



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E  
DA NATUREZA MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**

**LUIZA RAQUEL FERNANDES LIMA**

**PERCEPÇÃO AMBIENTAL DE UMA COMUNIDADE NOVA CATÓLICA FRENTE À  
EFICIÊNCIA DA APLICAÇÃO DA FITORREMEDIAÇÃO DE UM CÓRREGO URBANO**

**JOÃO PESSOA-PB**

**2019**

**LUIZA RAQUEL FERNANDES LIMA**

**PERCEPÇÃO AMBIENTAL DE UMA COMUNIDADE NOVA CATÓLICA FRENTE À  
EFICIÊNCIA DA APLICAÇÃO DA FITORREMEDIAÇÃO DE UM CÓRREGO URBANO**

Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, da Universidade Federal da Paraíba, para obtenção do título de Mestre.

Orientadores:

Prof. Dra. Maria Cristina Basílio Crispim da Silva

Dr. Gil Dutra Furtado (Coorientador)

**JOÃO PESSOA - PB**

**2019**

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

L732p Lima, Luiza Raquel Fernandes.

PERCEPÇÃO AMBIENTAL DE UMA COMUNIDADE NOVA CATÓLICA  
FRENTE À EFICIÊNCIA DA APLICAÇÃO DA FITORREMEDIAÇÃO DE  
UM CÓRREGO URBANO / Luiza Raquel Fernandes Lima. - João  
Pessoa, 2019.

119 f. : il.

Orientação: Dra. Maria Cristina Basílio Crispim da Silva  
Crispim.

Coorientação: Dr. Gil Dutra Furtado. Furtado.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN.

1. Biorremediação. 2. Restauração aquática. 3. Rios  
urbanos. 4. Comunidade Novas - Católicas. I. Crispim,  
Dra. Maria Cristina Basílio Crispim da Silva. II.

Furtado, Dr. Gil Dutra Furtado. III. Título.

UFPB/BC

LUIZA RAQUEL FERNANDES LIMA

**PERCEPÇÃO AMBIENTAL DE UMA COMUNIDADE NOVA CATÓLICA FRENTE À EFICIÊNCIA DA  
APLICAÇÃO DA FITORREMEDIAÇÃO DE UM CÓRREGO URBANO**

Defesa apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA – da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

João Pessoa, 30/ 08/ 2019.

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Cristina Basílio Crispim da Silva – UFPB  
(Orientadora)



---

Dr. Gil Dutra Furtado (Coorientador)



---

Prof. Dr. Williane Farias Ribeiro - UFPB  
(Examinador Interno)



---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Danielle Viana Lugo Pereira - UFPB  
(Examinador Externo)

***“Obras do Senhor, bendizei ao Senhor,  
louvai-o e exaltai-o pelos séculos sem fim!”  
(Dn3,57)***

## **AGRADECIMENTOS**

### **Paz e Bem.**

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida, dom da inteligência, pela esperança renovada diariamente e pela graça da perseverança. À Doce Mãe de Deus, que me ensina que, para Deus, nada é impossível. Aos meus irmãos Santa Clara e São Francisco por me ensinarem que somos todos irmãos: irmã Terra, irmã água, irmãos animais e irmão o meu próximo.

Aos meus filhos, Maria Letícia e João, que me fortalecem cada dia, mesmo com as ausências, mas em meio as mamadas, fraldas, choros, brincadeiras, idas à escola e internações hospitalares, travaram esta batalha comigo, com muito carinho e amor. Ao meu amado esposo Ismael Segundo pelo apoio e auxílio, sempre com muito amor, dedicação e paciência.

A toda família que me deu apoio, possibilitando auxílio necessário para a conclusão deste estudo em especial, à minha amada mãe, Francisca Hilda e ao meu amado pai, José Cacildo, minha querida irmã Janaina e sua família, por toda paciência, amor, disponibilidade e logística. Aos meus queridos sogros, Ivanilza e Ismael, pelo apoio e todo o cuidado.

À Comunidade Doce Mãe de Deus por abrirem as portas e o coração para este projeto de pesquisa, na pessoa do Moderador Geral Diác. Wellington Vilar Viana, Deus vos abençoe por tudo.

Aos meus orientadores, à querida Professora M<sup>a</sup> Cristina Crispim, que com muita maternidade esteve ao meu lado na construção do saber. Ao Professor Gil Furtado, por apostar comigo nesta empreitada de construir conhecimento.

A todos do LABEA/UFPB, pelo apoio técnico para as análises que embasaram este estudo e por darem de si pela recuperação ambiental de forma sustentável.

A todos os professores do PRODEMA, por possibilitarem esta aventura epistemológica na busca de um desenvolvimento unido com a sustentabilidade ambiental, na pessoa da Prof. Denise Dias da Cruz, por sua responsabilidade e direcionamentos.

Aos professores avaliadores, obrigada por dar um novo olhar ao meu trabalho.

Ao CNPq por financiamento desta pesquisa, e assim, por valorizar a construção de um país mais científico proporcionando uma educação com ações concretas e libertadoras.

À SEMAM pela disponibilidade de dados e mapas, na pessoa do atual secretário Abelardo Jurema Neto.

Aos meus amigos do PRODEMA, por compartilharem alegrias, lutas, conhecimento e a vida, Deus vos abençoe.

## RESUMO

A maioria dos ambientes aquáticos urbanos está altamente eutrofizada, pela entrada de nutrientes oriundos da falta de saneamento básico. Dessa forma, deixam de prestar serviços ecossistêmicos importantes para a sociedade. Assim, torna-se primordial realizar trabalhos de restauração aquática, para que estes ecossistemas possam novamente apresentar o seu potencial de prestador de serviços ecossistêmicos, para além de manterem sua biota. Ao avaliar a percepção ambiental dos membros da Comunidade Doce Mãe de Deus (CDMD), apenas 38% conheciam o nome do Rio Cuiá. Constatou-se que dos que possuem fossas em suas residências, 70% nunca encheram. Com intenção de aumentar a sensibilização ambiental dos membros da CDMD, foram realizadas palestras, como também a construção de fossa ecológica Círculo de Bananeira, para tratamento de águas cinzas, que antes eram lançadas no ambiente. Na intenção de contribuir com a melhoria da qualidade de água de rios urbanos, esta pesquisa objetivou testar o uso de fitorremediação em um córrego urbano, que transporta esgoto a céu aberto. Para isso, foram realizadas análises físicas e químicas da qualidade de água do córrego que corta a CDMD, localizada no Geisel, os pontos de análise foram a entrada e na saída do mesmo, antes e após a inserção do biotratamento. Foram analisadas as variáveis: compostos nitrogenados e ortofosfato, oxigênio dissolvido, pH, condutividade, potencial de oxirredução, sólidos totais dissolvidos e temperatura. Os resultados obtidos permitiram verificar a eficácia da fitorremediação no tratamento de águas poluídas com esgoto, e constataram a retirada de 81 mg de fosfato e 52 mg de nitrato em cada m<sup>3</sup> de água que entraria no Rio Cuiá, prevenindo dessa forma uma maior eutrofização nesse Rio. Com exceção da amônia e nitrito, que não apresentaram diferenças significativas no período de controle e a instalação da fitorremediação, todos os outros compostos revelaram melhoria na qualidade ambiental. Conclui-se com esta pesquisa que o uso da fitorremediação em córregos urbanos que transportem esgoto pode ser muito eficiente na melhoria da qualidade de água, aumentando a capacidade de autodepuração nestes e nos respectivos corpos receptores, a baixo custo.

