apresentarem os valores de  $p > 0,05$  (**Figura 37**). No entanto, o fato de ter maiores concentrações de nitrato (quase o dobro) que de amônia, sendo o primeiro uma derivação do segundo mostra que o nitrato analisado não foi originado da decomposição do material no rio, mas de uma decomposição anterior, provavelmente ocorrida dentro da estação de tratamento de resíduos da COMPEL.

**Figura 37:** Valores da concentração de nitrato antes e depois do acidente em bloxpot na BR101 ( $p=0,5$ ) (A) e na Ponte dos Arcos ( $p=0,22$ ) (B)



O nitrito foi o único nutriente nitrogenado que apresentou diferença significativa entre o antes e depois do acidente na BR101, com  $p= 0,004$  (**Figura 38 A**), apresentando valores menos elevados após o acidente. A Ponte dos Arcos não apresentou diferença significativa (**Figura 38 B**). O fato de ter-se menos oxigênio no ambiente, como comentado acima, diminui os processos de nitrificação, dessa forma a amônia não passa a nitrito, fazendo diminuir as concentrações deste composto.

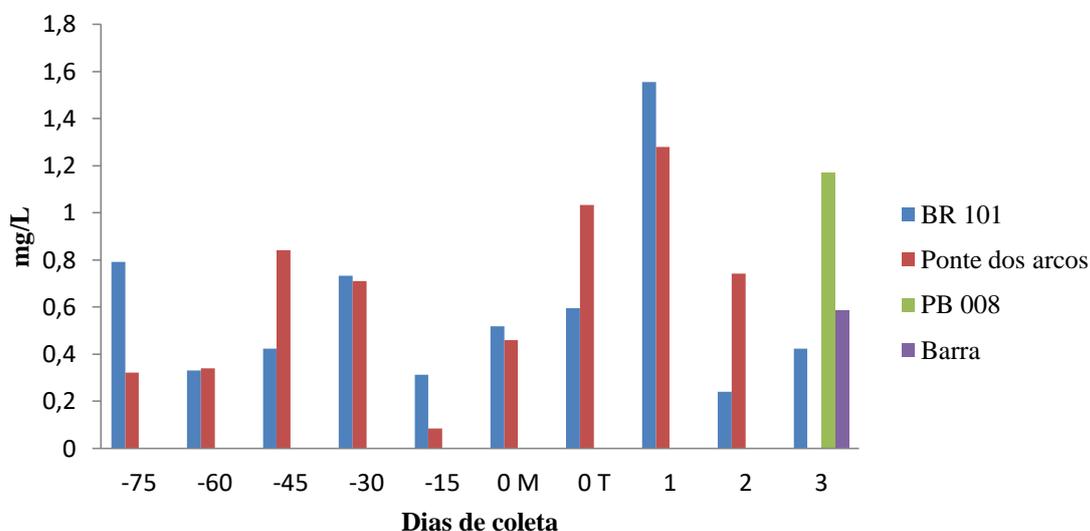
**Figura 38:** Valores da concentração de nitrito antes e depois do acidente da CONPEL em bloxpot na BR101 ( $p=0,04$ ) (A) e na Ponte dos Arcos ( $p=0,3$ ) (B)



A concentração dos nutrientes está associada à quantidade de matéria orgânica presente no corpo hídrico. A média da concentração de amônia antes do acidente foi maior do que a concentração desses nutrientes nitrogenados após o acidente. Isso pode ser explicado pela ineficiência dos processos de nitrificação, em que é necessário a presença de bactérias nitrificantes e de oxigênio, principalmente para a formação de nitrato e nitrito (que são as formas oxidadas dos nutrientes nitrogenados em estudo) a diminuição desse oxigênio principalmente na BR 101 possivelmente atrasou esse processo (REIS, MENDONÇA; 2009). Como a celulose é um composto de difícil decomposição, os nutrientes nitrogenados não são liberados rapidamente, o que leva a que os impactos do derrame de celulose se prolonguem por mais tempo.

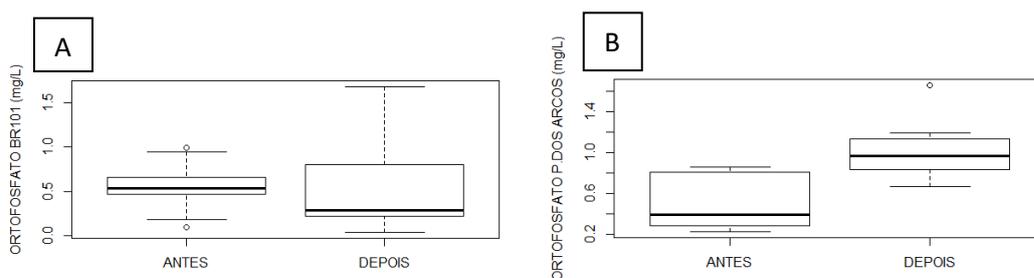
Os nutrientes fosfatados tiveram suas concentrações em valores máximos cerca de 12 horas após o acidente, o que significa que foi liberado pela lagoa de estabilização da CONPEL, o inverso do nitrato que só se verificou aumento 24 horas depois. Este é um produto derivado da decomposição de matéria orgânica, o que é natural, devido à natureza dos resíduos desta indústria de papel, cujo insumo é a fibra celulósica, para além dos produtos químicos. O Ortofosfato no dia após o acidente, de tarde (0 T) apresentou picos de sua concentração no trecho da BR101, local mais acometido pelo acidente com os resíduos de papel, atingindo valor máximo de 1,5 mg/L, antes do acidente as concentrações desse nutriente oscilavam entre 0,3 mg/L – 0,7 mg/L nesse mesmo ponto de coleta. No dia seguinte ao acidente a água do rio perto da PB 008 obtiveram os maiores valores de ortofosfato (1,6 mg/L) (**Figura 39**). Isso revela que o que foi lançado no rio no trecho do acidente alcançou a região mais a jusante, no trecho da PB 008.