**Palavras chave:** Biorremediação, restauração aquática, rios urbanos, Comunidades Novas.

## ABSTRAT

Most urban aquatic environments are highly eutrophic due to nutrient input from poor sanitation systems. In this way, they no longer provide important ecosystem services to society. Thus, it is essential to carry out aquatic restoration work, so that these ecosystems can again present their potential as ecosystem service providers. In assessing the environmental perception of members of the Doce Mãe de Deus Community (DMDC), only 38% knew the name of the Cuiá River. It was found that of those who have cesspools in their homes, 70% never filled. In order to increase the environmental sensibility of the members of the CDMD, lectures were held, as well as the construction of an ecological cesspool Banana tree circle, for the treatment of grey waters, which were previously thrown into the environment. In order to contribute to the improvement of water quality of urban rivers, this research aimed to test the use of phytoremediation in an urban stream that transports open sewage. For this purpose, physical and chemical analyzes of the water quality of the stream that crosses the DMDC, located in the Geisel, in the entrance and out of it, before and after the insertion of the biotreatment were performed. Nitrogen and orthophosphate compounds, dissolved oxygen, pH, conductivity, oxi-reduction potential, total dissolved solids and temperature variables were analyzed. The results allowed to verify the effectiveness of phytoremediation in the treatment of sewage polluted waters and found the removal of 81 mg phosphate and 52 mg nitrate in each m<sup>3</sup> of water that would enter the Cuiá River, thus preventing further eutrophication. With the exception of ammonia and nitrite, which did not show significant differences before and after the installation of biotreatment, all others showed improvement in environmental quality. It is concluded from this research that the use of phytoremediation in urban streams that carry sewage can be very efficient in improving water quality, increasing the self-purification capacity in these and their receiving bodies, at low cost.

**Keywords:** bioremediation, water recovery, urban rivers, New Communities

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA: Agência Nacional de Águas

APP: Área de Proteção Permanente

BHRC: Bacia Hidrográfica do Rio Cuiá

CDMD: Comunidade Doce Mãe de Deus

CMMAD: Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente

CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente

DBO: Demanda Bioquímica de Oxigênio

ETE: Estação de Tratamento de Esgotos

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LABEA: Laboratório de Ecologia Aquática

MMA: Ministério do Meio Ambiente

ONGs: Organizações não governamentais

ONU: Organização das Nações Unidas

ORP: Potencial de Oxidação e Redução

PMJP: Prefeitura Municipal de João Pessoa

PNSB: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico

SUDEMA: Superintendência de Administração do Meio Ambiente

UARH: Unidades das Regiões Hidrográficas Brasileiras

ZEP: Zona Especial de Preservação

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01:</b> Foto de Satélite da Comunidade Doce Mãe de Deus. ....	16
<b>Figura 02:</b> Localização e Classificação da Bacia Hidrográfica do Rio Cuiá – PB. Demonstrando o Fragmento do mapa da AESA 2013, demonstrando os limites da BHRC (tracejado preto) e a localização estimada da Comunidade Doce Mãe de Deus (retângulo azul), onde a classificação das águas do Rio Cuiá, onde o trecho em vermelho é Classe 01 e os demais são classe 02.....	17
<b>Figura 03:</b> Visão da área construída da Comunidade Doce Mãe de Deus.....	19
<b>Figura 04:</b> Visão dos cartazes das Campanhas da Fraternidade católicas com abordagem ambiental.....	30
<b>Figura 05:</b> Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Cuiá – PB.....	32
<b>Figura 06:</b> Palestra para os membros da Comunidade de Vida na Comunidade Doce Mãe de Deus, que residem na área de estudo (uso de imagem autorizado). ....	33
<b>Figura 7: (A)</b> Construção da Fossa ecológica, círculo de Bananeiras para correção de o biotratamento de águas cinzas da cozinha da CDMD; <b>(B)</b> Fossa ecológica após 20 dias de implantação; <b>(C)</b> Oficina com os membros da CDMD sobre círculo de bananeira.....	35
<b>Figura 08:</b> Divisão dos membros da Comunidade Doce Mãe de Deus de acordo com o gênero..	36
<b>Figura 09:</b> Divisão dos membros da Comunidade Doce Mãe de Deus de acordo com a faixa etária.....	37
<b>Figura 10:</b> Divisão dos participantes da pesquisa em de acordo com a Renda Familiar. ....	37
<b>Figura 11:</b> Moradores por domicílios nos membros da Comunidade Doce Mãe de Deus. ....	38
<b>Figura 12:</b> Membros da Comunidade Doce Mãe de Deus por Escolaridade.....	39
<b>Figura 13:</b> Membros da Comunidade Doce Mãe de Deus. de acordo com a Frequência na Comunidade Doce Mãe de Deus.....	39
<b>Figura 14:</b> Motivação para frequentar a comunidade pelos membros da Comunidade Doce Mãe de Deus.....	40
<b>Figura 15:</b> Respostas dos membros da Comunidade Doce Mãe de Deus sobre se possuem sistema de esgotamento urbano domiciliar em seus logradouros.....	41
<b>Figura 16:</b> Residências dos membros da Comunidade Doce Mãe de Deus ligadas ao sistema de esgotamento urbano domiciliar. ....	41
<b>Figura 17:</b> Destino do esgoto sanitário dos membros da Comunidade Doce Mãe de Deus que não estão ligados a rede de esgoto (n=24 participantes). ....	42
<b>Figura 18:</b> Frequência de esgotamento das fossas das residências dos membros da Comunidade Doce Mãe de Deus (n=24 participantes). ....	42
<b>Figura 19:</b> Separação de resíduos sólidos de acordo com os membros da Comunidade Doce Mãe de Deus.....	43
<b>Figura 20:</b> Resposta dos membros da Comunidade Doce Mãe de Deus que identificam problemas ambientais na Comunidade .....	44
<b>Figura 21:</b> Problemas ambientais na Comunidade Doce Mãe de Deus identificados pelos participantes da pesquisa.....	45
<b>Figura 22:</b> Quantitativo dos participantes que se incomodam com os problemas ambientais identificados na Comunidade Doce Mãe de Deus. ....	46
<b>Figura 23:</b> Conhecimento do nome do Rio Cuiá pelos membros da Comunidade Doce Mãe de Deus .....	46
<b>Figura 24:</b> Gráfico demonstrando o que representa o Rio Cuiá para os membros da Comunidade Doce Mãe de Deus.....	47
<b>Figura 25:</b> Gráfico sobre a participação em um futuro projeto ambiental dos membros da Comunidade Doce Mãe de Deus.....	50