**Figura 39:** Concentração de **Ortofosfato** ao longo dos dias de coleta no Rio Gramame, antes e após o acidente da CONPEL



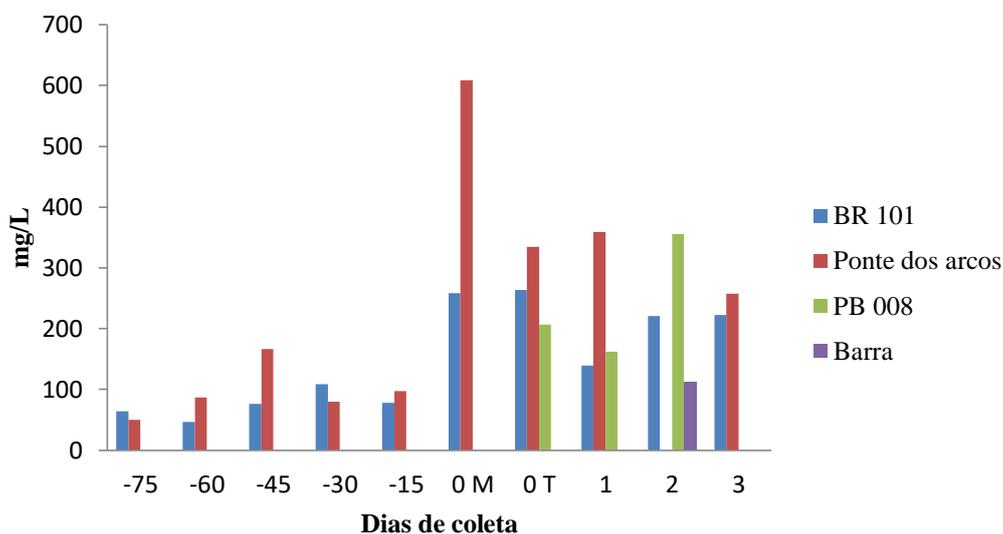
As concentrações de ortofosfato apresentaram diferença significativa entre antes e depois do acidente no trecho do Rio Gramame perto da Ponte dos Arcos ( $p= 0,01$ ) não apresentando o mesmo na BR 101 ( $p=0,7$ ) (**Figura 40**).

**Figura 40:** Valores da concentração de ortofosfato antes e depois do acidente da CONPEL, em bloxpot na BR101 ( $p=0,7$ ) (A) e na Ponte dos Arcos ( $p=0,01$ ) (B)



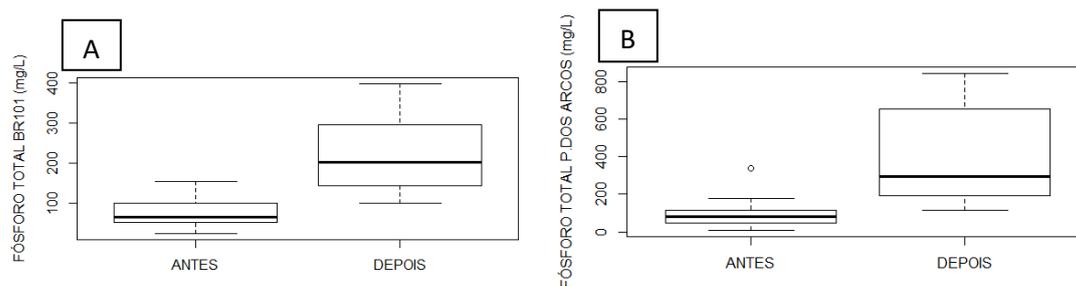
As concentrações de fósforo total alcançaram valores máximos no dia do acidente, principalmente na Ponte dos Arcos, com concentrações de 608 mg/L, com o passar dos dias as concentrações desse nutriente foram diminuindo nesse ponto de coleta até chegar a valores mínimos de 257 mg/L (**Figura 41**). As concentrações de fósforo total no trecho do Rio Gramame perto da PB 008 atingiram concentrações máximas desse nutriente dois dias após o acidente, momento em que a poluição deve ter alcançado esse ponto de análise. Antes do acidente o fósforo total do Rio Gramame não ultrapassava valores de 166 mg/L (**Figura 41**).

**Figura 41:** Concentração de **Fósforo Total** ao longo dos dias de coleta no Rio Gramame, antes e após o acidente da CONPEL



As concentrações de fósforo total apresentaram diferenças significativas para antes e depois do acidente tanto na BR 101 como na Ponte dos Arcos, com  $p < 0,05$  e  $p = 0,009$ , respectivamente (**Figura 42**), aumentando essas concentrações após o acidente.