<b>Figura 26:</b> Fotos do córrego poluído em 2011 e em 2019, demonstrando os efeitos erosivos ao longo do tempo. <b>(A)</b> ponto 1, a montante, em 2011, <b>(B)</b> em 2019; <b>(C)</b> visão ao longo do córrego em 2011 e o <b>(D)</b> efeito erosivo em 2019.....	63
<b>Figura 27:</b> Fotos da área da propriedade da Comunidade Doce Mãe de Deus demonstrando a visão da área em 2011, nas fotos <b>(A)</b> e <b>(B)</b> , e em 2019, na foto <b>(C)</b> . .....	64
<b>Figura 28:</b> Primeira tentativa de implantação da Eichornnia crassipes sem estruturas de contenção para a Fitorremediação no córrego na Comunidade Doce Mãe de Deus.....	65
<b>Figura 29:</b> Foto da segunda tentativa para implantação da Fitorremediação com Eichornnia crassipes no córrego da Comunidade Doce Mãe de Deus, <b>(A)</b> estrutura utilizada sem as macrófitas, <b>(B)</b> estrutura com as macrófitas introduzida no córrego estudado. ....	66
<b>Figura 30:</b> <b>(A)</b> Foto da macrófitas Eichornnia crassipes no local da coleta no Rio Cuiá; <b>(B)</b> Foto da estrutura utilizada na Fitorremediação já com as macrófitas coletadas; <b>(C)</b> Foto da estrutura de fitorremediação já implantada no córrego poluído fixada por cordas.....	67
<b>Figura 31:</b> Visão do Córrego analisado com os seus pontos de coleta (setas amarelas) e de fixação dos módulos de Fitorremediação (Setas Verdes).....	67
<b>Figura 32:</b> Foto do aparelho de espectrofotômetro, SPECTRUMLAB 22PC utilizado nas análises dos nutrientes no Laboratório de Ecologia aquática (LABEA/UFPB).....	68
<b>Figura 33:</b> Gráfico do volume pluviométrico da cidade de João Pessoa, representando a precipitação em milímetros medidos nos dias 01/07/2019 a 10/07/2019. Quadro em vermelho representa os dias do monitoramento da Fitorremediação. ....	70
<b>Figura 34:</b> Índice pluviométrico do dia 18/06/2018 de referência antes do biotratamento. ....	71
<b>Figura 35:</b> Concentrações de amônia na entrada e saída do córrego poluído com esgoto, antes <b>(A)</b> (p-value = 0,4487) e após <b>(B)</b> da instalação do biotratamento. (p-value = 0.5389). ....	73
<b>Figura 36:</b> Capacidade de depuração de amônia antes e após a fitorremediação com Eichornnia crassipes em período chuvoso, em um córrego urbano em mg,L <sup>-1</sup> . ....	74
<b>Figura 37:</b> Concentrações de nitrito na entrada e na saída do córrego antes <b>(A)</b> e após <b>(B)</b> a instalação do biotratamento. (p-value =0,03739 antes e p-value =0,218 depois do biotratamento)75	75
<b>Figura 38:</b> Capacidade de depuração de nitrito pela fitorremediação com Eichornnia crassipes em período chuvoso, em um córrego urbano. ....	76
<b>Figura 39:</b> Concentrações de nitrato na entrada e na saída do córrego, antes <b>(A)</b> e após <b>(B)</b> a fitorremediação. p-value = 0,4061 antes e p-value =0,01787 depois. ....	77
<b>Figura 40:</b> Capacidade de depuração de nitrato pela fitorremediação com Eichornnia crassipes em período chuvoso, em um córrego urbano. ....	78
<b>Figura 41:</b> Concentrações de ortofosfato na entrada e na saída do córrego antes <b>(A)</b> e após <b>(B)</b> a instalação do biotratamento. (p-value =0,4375 antes e p-value =0,0013 depois).....	79
<b>Figura 42:</b> Capacidade de depuração de ortofosfato pela fitorremediação com Eichornnia crassipes em período chuvoso, em um córrego urbano, em mg,L <sup>-1</sup> . ....	80
<b>Figura 43:</b> Valores de Temperatura na entrada e na saída do córrego, antes <b>(A)</b> e após <b>(B)</b> a fitorremediação (p-value = 0,003596 antes e 0,0077737 depois). ....	82
<b>Figura 44:</b> Capacidade de depuração da temperatura pela fitorremediação com Eichornnia crassipes em período chuvoso, em um córrego urbano, em C°. ....	83
<b>Figura 45:</b> Valores de pH na entrada e na saída do córrego, antes <b>(A)</b> e após <b>(B)</b> a fitorremediação p-value = 0,4424 antes e p-value =0,0207 depois.....	84
<b>Figura 46:</b> Capacidade de depuração de pH pela fitorremediação com Eichornnia crassipes em período chuvoso, em um córrego urbano. ....	85
<b>Figura 47:</b> Valores de potencial de oxidação e redução (ORP) na entrada e na saída do córrego, antes <b>(A)</b> e depois <b>(B)</b> da fitorremediação. p-value = 1 antes e p-value = 0,8742 depois. ....	86
<b>Figura 48:</b> Capacidade de depuração do Potencial de Oxidação e Redução (ORP) pela fitorremediação com Eichornnia crassipes em período chuvoso, em um córrego urbano. ....	87
<b>Figura 49:</b> Concentrações de Oxigênio Dissolvido na entrada e na saída do córrego, antes <b>(A)</b> e depois <b>(B)</b> da fitorremediação p-value =0,05391 antes e p-value =8.933e <sup>-05</sup> depois. ....	89

<b>Figura 50:</b> Capacidade de depuração do Oxigênio Dissolvido (OD) pela fitorremediação com <i>Eichornnia crassipes</i> em período chuvoso, em um córrego urbano, em mg/L.....	90
<b>Figura 51:</b> Concentrações da Condutividade na entrada e na saída do córrego, antes (A) e depois (B) da fitorremediação p-value = 0,46 antes e 0,04 depois. ....	92
<b>Figura 52:</b> Capacidade de depuração da Condutividade pela fitorremediação com <i>Eichornnia crassipes</i> em período chuvoso, em um córrego urbano, em mS/cm. ....	93
<b>Figura 53:</b> Concentrações de Sólidos Tótais Dissolvidos (TDS) na entrada e na saída do córrego, antes (A) e após (B) a fitorremediação p-value =0,48 antes e 0,04 depois. ....	94
<b>Figura 54:</b> Capacidade de depuração do Sólidos Totais Dissolvidos (TDS) pela fitorremediação com <i>Eichornnia crassipes</i> em período chuvoso, em um córrego urbano, em g/L. ....	95

## Sumário

1. INTRODUÇÃO GERAL .....	1
2. REFERÊNCIAL TEÓRICO .....	5
Recursos Hídricos: .....	5
Bacia Hidrográfica do Rio Cuiá (BHRC): .....	7
Serviços ecossistêmicos.....	8
A humanidade e a natureza.....	10
Percepção ambiental e Educação Ambiental.....	14
3. ÁREA DE ESTUDO.....	16
A Comunidade Doce Mãe de Deus .....	18
REFERÊNCIAS .....	22
CAPÍTULO 01:.....	26
PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS MEMBROS DA COMUNIDADE DOCE MÃE DE DEUS EM RELAÇÃO AO CÓRREGO E AO RIO CUIÁ.....	26
1. FÉ, RELIGIÃO E MEIO AMBIENTE .....	27
2. METODOLOGIA.....	31
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	33
Palestra na Comunidade Doce Mãe de Deus .....	33
Oficina da construção da Fossa Ecológica: .....	34
Avaliação do questionário .....	35
4. CONCLUSÃO.....	52
REFERÊNCIAS .....	53
CAPÍTULO 02:.....	55
ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DA FITORREMEDIAÇÃO EM UM SISTEMA LÓTICO NAS DEPENDÊNCIAS DA COMUNIDADE DOCE MÃE DE DEUS, JOÃO PESSOA-PB .....	55
1. SANEAMENTO BÁSICO:.....	56
Biorremediação .....	59
2. METODOLOGIA.....	62
Aplicação e análise do Biotratamento.....	65
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	70
Amônia .....	72
Nitrito .....	74
Nitrato .....	76
Ortofosfato .....	78
Temperatura (°C).....	80
pH .....	83

Potencial de oxirredução (ORP).....	85
Oxigênio Dissolvido (OD).....	87
Condutividade .....	90
Sólidos Totais Dissolvidos (TDS) .....	93
Propostas para a restauração de rios através da fitorremediação em córregos .....	96
4. CONCLUSÃO.....	98
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	99
REFERÊNCIAS .....	
ANEXOS.....	
ANEXO 01.....	
ANEXO 02.....	
Questionário de percepção ambiental.....	

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Com a compreensão de que os recursos naturais não suportariam a demanda de crescimento populacional, calculado por Thomas Robert Malthus (1766-1834), a comunidade científica iniciou a busca por um novo paradigma para garantir a existência da humanidade. Em todo o mundo, diante de várias conferências e documentos, debateu-se sobre um caminho que proporcione uma interação equilibrada entre o financeiro, o social e o ambiental, e foi proposto o caminho da sustentabilidade (DIAS, 2019).

A partir destas reflexões mundiais sobre a capacidade de recursos por densidade demográfica, houve a formação da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente (CMMAD) da ONU, que foi instaurada em 1983. Como fruto, e pela primeira vez, foi definido o termo desenvolvimento sustentável, no Informativo de Brundtland (1987), mesmo que ao longo da história essa definição venha sendo aperfeiçoada (DIAS, 2019).

Partindo desse pressuposto, o Brasil iniciou a caminhada para construir uma nação com um olhar mais ambiental. Com a industrialização brasileira e a expansão do agronegócio, gerou-se uma falsa impressão de desenvolvimento da nação. Porém, isso foi realizado a um alto custo ambiental, como a perda de ecossistemas, emissões de poluentes, desastres ambientais e espécies extintas. A luta pela preservação do meio ambiente e a formação de um novo paradigma sustentável brotou no Brasil. Surgiram, assim, ONGs, como a SOS MATA ATLÂNTICA, criada em 1986. Além disso, foi homologada uma vasta legislação ambiental a partir da Constituição Federal de 1988, que no seu Artigo 225 diz:

*Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (BRASIL, 1988, p.46).*

Este artigo de Lei, torna-se ponto de partida para muitas iniciativas de preservação da biodiversidade. Esta busca por um meio ambiente equilibrado é fundamentada por Begon (2007), que relatou que a sociedade procura por práticas que promovam a sustentabilidade no âmbito econômico, social e ambiental, e, assim, contrapondo-se à crescente degradação ambiental, causada pelo capitalismo e sua aspiração ao lucro.

Segundo Leff (2012, p.120):

*A construção de um futuro sustentável não será o resultado de um consenso global em um mundo homogêneo, mas da fecundidade da humanidade que surge da disjunção do ser, da diversidade cultural e do encontro como outro.*

Pensar em meio ambiente, em qual valor ele tem para a sociedade, é passível de ser interpretado com subjetividade. Diante de um futuro iminente de mudanças como alterações no clima, na biodiversidade e na sociedade, propõe-se uma mudança de paradigmas que gerem uma sociedade sustentável. Não só pensar em desenvolvimento sustentável, mas em sociedades sustentáveis, pois o homem e suas diversas ações são o agente modificador e responsável pelo ambiente.

A sociedade perpassa por uma necessidade de construção do sujeito ambiental (CARVALHO, 2008), em que as áreas verdes são capazes de proporcionar um ambiente favorável para a ação da Educação ambiental. O Ministério do Meio Ambiente (MMA), define o parque urbano como uma área verde com função ecológica, estética e de lazer, no entanto, com uma extensão maior que as praças e jardins públicos (CONAMA, 2006). Áreas verdes favorecem a aproximação e a identificação do homem com a natureza.

Por isso, um sistema natural, como exemplo uma bacia hidrográfica, tem a função de suporte à vida devido à regulação dos ciclos naturais, estes sistemas são passíveis de alterações provocadas por diversos fatores tendo como principal, o fator antrópico. Estas alterações podem ser impactos, degradações e/ou poluições ao meio ambiente. Pode-se conceituar impacto ambiental como a “alteração da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais provocados por ação humana” que pode ser positivo ou negativo. Bem como, o conceito de degradação ambiental, é “qualquer alteração adversa dos processos, funções ou componentes ambientais, ou como uma alteração adversa da qualidade ambiental.” (SÁNCHEZ, 2013, p. 27)

A disponibilidade de áreas verdes urbanas permite à população uma integração com o seu ser natureza assim como Morin (2003, p. 40) descreveu que o ser humano é “ser, ao mesmo tempo, totalmente biológico e totalmente cultural.”

A reaproximação do ser humano com um espaço verde conservado, que o leve a experiências de educação ambiental, gera naquele um saber ambiental, que Leff (2009, p. 18) compreendeu que este saber “busca conhecer o que as ciências

ignoram, porque seus campos de conhecimento projetam sobras sobre o real e avançam, disciplinando paradigmas e subjugando saberes [...]. Assim, o saber ambiental constrói novas realidades.”

No intuito, de compreender a complexidade de um impacto ambiental negativo faz-se necessário investigar o ambiental e o social que o envolve. Neste estudo, o fator impactante foi a presença de um córrego poluído, que faz parte do sistema de drenagem pluvial urbana que corre a céu aberto por 90 metros até chegar na mata ciliar do Rio Cuiá e desaguar no mesmo. Esta poluição provém de ligações de esgoto doméstico clandestinas, provenientes de uma área residencial de formas de habitação irregular, chamado de “Conjunto Nova República”. Esta informação foi confirmada em vistoria técnica com o Diretor de Fiscalização de Drenagem da Secretaria Municipal de Infraestrutura (SEINFRA), em visita a CDMD. Contudo este córrego poluído passa por um espaço religioso de grande fluxo de participantes e da população do entorno que utiliza o espaço para atividade de lazer e esporte. Esse espaço religioso é a sede da CDMD uma forma de vida consagrada da Igreja Católica denominada de “Novas Comunidades”. As Novas Comunidades, nasceram em meados da década de 1980, onde cristãos católicos, homens e mulheres, celibatário e casados, Sacerdotes e leigos, se uniram em uma vivência comunitária, semelhante às primeiras comunidades cristãs descritas no livro de Atos dos Apóstolo, “Todos os fiéis vivam unidos e tinham tudo em comum” (Conferir em At ,42-47). Mesmo não sendo a fonte poluidora, é necessário compreender o nível de conhecimento ambiental dos seus membros, como também a disponibilidade para uma futura ação ambiental. Para impedir que esta poluição chegue ao Rio Cuiá, junto com a CDMD realizou-se a aplicação da técnica de Fitorremediação neste córrego supracitado, e assim avaliar a viabilidade desta técnica em ambiente lótico.

Nesta perspectiva, esta pesquisa-ação foi realizada na sede da Comunidade Doce Mãe de Deus, norteadas pelas seguintes hipóteses: H1: Os membros da Comunidade Doce Mãe de Deus, João Pessoa-PB compreendem a situação ambiental local e são favoráveis a participar de um projeto ambiental com métodos sustentáveis. H2: A Fitorremediação com a utilização de macrófitas aumenta a qualidade da água de córregos urbanos e conseqüentemente dos rios receptores.

Foi escolhida esta área de estudo devido à participação, da primeira autora, na Comunidade Doce Mãe de Deus, desde 2007, a qual ao longo desses anos observou o grande potencial ambiental desta organização, principalmente na educação

ambiental. Além disso, que os problemas ambientais existentes, refletem o cenário urbano nacional, pois faz parte de um adensamento urbano não planejado dentro da Micro Bacia Hidrográfica do Rio Cuiá, assim necessita-se de soluções para restaurar os rios urbanos.

No que tange aos objetivos, são eles:

A. Objetivo Geral:

Avaliar melhorar a percepção ambiental de uma Comunidade Nova Católica e a influência de fitorremediação em um córrego urbano, como forma de reduzir o aporte de nutrientes para um rio urbano.

B. Objetivos Específicos:

- Investigar a percepção ambiental da população local, os membros da Comunidade Doce Mãe de Deus João Pessoa - PB, de forma a torná-los parceiros na gestão ambiental participativa;
- Analisar a eficiência da Fitorremediação por macrófitas em meio aquático;
- Apresentar propostas sustentáveis para a gestão ambiental da Comunidade Doce Mãe de Deus e aos órgãos e movimentos competentes da gestão de recursos hídricos.