**Figura 42-** Valores da concentração de **Fósforo Total** antes e depois do acidente da CONPEL em bloxpot na BR101 ( $p < 0,05$ ) (A) e na Ponte dos Arcos ( $p=0,009$ ) (B)



Aumento de Fósforo em um ecossistema aquático é muito grave, visto que é um dos nutrientes desencadeadores da eutrofização. Ambientes aquáticos eutrofizados diminuem a biodiversidade, diminuem as concentrações de oxigênio, aumentam as concentrações de microalgas tóxicas, como as cianobactérias, aumentam as taxas de decomposição, diminuindo o oxigênio, para além da produção de sulfatos que conferem mau cheiro à água. A presença de cianobactérias é muito perigoso, inclusive para o ser humano, há vários registros de mortalidade de seres humanos pela presença de cianobactérias na água, como no caso de Caruaru em PE, que 126 pessoas morreram, em 1996, em um centro de hemodiálise, pela presença de cianobactérias na água.

### 3.4. Análises Ecotoxicológicas

Foram considerados tóxicos os pontos que apresentaram diferença significativa quando comparados com o controle. Durante as análises eram aferidos pH, temperatura e OD no início e no final das análises, o pH variou de 6,17 a 8,48, a temperatura oscilou entre 23°C e 26 °C e o OD concentrações entre 5,53mg/L 7,37 mg/L . (**Quadro 1, 2 e 3**). Barra de Gramame, por se tratar de praia com água salina, não foi realizada nenhuma análise ecotoxicológica, uma vez que o organismo em estudo não suporta grandes concentrações de sais.

Antes do acidente nenhum ponto apresentou diferença significativa indicando toxicidade, nem nos testes de toxicidade letal nem crônica. A água do Rio Gramame apresentou toxicidade após o acidente. Os pontos que apresentaram toxicidade letal foram a água do trecho perto da BR 101 no dia do acidente 12 e 24 horas após o mesmo e a PB008 no dia seguinte, com uma diferença significativa entre o controle com  $p=0,005$  para as duas análises da BR 101 e  $p= 0,02$  na PB008 (**Figuras 43, 44 e 45**). A análise da Ponte dos Arcos ficou limitada ao dia do acidente, não apresentando diferença significativa que representasse

toxicidade. Neste local, segundo os dados de outros parâmetros só se verificou o efeito da chegada da poluição um dia depois do acidente, dessa forma, os testes ecotoxicológicos que serão realizados dos dias seguintes é possível que apresentem toxicidade. Como nos pontos mais a montante os testes deram toxicidade letal não houve necessidade de efetuar os testes de toxicidade crônica. A toxicidade foi inicialmente prevista pela ausência da ictiofauna na coluna de água, até então vistas com frequência em todos os pontos de coleta avaliados antes do acidente. O fato de não se observar mortalidade de peixes, é porque estes devem ter subido afluentes do Rio Gramame que não foram afetados pela contaminação.

**Quadro 1:** Análise de pH nos ensaios ecotoxicológicos com água do Rio Gramame após o acidente da CONPEL ( em dias)

<b>pH</b>							
	-75	-60	-45	-30	-15	0	1
Reservatório	7,79	7,02	6,87	6,63			
BR 101	8,36	7,08	7,04	7,81	7,16	6,68	7,16
Ponte dos arcos	7,88	7,19	7,48		7,37	7,08	
PB 008						7,49	
<b>CONTROLE</b>							
Reservatório	8,1	8,17	8,25	8,34			
BR 101	8,48	8,1	8,03	8,12	6,91	6,17	6,17
Ponte dos arcos	7,88	7,19	8,17		6,91	5,52	
PB 008						5,52	

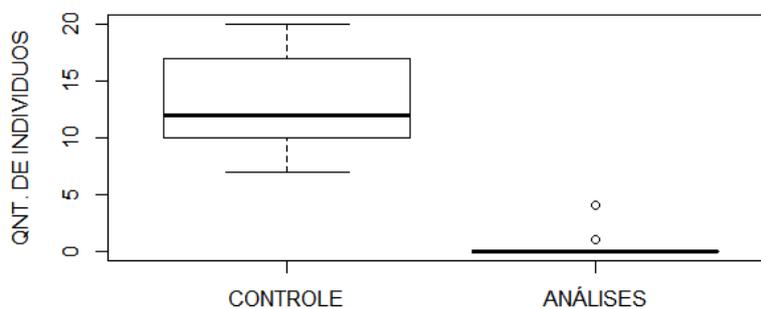
**Quadro 2:** Análise da temperatura (°C) nos ensaios ecotoxicológicos com água do Rio Gramame após o acidente da CONPEL (em dias)

<b>Temperatura (°C)</b>							
	-75	-60	-45	-30	-15	0	1
Reservatório	23,03	25,88	25,8	24,4			
BR 101	24,15	25,35	24,3	23,3	25,5	26,8	25,7
Ponte dos arcos	25,47	25,96	25,6		24,7	25,3	
PB 008						25,6	
<b>CONTROLE</b>							
Reservatório	23,39	26,59	25,3	25,4			
BR 101	25, 23	26,72	25,8	25	23,8	26	26
Ponte dos arcos	25,92	25,56	26,7		23,8	25,3	
PB 008						25,6	