Para melhor organização do trabalho, o texto foi dividido em capítulos complementares no formato de artigos, em que o primeiro capítulo tratará do estudo socioambiental da Comunidade Doce Mãe de Deus e o segundo capítulo abordará a pesquisa de análise da eficiência da fitorremediação em um ambiente lótico, um córrego de transporte de esgoto. Este trabalho é inovador, na medida em que outros métodos envolvendo o uso de macrófitas e biofilme (BioMac) estão sendo realizados em João Pessoa, pela equipe do Laboratório de Ecologia Aquática (LABEA - UFPB).

## 2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

Para compreender melhor este estudo delinear-se alguns temas centrais, tais como:

### **Recursos Hídricos:**

A água é o elemento primordial para a existência da vida. O planeta Terra é composto de 75% de água distribuído em todo o globo. A maior fração se encontra no oceano, composta de águas salinas, só 2,6% é de água doce. Esta água doce encontra-se concentrada 1,984% em calotas polares e geleiras, e só 0,014% está acessível (MILLER Jr., 2007).

Por ser um importante serviço ecossistêmico de suporte (CHAPIN III; KOFINAS; FOLKE, 2009), o acesso a água potável é um dos oito objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU (BRASIL, 2009). A garantia desse direito primário proporciona uma humanização das populações, trazendo-lhe dignidade e meios de sobrevivência com saúde, juntamente com a garantia de outros direitos como o acesso a alimentação e um ambiente livre de poluição.

O rio é aquele que nutre o meio, estabiliza condições climáticas e promove a resiliência ambiental. Os rios no Brasil são utilizados de formas diversas, tais como, delimitação geográfica, dessedentação humana e animal, via de transporte, fonte para irrigação, paisagismo, depuração de efluentes. Esta última forma é explorada predatoriamente e sem seguir a legislação vigente sobrecarregando os corpos hídricos.

No Brasil, 70% da água potável é utilizada na indústria e agropecuária. Em contraponto, há baixos índices de reutilização e tratamento correto de efluentes (BRASIL, 2018). O semiárido, localizado na região Nordeste, é a região que sofre com a má distribuição hídrica. Uma das ações contra o desabastecimento foi a transposição do Rio São Francisco que está na fase final e atenderá alguns municípios paraibanos. Porém, uma das condições para a instalação da transposição foi o tratamento de esgoto em todos os municípios assistidos pela transposição, no intuito de resguardar a qualidade hídrica.

A Lei Estadual Nº 6.308, de 02 de julho de 1996, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, caracteriza bacia hidrográfica como uma unidade básica físico-territorial de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos. Na geração de

alternativas e no planejamento integrado de recursos hídricos, pode-se encontrar o uso de diversas tecnologias para mitigar impactos nos corpos hídricos (PEREIRA, 2000). Uma das vantagens de ter-se uma boa gestão de uma bacia hidrográfica urbana é conservar suas funções ambientais, tais como a manutenção da drenagem natural das águas pluviais, regulação do microclima e de corredor verde urbano, funções estas, garantidas pela proteção da mata ciliar (APPs).

O Artigo 4º da Lei Nº 12.651/2012, delimita as Áreas de Proteção Permanente (APP) onde lê-se:

*Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:*

*I- As faixas marginais de qualquer curso d'água natural, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:*

*a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;*

*b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;*

*c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;*

*d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;*

*e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros. (BRASIL, 2012)*

As APPs são uma forma de preservação eficaz das matas ciliares, o que evita assoreamento nos rios e uso do solo indevidamente. Estes fragmentos de mata proporcionam a recarga hídrica do lençol freático (por auxiliar na infiltração pelas suas raízes), melhoram a capacidade de autodepuração dos rios e servem como corredores verdes proporcionando proteção e refúgio para as espécies da fauna e flora.

Rezende et al. (2012) afirmaram que o processo de urbanização das cidades ocasiona a diminuição da qualidade de vida dos moradores e que os parques urbanos geram equilíbrio entre o processo de urbanização e a preservação do meio ambiente. Assim, estas áreas verdes urbanas constituem atenuantes da paisagem urbana.

A humanidade busca uma reaproximação com aquilo que ele compreende por meio ambiente e natureza (VEIGA, 2010). Segundo Henrique et al. (2013) o aumento da urbanização, gerou um crescimento nas fontes de poluição hídrica, atmosférica e sonora, que impactam o meio ambiente. A expansão urbana irregular e o desmatamento são ameaças que oferecem pressão em áreas de preservação permanente (APP), tendo como responsáveis tanto o poder público como o privado.

Estas ameaças estão presentes em todos os centros urbanos, influenciando na qualidade de vida da população (FUSHITA, 2011).

### **Bacia Hidrográfica do Rio Cuiá (BHRC):**

A Bacia Hidrográfica do Rio Cuiá (BHRC), localizada no município de João Pessoa, possui um grande adensamento populacional, uma parcela de mais de 122 mil habitantes. Ela é uma bacia urbana, na qual sua nascente e sua foz estão inseridos em meio urbano. Esse crescimento ocorreu com a ocupação do solo, a partir das implantações de conjuntos habitacionais desde a década de 1970, ocasionando o avanço imobiliário. Conseqüentemente, observou-se o aumento da degradação ambiental gerando impactos ambientais, dentre os quais: supressão da vegetação nativa, impermeabilização do solo através da construção civil e pavimentação das vias (REIS, 2016). Pode-se conceituar Impacto Ambiental como a “alteração da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais provocados por ação humana” que pode ser positivo ou negativo. No entanto, o conceito de degradação ambiental é “qualquer alteração adversa dos processos, funções ou componentes ambientais, ou como uma alteração adversa da qualidade ambiental” (SÁNCHEZ, 2013, p. 34).

Por estar em volta de bairros com a população de poder econômico menor, observa-se uma menor atenção das autoridades gestoras. Outro agravante é a presença da Estação de Tratamento De Esgotos (ETE), localizado no bairro de Mangabeira, que lança os efluentes tratados no leito do Rio Cuiá, que segundo Reis (2016) o referido rio, na condição de degradação atual, não tem condições de realizar a autodepuração deste rejeito. O bairro de Mangabeira faz parte do projeto de conjuntos habitacionais, é o maior bairro da cidade de João Pessoa e possui esta ETE com 3 módulos composto cada um por duas lagoas anaeróbias e uma lagoa facultativa (SOUSA, 2014). Para Reis (2016), o pior indicador da dimensão ambiental para BHRC é o de qualidade de água.

A Agência Nacional de Águas (ANA), juntamente com a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, publicou em 2017 o Atlas Esgotos como um instrumento de tomada de decisões acerca da despoluição de bacia hidrográfica. Este afirma que 61,4% da população urbana brasileira possui rede coletora de esgoto e que em

território nacional, 42,6% são coletados e tratados, 18,8% são coletados, mas não tratados e 38,6% não são coletados nem tratados por sistemas coletivos. No mesmo documento apresentam-se os níveis de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) dos efluentes tratados e a situação dos corpos receptores, os quais recebem uma carga nutricional maior do que a sua capacidade de autodepuração e oferece soluções individuais e coletivas.

De acordo com o Atlas Esgoto, os rios que atravessam grandes centros urbanos são os que possuem maior índice de poluição (BRASIL, 2017). As cidades, no Brasil, foram construídas deixando os rios no seu “quintal”, escondidos, canalizando-os e utilizando-os como depuração de efluentes. Diante da perspectiva mundial de falta de água potável, deve-se intensificar planos governamentais para a recuperar os rios, retornando-os à possibilidade de utilizá-los em abastecimento humano, lazer e paisagístico.

O Plano Diretor do Município de João Pessoa, na Lei Complementar Nº 3, de 30 dezembro de 1992, classifica o Vale do Rio Cuiá como uma Zona Especial de Preservação (ZEP), onde lê-se:

*Art. 39. Zonas Especiais de Preservação são porções do território, localizadas tanto na Área Urbana como na Área Rural, nas quais o interesse social de preservação, manutenção e recuperação de características paisagísticas, ambientais, históricas e culturais, impõe normas específicas e diferenciados para o uso e ocupação do solo, abrangendo:*

*III os vales dos rios Jaguaribe, Cuiá, do Cabelo, Água Fria, Gramame, Sanhauá, Paraíba, Tambiá, Mandacaru, Timbó, Paratibe, Aratu e Mussuré, na forma da Lei Federal e Estadual;*

Este fragmento de lei acima, confirma a classificação do Rio Cuiá em ZEP, que indica que no plano diretor do município de João Pessoa o Vale do Rio Cuiá deve ser protegido e garantido a manutenção para a preservação. Do ponto de vista hídrico, este deveria ser preservado dos lançamentos de poluentes em seu corpo hídrico para garantir a proteção de seus serviços ecossistêmicos.

### **Serviços ecossistêmicos**

O serviço ecossistêmico de ciclagem de água é crucial para a vida no ecossistema. O preferível é que a água esteja distribuída em diversos estados físicos, pois contribui para a ciclagem de outros nutrientes, sendo a água o solvente universal.

O componente solo é variável segundo o tipo de rocha do qual foi formado pelo intemperismo. Ele é caracterizado, dentre outras variáveis, pelo tamanho e tipo do grão de rocha que o compõe, consiste assim na granulometria e definirá o tipo de solo como também a sua permeabilidade (CHAPIN III; KOFINAS; FOLKE, 2009). Isso garante a capacidade de recarga das águas subterrâneas, o que é importante, porque é um dos fatores para a manutenção dos rios.

O tipo do solo influencia na capacidade de retenção líquida e na quantidade de infiltração. Esta quantidade de líquido retido entre as partículas favorece o desenvolvimento de seres vivos, principalmente os decompositores. A presença de vegetação no solo contribui para a efetivação de diversos processos, o primeiro é a infiltração, em que as raízes das plantas penetram o solo gerando porosidade, resultando no aumento de águas subterrâneas, recarga do lençol freático. Em segundo lugar é a presença de vegetação no solo que corrobora para a sua manutenção impedindo a erosão, a copa das árvores e a serrapilheira contribuem para amortecer a força da precipitação impedindo o desgaste do solo e diminuindo a velocidade do escoamento superficial. A vegetação serve também como barreira física no escoamento superficial, pois promove a retenção dos sedimentos, impedindo o assoreamento dos corpos hídricos (CHAPIN III; KOFINAS; FOLKE, 2009).

A união da vegetação e o tipo do solo contribuem na evapotranspiração, pois a vegetação absorve a água do solo, este processo ecológico é o canal de retorno da água à atmosfera em forma de vapor que é importante para a regulação climática, pois pode gerar umidade. Portanto, quanto maior a presença de vegetação no solo, melhor será a capacidade de ciclagem deste recurso vital no seu ecossistema (BRASIL, 2018), assim como reterá os excessos de nutrientes que chegariam na água dos rios, aumentando a eutrofização.

Entre as atividades humanas que impactam positivamente tem-se o replantio da vegetação. A presença de vegetação em um ecossistema proporciona qualidade na distribuição da água. Como foi descrito acima, os processos ecológicos como infiltração, evapotranspiração, escoamento subsuperficial e superficial, são otimizados pelas propriedades da presença da vegetação. Por isso, quando as ações humanas promovem o replantio em áreas desmatadas ou degradadas possibilitam os processos de obtenção do serviço de suporte em questão, quando as habitações invadem áreas de proteção dos rios, reverterem todo esse processo, diminuindo os

serviços ecossistêmicos, no que se refere ao recurso água, pela perda de sua qualidade e diminuição da sua quantidade.

A Impermeabilização do solo, efeito da urbanização, através da implantação de pavimentação e construção civil, ocasiona interferência tanto no escoamento superficial (aumenta o volume de água e, em algumas vezes, a velocidade do escoamento devido à uniformidade da superfície) e subsuperficial, como na infiltração. Como no local impermeabilizado fica impedida a entrada de água no solo, a tendência é que haja escoamento para outro local mais favorável à infiltração, que muitas vezes não está preparado para um grande volume, podendo ocasionar alagamentos, estes agravados em períodos de alto índice pluviométrico.

Estas fases do ciclo hidrológico corroboram no entendimento que o planejamento correto da drenagem urbana deveria possibilitar estes processos supracitados. Uma das formas é o repensar as calçadas, praças e vias, implantando pavimentos semipermeáveis, para uma melhor compreensão do movimento das águas em zonas críticas. Por outro lado, estas águas de drenagem urbana, não são mais apenas águas, mas misturam-se com os esgotos lançados no ambiente, principalmente as águas cinzas, promovendo o aumento da eutrofização nos rios, o que ocasiona o aumento das plantas aquáticas flutuantes. O que necessita um repensar a drenagem urbana promovendo a infiltração no solo e o tratamento residencial dos efluentes de modo sustentável.

## **A humanidade e a natureza**

“O homem está na natureza e a natureza está no homem” (BALIM; MOTA; SILVA, 2014, p. 184). As primeiras aglomerações humanas eram determinadas pelas condições favoráveis do ambiente, como exemplo, as civilizações sedentárias, com o desenvolver de técnicas de agricultura, caça, domesticação de animais, construção civil e organização social. Houve assim, um distanciamento da figura da natureza como aquela que necessita de cuidado e proteção.

Isto é afirmado no fragmento:

*O Homo sapiens, capaz de gerar cultura, encontrará uma nova forma de se relacionar com a natureza, através da articulação da linguagem (Homo loquens), capaz de fabricar instrumentos e artefatos (Homo faber), capaz de criar e fazer o uso de símbolos (Homo symbolicus) e de fazer uso de sua criatividade e imaginação (Homo ludens). (BALIM; MOTA; SILVA, 2014, p. 167 grifo do autor).*

A degradação ambiental teve maior ênfase com a industrialização juntamente com um processo acelerado de urbanização. Os bens naturais foram os mais atingidos, devido aos elevados níveis de consumo sem “as condições e o tempo necessário para que a natureza consiga realizar o seu ciclo e assim se recompor” (SILVA; FRANCISCHETT, 2012, p. 3). O saber e o fazer devem estar em concordância, da mesma forma que a ação humana deve levar em consideração o meio ao seu redor. Ter empatia pelo meio ambiente ao reconhecer que não há separação entre o ser humano e a natureza.

Já dizia Morin (2003, p. 37):

*Trazemos, dentro de nós, o mundo físico, o mundo químico, o mundo vivo, e, ao mesmo tempo, deles estamos separados por nosso pensamento, nossa consciência, nossa cultura. Assim, Cosmologia, ciências da Terra, Biologia, Ecologia permitem situar a dupla condição humana: natural e metanatural. Conhecer o humano não é separá-lo do Universo, mas situá-lo nele.*

O referido Morin (2003), propõe um novo pensar: o Homem, a Natureza, o conhecimento, a visão do todo. Devido às especificações da forma de obter conhecimento, a humanidade perdeu a consciência de pertencimento ao todo, à natureza. Ele não é como um mero espectador, mas um agente atuante imerso no universo. Essa concepção nos revela o conhecer do ser humano, da sua perspectiva do universo complexo, do qual não pode ser separado, pois ele tanto é natural como metanatural, isto é transcender no conhecimento. A importância da complexidade do pensamento nos remete que os componentes do sistema se permeiam, no pressuposto da origem de seus elementos, como de sua importância.