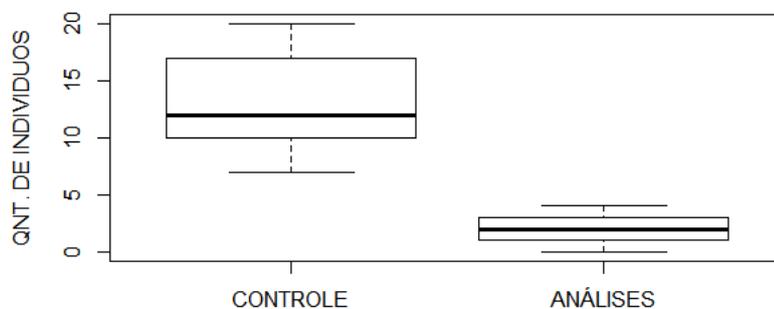
**Quadro 3:** Análise do OD nos ensaios ecotoxicológicos com água do Rio Gramame após o acidente da CONPEL (em dias)

OD (mg/L)	1	2	3	4
Reservatório	7,37		5,7	6,7
BR 101	6,26	4,72	5,25	6,28
Ponte dos arcos	6,19	5,09		
PB 008				
CONTROLE				
Reservatório	7,31		4,4	5,3
BR 101	5,58	4,61	5,53	5,57
Ponte dos arcos	6,09	6,09		
PB 008				

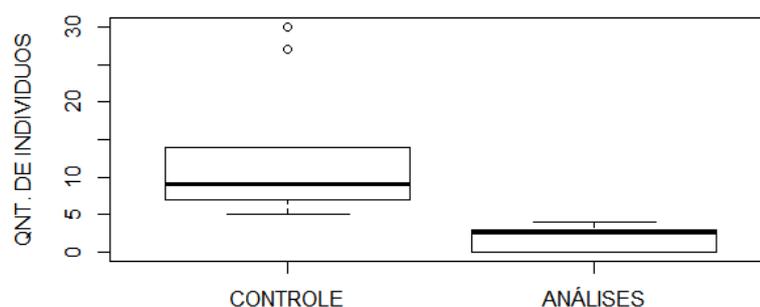
**Figura 43:** Análises toxicológicas da água do Rio Gramame na BR 101, dia seguinte ao acidente da CONPEL (p= 0,005).



**Figura 44:** Análises toxicológicas da água do Rio Gramame na BR 101, dois dias após o acidente da CONPEL (p= 0,005).



**Figura 45:** Análises toxicológicas da água do Rio Gramame na PB008, dois dias após o acidente da CONPEL (p= 0,005).



#### 4. CONCLUSÃO

O acidente no Rio Gramame provocou alterações com diferenças significativas entre o período anterior e posterior ao acidente da CONPEL nas análises físicas, químicas e toxicológicas. Na BR101 e na Ponte dos Arcos foram registradas diferenças em relação a todos os parâmetros avaliados *in situ*, como diminuição de oxigênio, aumento de pH, aumento de sólidos totais dissolvidos (STD) e diminuição do potencial de oxirredução (ORP). O trecho perto da PB008 apresentou valores especialmente elevados de STD um dia após o acidente e no 35º dia, com valores quase o dobro dos pontos a montante. Houve o aumento dos nutrientes fosfatados (fósforo total e ortofosfato), e a presença de toxicidade na água coletada nos trechos do Rio Gramame perto da BR 101 e da Ponte dos Arcos.

A poluição alcançou a praia estuarina da Barra de Gramame, verificado com a presença de material celulósico flutuante e nas concentrações de oxigênio que passaram de cerca de 7,0 para cerca de 5,0 mg/L, no entanto o efeito neste local foi sempre menor e a presença de pequenos peixes nunca deixou de ser registrada.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIRA, H. C.; SILVEIRA, C. B.; ERNANI, P. N.; CAMPOS, L. M. et al. Composição química de um resíduo alcalino da indústria de papel e celulose (dregs). **Quim. Nova**, v. 30, n. 7, p.1669-1672, 2007.

ANDRADE, R. C.; SOUZA, M. F.; COUTO, E. C.; Influência de efluentes têxteis e alimentícios sobre o metabolismo e propriedades físicas e químicas do Rio Piauitinga (Sergipe). **Química Nova**, v.21, n.4, p. 424-427. 1998.

AVIGLIANO, E.; SCHENONEL N.; Water quality in Atlantic rainforest mountain rivers (South America): quality indices assessment, nutrients distribution, and consumption effect. **Environ Sci Pollut Res**, p.1-13, 2016.

- BARRETO, L.V; BARROS, F.M; BONOMO, P; ROCHA,F.A; AMORIN, J.D.S, **Eutrofização em Rios Brasileiros**, enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16, Bahia 2013.
- BORGES, L.S.; FARIA, B.M.; ODEBRECHT, C.; ABREU, P.C. Potencial de absorção de carbono por espécies de microalgas usadas na aquicultura: Primeiros passos para o desenvolvimento de um “Mecanismo de desenvolvimento limpo” **Rev. Atlântica**, Rio Grande, v. 29, n.1, p. 35-46, 2007.
- CHAVES, A.D.C.; ALMEIRA, R.R.P.; CRISPIM, D.L.; SILVA, F. T.; FERREIRA A.C. **Monitoramento e qualidade das águas do Rio Piranhas**. Revista Verde (Pombal - PB - Brasil) v. 10, n.1, p. 160 - 164, jan-mar, 2015.
- FLYNN, M. N.; PEREIRA, W. R.; Abordagem populacional na ecotoxicologia, **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 4, n. 3, p. 79-91, out. 2011.
- GOMES, W. K.; SOUZA, R. F.; MEDEIROS, G. F.; et al., Resposta ecotoxicológica e parâmetros físicos e químicos em rio de área costeira do nordeste brasileiro. **Gaia Scientia** .v. 10, n.4, p.195-208, 2016.
- GUEDES, J. A.; Poluição de rios em áreas urbanas, **Ateliê Geográfico** (Goiânia) v. 5, n. 2,p.212-226, 2011.
- JUNIOR, C. F.; SILVA, L. P.; SANTOS, M. A.; RIBEIRO, R. P.; Análise físico-química da água do rio Murucupi localizado no município de Barcarena-PA. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 5, n. 10, p. 21292-21301, out. 2019.
- LIMA, T. M.; TOGNELLA, M. M., Estrutura e função dos manguezais: revisão conceitual. **Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v.8, n.15; p.1801-1827, 2012
- MARQUES, J. MARANGONI, L. F.; BIANCHINI, A. ; Bioindicadores e Biomarcadores para a avaliação de impactos em recifes de corais. **Série livros museu nacional: Recifes brasileiros, rede de pesquisa coral vivo**. n. 58, p1-28, 2016.
- NASCIMENTO, T. S ; BOIJOINK, C. L.; PÁDUA, D. M.; Efeito do ph da água no equilíbrio iônico de alevinos de *Piaractus mesopotamicus*. I Congresso Brasileiro de Produção de Peixes Nativos de Água Doce, **Embrapa**, 2007.
- NETO, A. F.; MACENA, I. M.; OLIVEIRA, J. S.; Análise da concentração de alumínio residual no Rio Gramame proveniente dos efluentes da ETA-Gramame, João Pessoa-PB. **Revista Ambiental** V. 2 , n. 1 , p. 88 - 96 , Out-Jun, 2016 .
- NUNES, E. M. Conflito social ambientalizado em João Pessoa-PB: o caso da bacia do rio Gramame-Mumbaba. – **Revista Eletrônica de Ciências Sociais/UFPB**. n.21, p.59-72, 2012.
- NUNES, E. M.; Conflito socioambiental e poluição industrial: O caso da bacia do Rio Gramame-Mumbaba – PB. **Revista Uniara**, v.16, n.1, p. 121-132, 2013
- NUNES, E. M.; GARCIA, L. G.; Conflito territorial de poluição industrial da bacia do rio Gramame-Mumbaba – PB, **Sociedade & Natureza**, ( Uberlândia), n24, 255-266, mai/ago. 2012

- OLIVEIRA, L. A.; HENKES, J. A.; Poluição hídrica: poluição industrial no rio dos sinos-RS. **Revista gestão sustentabilidade e ambiente**, Florianópolis, v.2, n.1, p.186-221. abr./set. 2013.
- OLLIVI, C. R.; BOTTA, C. M.; ESPINOLA, E. L.; A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. **Quim. Nova**, v. 31, n. 7, p.1820-1830, 2008.
- PIMENTA, S. F. P. **Comparação entre a biorremediação de água natural e água residual utilizando *Chlorella vulgaris***. Dissertação (Mestrado em biologia e gestão da qualidade da água). Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. 2012
- REBELO, W. P. ARAUJO, G. S.; FURTADO, G. J.; MARINHO, S. C.; et al., Análise Dos Parâmetros Físico-Químicos e Microbiológicos da Água Do Rio Paciência, São Luís - MA. **Revista Ceuma Perspectivas**. v. 30, n. 01, p 6-16. 2017.
- REIS, J. A.; MENDONÇA, A. S.; Análise técnica dos novos padrões brasileiros para amônia em efluentes e corpos d'água. **Eng. Sanit. Ambient.** v.14 no.3 Rio de Janeiro. 2009.
- REZENDE, G. B.; ARAÚJO, S. M.; AS CIDADES E AS ÁGUAS: OCUPAÇÕES URBANAS NAS MARGENS DE RIOS. **Revista de Geografia (Recife)** V. 33, N. 2, p.119-135, 2016
- RODRIGUES, L. A.; TORRES, N. H.; TORNISIELO, V. L.; FERREIRA, L. F.; MARANHÃO, L. A.; Determinação de ensaios de toxicidade, índice de estado trófico e parâmetros físico-químicos no rio Piracicaba e no córrego Itapeva. **Rev. Ambient. Água** vol.10 no.2 Taubaté abr./ junho 2015.
- SOUZA, C. A.; OLIVEIRA, B. M; SILVEIRA, J. A.; Urbanização e impactos ambientais nos rios urbanos: Um estudo de caso na Bacia do Rio Gramame em João Pessoa, PB. **Cidades Verdes**, v. 06, n.13, p.78-85, 2018.
- SOUZA, D. G.; MARQUES, D. J.; SERRA, R. B.; et al.; Uma percepção ambiental de agricultores da comunidade águas turvas sobre o uso de agrotóxico na região da bacia hidrográfica do Rio Gramame, João Pessoa (PB). **Revbea** (São Paulo), v. 13, n 2, p.332-339, 2018.
- SUDEMA (Superintendência de Administração do Meio Ambiente). **Relatório técnico** de inspeção na Estação de Tratamento de Gramame –Município do Conde-PB. 2018.
- TORELLI, J. E., Ictiofauna e bioacumulação de metais pesados na cadeia trófica, Rio Gramame, Bacia do Rio Gramame Paraíba. 2013. **Tese ( Doutorado em Ciências Biológicas)**. Universidade Federal da Paraíba, 201p. 2013

## RESULTADO E DISCUSSÃO GERAL

Os movimentos sociais demonstraram serem muito importantes para a gestão ambiental, quando trabalhado e voltado a essa perspectiva, como foi o caso da EVOT. Tais ações conseguem chamar a atenção da população por questões sociais até então desprezadas pela poder publico, e assim quando a sociedade toma conhecimento da problemática na qual se encontram podem reivindicar os seus direitos, o conhecimento para as comunidades fragilizadas, sendo uma importante arma contra a desigualdade social e a injustiça ambiental.