Além disso, Morin ainda disse (2003, p. 41): “Seria preciso conceber uma ciência antropológica religada, que concebesse a humanidade em sua unidade antropológica e em suas diversidades individuais e culturais.” Um pensamento complexo não só compreende a parte estrutural, mas todos os fatores e componentes, biológicos, sociais, econômicos, culturais. A complexidade dá-se a partir do todo. Religar o que foi desligado é o princípio fundamental do fragmento supracitado. Promover interações e compreensões de diferentes pontos de vistas aproxima a visão holística do que se está estudando, uma visão mais fidedigna do real.

Segundo Leff (2009, p.18) o “saber ambiental muda o olhar do conhecimento e com isso transforma as condições do saber no mundo na relação que estabelece o

ser com o pensar e o saber, com o conhecer e o atuar no mundo.” Assim, faz-se necessário compreender a importância do saber ambiental, as possibilidades que ele gera, transformando as atitudes humanas e conseqüentemente o seu redor. O autor expõe as conseqüências, no caso positivas, da busca deste saber, das modificações no conhecimento, no pensar e no ser. Resulta em uma nova percepção do ser humano. A complexidade é uma porta aberta para a novidade. Esta novidade interfere nas atitudes em relação ao mundo. Gera um novo olhar, um novo pensamento. Estima-se que as atitudes devem ser influenciadas pela amplitude do conhecimento adquirido e construído.

Complementando o pensamento de Morin (2003), Leff (2009, p. 20) aponta que:

*A complexidade ambiental não apenas leva à necessidade de aprender fatos novos (mais complexos), mas também inaugura uma nova pedagogia, que implica reapropriação do conhecimento desde o ser do mundo e do ser no mundo, a partir do saber e da identidade que se forjam e se incorporam ao ser de cada indivíduo e cada cultura.*

O interessante deste fragmento é a reaproximação do ser humano com o conhecimento. Esta necessidade de repensar o hoje e não distanciando o conhecimento, mas trazendo-o para interligar as diferenças entre o saber, a cultura, o meio ambiente. Unir estes universos é fortificar as relações e o sentido de pertencimento. O conhecimento sobre o meio ambiente não é estável, mas mutável, passível de uma constante complementação e aprofundamento.

Em outro trecho, Leff (2009, p.21) articula sobre a pedagogia ambiental:

*Trata-se de uma educação que permite se preparar para a construção de uma nova racionalidade; não para uma cultura de desesperança e alienação, pelo contrário, para um processo de emancipação que permita novas formas de reapropriação do mundo e de convivência com os outros.*

Leff (2009) com os seus dizeres transmite otimismo quanto ao caminho que a humanidade deve percorrer, um caminho de educação ambiental fundado na pedagogia da complexidade ambiental. Propôs que a aproximação uns dos outros, dos conhecimentos, das culturas, o sentir-se parte, favorecerá um processo de emancipação. Reconhece o mundo e suas potencialidades visando uma construção do ser.

Contudo, ao promover a compreensão que a humanidade e a natureza fazem parte de um todo, e que esse todo é complexo, dever-se-ia assim, ter uma melhor interação entre as partes. Se essa emancipação de fato concretizar, os danos ao meio

ambiente não seriam tão recorrentes. Então a compreensão de ser parte faz com que se tenha um maior zelo pelo que está ao seu redor.

*Enfim, a Filosofia, se retomar sua vocação reflexiva sobre todos os aspectos do saber e dos conhecimentos, poderia, deveria fazer convergir a pluralidade de seus pontos de vista sobre a condição humana. (MORIN, 2003, p. 46)*

Esta frase evidencia a primazia da Filosofia, esta reflexão sobre o todo. Buscar um montante significativo de pensamentos sobre algo, porém que todos eles se dirijam ao mesmo objetivo: favorecer e enriquecer a compreensão do objeto estudado, principalmente a condição humana. Assim, neste fragmento de texto, Morin (2003) sugere que este saber, a Filosofia, em sua essência, é um instrumento importante para compreender a complexidade da condição humana em suas diferentes facetas e atribuições da atualidade, auxiliando na compreensão da natureza no ser humano.

Vasconcelos (2002), ao escrever sobre a relação da diversidade de disciplinas com a realidade humana, remete ao entendimento da importância de uma visão mais ampla, visando o pensamento complexo. Pois o “esfacelamento” do conhecimento restringe o todo, a visão holística do assunto. Promover a interdisciplinaridade e envolver a diversidade na construção do conhecimento, torna-se a via de aproximação da complexidade real do que é o alvo do estudo. Propõe que não é vantajoso a fragmentação dos saberes. Complementando, traz à tona dois aspectos importantes na construção do conhecimento complexo. O Primeiro é que a ciência não esgota o real. A infinitude do conhecimento. A segunda, é a importância de deter o pluralismo não como conciliador, mas como aquele que promoverá um novo conhecimento a partir de se abrir ao novo, à diversidade, mas compreendendo principalmente os erros e os limites. Vale salientar a importância do respeito na construção da complexidade, compreender que cada agente tem o seu papel e a sua importância (VASCONCELOS, 2002).

Dessa forma, está claro que a natureza depende do ser humano e vice-versa, mas para que o ser humano possa contribuir com a conservação da natureza, terá de entender melhor o resultado de suas ações sobre o ambiente, de forma a corrigir posturas que causem ou contribuam para a degradação ambiental, de maneira a tornar-se parceiro da gestão ambiental.

## Percepção ambiental e Educação Ambiental

A visão ambiental de uma população e o seu nível de conhecimento ambiental pode ser considerado um fator determinante para a modelagem da paisagem. A percepção ambiental é uma ferramenta de auxílio na compreensão de uma população em vista de seu meio. Ela pode ser utilizada em diversas ciências, tanto naturais como sociais (TERAMUSSI, 2008) e auxilia na identificação das carências de conhecimento em relação ao ambiente, fornecendo subsídios para programas de educação ambiental, que deve reforçar as partes menos positivas levantadas nas pesquisas de percepção ambiental.

Conforme Teramussi (2008), “Percepção é o entendimento, a mediação entre o sujeito e o que é exterior a ele, ou seja, entre as pessoas e o meio que se inserem” (p.15). Gera uma concepção da paisagem, em que está inserido, como produto, que testa a percepção, relacionando a objetividade do meio com a sua subjetividade.

Tassara e Rabiovich (2003) realçaram, a área da psicologia, em que a percepção ambiental pode ser compreendida como:

*É um fenômeno psicossocial. É como o sujeito incorpora as suas experiências. Não há leitura da objetividade que não seja ou não tenha sido compartilhada; o sujeito sempre interpreta culturalmente e, a partir daí, constitui-se como identidade. Sua identidade será como se espacializa, como se temporaliza, como constrói as narrativas de si próprio a partir desta espacialização e desta temporalização.*  
(TASSARA E RABIOVICH, 2003, p. 340)

Quando existe o conhecimento da realidade é gerado o desejo do agir. Pedrini e Saito (2014) enfatizaram a pesquisa-participação, pois ao conhecer a sua própria realidade, pode-se produzir conhecimentos sobre ela, como também produzir a sua própria história, conseqüentemente, transformando-a. Segundo Leff (2012, p. 19), “a crise ambiental é uma crise do conhecimento”. Partindo desse pressuposto, o saber ambiental deve ser trabalhado de forma a combater a contenção da ciência e proporcionar uma articulação teórica das ciências, dialogando com os saberes e gerando uma nova percepção do meio ambiente.