A EVOT não busca apenas melhoria da qualidade ambiental, mas sim a melhoria da qualidade de vida, tendo ciência que a natureza não é um campo a parte, sendo essa parte integrante e primordial da humanidade, portanto ter qualidade de vida significa acima de tudo preservar o meio ambiente. Com uma educação do campo, traduzem e suas ações a pedagogia dos gestos, levando a ecoeducação à seus alunos de forma a carrega uma visão de mundo dentro de si, com vários significados, que vão além do formal, educando enquanto extensão cultural da sua identidade (COMILLO, BRANDÃO, 2010)

Alguma das formas de comunicação são feitas em forma de apresentação de danças que detenham de musicas com letras que chamem atenção de quem estar vendo, tais apresentações normalmente são acompanhadas com um figurino chamativo, que passem alguma mensagem da retratação histórica do movimento no qual está sendo defendido, além de gesticulação, que favorece a transmissão da informação, além de passar credibilidade.

As crianças da EVOT em algumas de suas ações utilizam de batuques para chamar atenção, uniformes padronizados de cor azul, para representar a água, e cantam às margens do rio, uma canção criada por eles contando a história do rio, quando não era degradado. Essa pode ser considerada uma forte marca da educação por meio da conscientização, que educa não apenas àqueles que pertencem aos movimentos, mas também a todos que os “enxergam de fora”. Segue a canção criada pelos líderes dos movimentos sociais em prol do Rio gramame, a musica se chama Guaramamo, que é um espetáculo de circo ou de teatro que foi criado baseado nos “causos” do Rio Gramame trazendo a vivencia dos mais antigos de histórias que permeiam o Rio Gramame:

## GUARAMAMO

*\*Rio gramame vem brilhar na escuridão, nos olhos de quem tem olhar e não vê.*

*\*Vem como espada prateada sobre o céu, rasgando a terra com força pra viver.*

*\* Vem de oratório pra das águas nessa barra pelos caminhos seus braços são mais de dez, balançando esperança em tantas casas, toque o tambor entranças as mãos e bate os pés.*

*GUARAMAMO é cercado é curral, trás paixão, atrás do seu nascer*

*Espelhando luas grandes e pequenas, enlaçando os moços e as morenas.*

*-CADÊ CAMARÃO DO BOM, CADÊ?! CADÊ!?*

*-CADÊ MEU PEIXINHO DOURADO, CADÊ?! CADÊ!*

*-CADÊ A ÁGUA LÁ PRO POTE, CADÊ?!CADÊ!*

*-CADÊ MOLHAR MEU ROÇADO, CADÊ?! CADÊ!*

*-CADÊ A ALEGRIA EM MEU TERREIRO, CADÊ?!CADÊ!*

*-CADÊ A TRISTE IR EMBORA?CADÊ!*

*-CADÊ GUARAMAMO FORTE, CADÊ ?!CADÊ*

*-CADÊ SE NEGAR PIORA, CADÊ!*

*Rio gramame...*

*(Letra: Milton Dornelas, participação: Chico Cezar)*

O contexto social no qual está inserido aos movimentos sociais em prol do Rio Gramame parte de uma perspectiva interdisciplinar, abrangendo além do aspecto social, político, ambiental, ético e filosófico (**Figura 46**). O despejo de efluentes industriais, que é considerado a forma de poluição mais preocupante com o Rio Gramame têm causado no rio desde a década de 1960 um colapso ambiental, que estaria pior se não fosse a ação dos movimentos socioambientais a favor do rio.

**Figura 50:** Ação social da EVOT às margens da Ponte dos Arcos: Rio Gramame quer viver em águas limpas.



**Foto:** Acervo EVOT

De todos os trechos do rio avaliados nessa pesquisa o trecho do rio as margens da BR 101 foi considerada como o de maior poluição, pois além de está próximo às indústrias, recebendo a maior carga de poluição, também é um dos pontos que apresentam de forma clara a fragilidade humana e as desigualdades sociais, comunidades às margens que não tem acesso a serviços básicos de saúde e atenção pública, como a falta de saneamento básico.

A problemática atual dos Rios e a degradação ambiental está ligada diretamente ao capitalismo contemporâneo, segundo Marquês (2018) em seu livro “Capitalismo e Colapso Ambiental” as consequências do consumismo tem trazido sérios riscos a humanidade, pois está havendo um empobrecimento do patrimonio, ocasionando desigualdade social e economica, isso significa pessoas que detém o poder econômico estão cada vez mais “fazendo pressão” na camada desfavorecida. O capitalismo contemporaneo têm mostrado a desaceleração do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), segundo levantamento da OXFAM (2014) (Organização da Sociedade Civil que visa diminuir as desigualdades sociais no Brasil), como consequencia têm-se a degradação do meio ambiente.

A questão da disponibilidade hidrica torna-se mais grave , uma vez que a disponibilidade de água para o consumo está cada vez menor. Atualmente há apenas 3% de água doce no planeta, desse total apenas 0,06% é potável. No entanto, grande parte dos corpos hidricos encontram-se improprios ao consumo, por estarem poluídos, seja por efluentes industriais ou por esgotos domesticos (ONU, 2015). Parte daí a necessidade de tratar os efluentes, antes que sejam despejados nos rios e córregos.

O acidente que acometeu o Rio Gramame com resíduos de papelão trouxe danos ao ecossistema aquático, que irá demorar a se reestabelecer. Medidas de controle da poluição industrial devem ser tomadas a fim de minimizar os impactos antes que os resíduos alcancem o rio. Estudo realizado Jiang et al. (2012) foi capaz de transformar os resíduos de papel em indústrias em bioplástico com a ajuda de bactérias. Toledo et al. (2015) utilizou os mesmos resíduos para a produção de mudas de eucalipto, as duas formas poderiam ser aplicadas pelas indústrias de papelão no tratamento de seus efluentes.

Todas as hipóteses desse trabalho foram aceitas, a última que afirmava que a toxicidade iria ser maior no período de estiagem, foi favorecida pelo acidente que demonstrou que o trecho da BR 101 apresentou toxicidade, demonstrando que o material despejado no rio é tóxico ao meio ambiente.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Ao final das análises foi realizada uma reunião juntamente com a Escola Viva Olho do Tempo, contando com a presença de alguns órgãos municipais com a participação da SUDEMA, prefeitura do Conde e líderes comunitários e então foi apresentado os dados da pesquisa, evidenciando toda a problemática ambiental do Rio Gramame. Os dados da pesquisa já foram encaminhados aos líderes dos movimentos sociais e serão apresentados juntamente ao Ministério Público para que medidas efetivas sejam tomadas (**Figura 47**).

**Figura 51:** Reunião na EVOT para que fossem mostrados todos os dados das análises da qualidade de água do Rio



**Foto:** Larissa Regis, 2019

Os líderes dos movimentos sociais estiveram presentes em todas as etapas da pesquisa, desde o acompanhamento nas ações sociais, como buscando saber como estavam as análises da água, além de procurarem entender a problemática do rio com uma visão ampla e crítica. A troca do conhecimento entre a universidade e a comunidade têm instigado os alunos da escola a procurarem entender e estudar sobre a problemática da água, tornando os indivíduos que participam das ações seres independentes e críticos de suas ações.

A EVOT por meio do seu trabalho influencia que os indivíduos participantes das ações (comunidade, escola e simpatizante das ações) tenham o pensamento integral, sem o raciocínio fragmentado do saber, olhando cada problemática de uma forma individual e agindo criticamente na resolução dos problemas. Edgar Morin segundo Estrada (2009) essa seria a teoria da complexidade, no qual o ambiente escolar onde são repassado as informações, considera essas ações como uma grande quebra de paradigma e formação do pensamento crítico na vida daqueles que estão presentes e vivem aquelas ações, principalmente as crianças.

A escola juntamente com a comunidade criou uma ação chamada “Guardiões do Gramame”, em que adolescentes ficarão responsáveis por monitorar as ações realizadas em busca da melhoria da qualidade de água do Rio Gramame, na oportunidade realizaram o acompanhamento junto a equipe de pesquisa do LABEA (Laboratório de Ecologia Aquática) da UFPB, para que sejam registrados o momento em que o rio está sendo monitorado . A participação de comunitários para a melhoria da qualidade da água foi evidenciada nos trabalhos de Hermes et al. (2004), no qual estudavam a influencia da comunidade da

qualidade de água do rio são Francisco, e os resultados foram bastante positivos, uma escola articulava as ações e então a comunidade agia no monitoramento da qualidade de água, utilizando Ekokits, tal escola ainda realizada cursos para formar agentes de água voluntários, igualmente a EVOT traçam metas e tentam cumpri-la ao longo dos anos (**Figura 55**).

**Figura 52:** Guardiões do gramame e professores da EVOT acompanhando as coletas no Rio Gramame, para análise da qualidade da água



Os trabalho de análises da qualidade de água do Rio Gramame ainda estão sendo realizados, para que se possa entender como o Rio reagiu ao acidente do derramamento dos resíduos de celulose. O final das análises acontecerá quando o rio voltar às condições em que se encontrava antes do acidente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

COMILLO, A. E.; BRANDÃO, E. C.; EDUCAÇÃO DO CAMPO: A mística como pedagogia dos gestos no MST. **Revista Eletrônica de Educação**, v3. n. 6, jan./jul. 2010.

ESTRADA, A.A.; Os fundamentos da teoria da complexidade em Edgar Morin. **Akrópolis**, Umuarama, v. 17, n. 2, p. 85-90, abr./jun. 2009

HERMES, L. C.; FAY, E. F.; BUSCHINELLI, C. C. SILVA, A. S. Participação Comunitária em Monitoramento da Qualidade da Água. **EMBRAPA**, 2004

JIANG, Y.; MARANG, L.; TAMIS, J. et al.. Waster to Resource: Converting paper mill wastewater to bioplastic. **Water Reserach**, v.46, p.5517-5530, 2012.

MARQUES, L. Capitalismo e colapso ambiental (online). 3rd ed. rev. And enl. Campinas, SP: **Editora da Unicamp**. , 2018. 736p, 2018.

ONU, ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Fatos sobre água e saneamento**. Conferencia das nações unidas sobre o desenvolvimento sustentável. 2015. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/temas-agua/>> Acesso em: 02 Fev. 2020

TOLEDO, F. H., VENTURIM, N.; CARLOS, L. et al. Composto de resíduos da fabricação de papel e celulose na produção de mudas de eucalipto. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.19, n.7, p.711–716, 2015.

## ANEXOS

### QUESTIONÁRIOS APLICADOS

- Entrevista - EVOT

#### a) RELAÇÃO COM O MOVIMENTO

1. A quando tempo você mora próximo ao Rio Gramame?
2. Como deu início aos primeiros movimentos em prol do Rio?
3. Tiveram apoio de alguma instituição além dos moradores? Quais?
4. Como o movimento funciona? Há atividades constantes ou apenas em alguns momentos críticos?
5. Saberia dizer quantas pessoas participam do movimento hoje? Esse número já foi maior?
6. Vocês conseguem acesso aos meios de comunicação para divulgar os problemas e ações? (jornais, rádio, TV)
7. Como vocês se relacionam com a prefeitura, com a CAGEPA e outras instituições?
8. Vocês têm contato com alguma ONG?
9. O movimento implica em despesas e custos? Em caso positivo como financiam?

#### b) PERCEPÇÃO DO PROBLEMA

1. Como vocês percebem a poluição das águas do rio? Através de que sinais?
2. Quais, na sua opinião, as causas principais da poluição do rio?
3. Quais as principais consequências da poluição para a população do entorno?
4. Como o poder público reage à situação?
5. Como os agentes poluidores respondem às suas reivindicações?
6. Existe alguma iniciativa de educação ambiental em defesa do rio?
7. Esse assunto é tratado pelas escolas locais? Em caso positivo, como?
8. Quais, na sua opinião, o melhor caminho para a resolução do problema?

- **Entrevista – Câmara de Vereadores**

1. Como tomou conhecimento das ações do Gramame? Desde quando?
2. O que sabe sobre a EVOT e o seu trabalho para a melhoria da qualidade de água do Rio?
3. Em sua opinião, qual o significado desse movimento social?
4. Na sua visão, quais os principais problemas que a bacia e o Rio enfrentam atualmente?
5. O que pensa sobre a ação dos órgãos de governo em relação à preservação do rio? Ela tem sido eficiente ou ainda pode melhorar?
6. Na sua visão, que prejuízos decorrem da degradação do rio para a população de seu entorno, para a sociedade e a natureza?
7. Como o senhor avalia os resultados, até o momento, dessa mobilização social em torno do rio?
8. Como o senhor é avisado sobre as ações do Rio?
9. O que tem feito para ajudar a EVOT e os líderes dos movimentos sociais?
10. Quais as principais limitações/Dificuldades para ajudar os movimentos sociais?
11. O que mais cobram? Conseguem atender todas as solicitações? ( caso não, lembram de alguma solicitação que fizeram e vocês não puderam ajudar, por qual motivo?)
12. Existe algo que possa ser feito pelos líderes dos movimentos sociais para facilitar a ajuda do município na para a preservação do rio?
13. Você considera a legislação ambiental suficiente para promover a conservação? E quanto à aplicação da lei existente?

- **Entrevista – SUDEMA**

1. Conhece a EVOT? ( ) SIM ( ) NÃO

Se sim:

2. Como a SUDEMA tomou conhecimento das ações da EVOT para o Rio Gramame? O que sabem dela?
3. A SUDEMA participa dos movimentos sociais em benefício do rio? Com que frequência?

4. Qual a ultima ação que a SUDEMA participou junto a EVOT?
5. Como a SUDEMA é avisada sobre as ações do Rio?
6. Como a SUDEMA enxerga as ações realizadas pelos ribeirinhos em prol do rio?
7. O que a Sudema têm feito para ajudar os movimentos sociais? Quais as ações que vocês realizam?
8. A SUDEMA ajuda financeiramente as ações em prol da qualidade de água do Rio?
9. Quais as principais limitações/Dificuldades do órgão para ajudar os movimentos sociais?
10. O que mais cobram do órgão? Conseguem atender todas as solicitações? ( caso não, lembram de alguma solicitação que fizeram e vocês não puderam ajudar, por qual motivo?)
11. Existe algo que possa ser feito pelos líderes dos movimentos sociais para facilitar o trabalho do órgão na parceria para a preservação do rio?
12. O setor têm acesso e conhecimento dos dados de qualidade da água?

- **Entrevista – Ministério Público Federal**

1. Como tomou conhecimento das ações do Gramame? Desde quando?
2. O que sabe sobre a EVOT e o seu trabalho para a melhoria da qualidade de água do Rio?
3. Em sua opinião, qual o significado desse movimento social?
4. Na sua visão, quais os principais problemas que a bacia e o Rio enfrentam atualmente?
5. O que pensa sobre a ação dos órgãos de governo em relação à preservação do rio? Ela tem sido eficiente ou ainda pode melhorar?
6. Na sua visão, que prejuízos decorrem da degradação do rio para a população de seu entorno, para a sociedade e a natureza?
7. Como o senhor avalia os resultados, até o momento, dessa mobilização social em torno do rio?
8. Como o senhor é avisado sobre as ações do Rio?
9. O que tem feito para ajudar a EVOT e os líderes dos movimentos sociais?

10. O que mais cobram? Conseguem atender todas as solicitações? (caso não, lembre-se de alguma solicitação que fizeram e vocês não puderam ajudar, por qual motivo?)
11. .Você considera, a legislação ambiental suficiente para promover a conservação? E quanto à aplicação da lei existente?