Teramussi (2008, p.15) confirma quando diz que “os trabalhos que pesquisam percepção ambiental investigam os valores, necessidades, julgamentos, atitudes e expectativas que determinados grupos têm em relação a uma dada paisagem por eles de alguma forma vividas.” Ao identificar o nível de percepção ambiental de uma população estudada, ela torna-se uma ferramenta de planejamento estratégico para

a educação ambiental e conseqüentemente para uma melhor qualidade ambiental, devido à tomada de consciência dos atores.

Para transformar esta tradição naturalista – que a natureza é aquela intocável, preservada da sociedade - da Educação Ambiental em uma visão socioambiental, exige-se superação da dicotomia natureza e sociedade. Contudo, a visão socioambiental é norteadada pela complexidade e interdisciplinaridade, gerando assim uma visão da natureza não como aquela que é independente do mundo cultural humano, mas, aquela que é permeada por “interações entre a cultura, a sociedade e a base física e biológica dos processos vitais,” através de relações dinâmicas. (CARVALHO, 2008, p. 37)

Carvalho (2008, p. 51), em sua obra contextualiza:

*A Educação Ambiental é parte do movimento ecológico. Surge da preocupação com o futuro da vida e com a qualidade da existência das presentes e futuras gerações. Nesse sentido, podemos dizer que a Educação Ambiental é herdeira direta do debate ecológico e está entre as alternativas que visam construir novas maneiras de os grupos sociais se relacionarem com o meio ambiente.*

Compreender a percepção ambiental de uma dada população permite uma melhor integração entre a população e o meio ambiente, proporcionando uma tomada de consciência da situação dos recursos naturais e as suas projeções futuras, podendo ser propostas formas dessa população se engajar mais nas questões ambientais e tornar-se agente ativo em uma gestão ambiental participativa.

### 3. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo é um pequeno córrego que está localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Cuiá, localizada na parte sul do Município de João Pessoa, entre as coordenadas métricas (UTM) de 9.210.000mN / 302.000mE e 9200.00mN / 292.000mE do Fuso 25, possui uma área aproximada de 41Km<sup>2</sup>, com altitude média de 5 m de altura (Figura 01) (Silva, 2007). O córrego está localizado no Bairro do João Paulo II, atravessando a Comunidade Doce Mãe de Deus (CDMD), que será descrita adiante, faz parte da rede de drenagem urbana, porém possui características de esgoto (cor e odor). O córrego tem cerca de 90m da sua entrada até o final da propriedade da CDMD e segue em direção ao Rio Cuiá.

Possui clima do tipo As' na classificação de Köppen (tropical úmido com estação seca de verão), pluviosidade média anual em torno de 2.000 mm.ano<sup>-1</sup> e temperatura média anual entre 26 e 27° C (SILVA, 2007).

**Figura 01:** Foto de Satélite da Comunidade Doce Mãe de Deus.



Imagens ©2020 CNES / Airbus, Maxar Technologies, Dados do mapa ©2020 20 m

Fonte: Imagem obtida pelo Google Maps em 15/05/2020.

O Município de João Pessoa é a terceira cidade mais antiga do Brasil, fundada em 05 de agosto de 1585. Seu processo de urbanização deu-se do centro da cidade expandindo-se para o litoral. Neste processo, o bioma Mata Atlântica, predominante na capital paraibana, sofreu diversas perdas devido ao crescimento desordenado, restando alguns fragmentos. Estes fragmentos foram caracterizados pelo Plano

Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica como Zonas Especiais de Preservação e Zonas Especiais de Conservação (JOÃO PESSOA, 2012).

O Rio Cuiá está inserido na Bacia Hidrográfica do Trairi, segundo a DZS 208/1988 Diretrizes da SUDEMA ele está enquadrado como classe 01, da nascente até à confluência com o Rio Laranjeiras e Classe 02 deste ponto até à sua foz (Figura 02 e Anexo 01)

**Figura 02:** Localização e Classificação da Bacia Hidrográfica do Rio Cuiá – PB. Demonstrando o Fragmento do mapa da AESA 2013, demonstrando os limites da BHRC (tracejado preto) e a localização estimada da Comunidade Doce Mãe de Deus (retângulo azul), onde a classificação das águas do Rio Cuiá, onde o trecho em vermelho é Classe 01 e os demais são classe 02.



Fonte: modificado de AESA (2013)

A Resolução CONAMA nº357/2005, considera que o “enquadramento proposto dos corpos de água deve estar baseado, não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender as necessidades da comunidade”. Partindo desse pressuposto, o manejo das águas deve ser direcionado para manter o corpo hídrico com os parâmetros dentro dos limites determinados pela sua classificação e não a mudar a classe para se adequar ao seu estado atual. Cabe aos órgãos competentes favorecerem este enquadramento.

## **A Comunidade Doce Mãe de Deus**

A Comunidade Doce Mãe de Deus é uma Associação Privada de Fiéis, que congrega leigos, consagrados e clérigos, de direito diocesano, com personalidade jurídica de acordo com os cânones 298-311 e 321-329, constituída segundo as normas da Igreja Católica. Possui Estatuto Civil, reconhecido no dia 15 de abril de 2001, pela Arquidiocese da Paraíba, e é reconhecida como Instituição Civil de Direitos Privados, sem fins lucrativos e de Utilidade Pública, a qual realiza atividades de cunho religioso e social (Figura 03). É classificada como “Novas Comunidades” da Igreja Católica, que pelo Código de Direito Canônico católico, é denominada de associação privada de fiéis sem fins lucrativos. As Novas Comunidades são uma nova forma de vida consagrada que surgiu entre a década de 70 e 80, com um diferencial de unir as três formas de vocação específica: vida sacerdotal, pessoas que vivem o celibato e vida matrimonial. Estas possuem duas formas de vida: Comunidade de Aliança, aqueles que vivem a sua vida missionária juntamente com o seu trabalho, família e estudos, e Comunidade de Vida, aqueles que deixam tudo para viver na comunidade, vivendo os conselhos evangélicos, a pobreza, obediência e a castidade, de forma mais radical (Oliveira, 2015).

A Missão Doce Mãe de Deus consiste na evangelização de todos os povos, levando-os à experiência pessoal da Salvação de Jesus. A Comunidade é chamada na Igreja a partir em missão a outras terras ou localidades aonde o Evangelho precisa ser anunciado. Sendo sua maior expressão as Casas de missão DMD”. (*doceMãedeDeus.org*)

Neste fragmento, a CDMD demonstra abertura para trabalhar com as necessidades locais encontradas, de cunho espiritual, educacional, social e as possibilidades que se apresentarem ao longo do tempo.

**Figura 03:** Visão da área construída da Comunidade Doce Mãe de Deus



Fonte: Acervo da autora (2018)

Segundo Oliveira (2015), o movimento Renovação Carismática Católica (RCC) surgiu no mundo por volta de 1960, com o intuito de uma nova experiência com a terceira Pessoa da Santíssima Trindade, o Espírito Santo. A partir desse movimento surgiram no mundo, e inclusive no Brasil, as novas comunidades que se trata de uma nova forma de vivência, imitando os primeiros cristãos que possuíam tudo em comum, como descrito no livro bíblico Atos dos Apóstolos (At 2, 42-46). Uma das características desse movimento é o protagonismo do Leigo, por mais que possuam ministros ordenados (padres e diáconos), os responsáveis locais podem ser leigos, tanto homens, como mulheres.

Em 29 de agosto de 1988, estava-se fundando esta nova forma de vida e evangelização a Comunidade Doce Mãe de Deus, momento que iniciou a forma de Comunidade de Vida. Segundo relatos dos membros, receberam a doação do terreno, no ano de 1989, de uma pessoa física, e a outra parte da propriedade, foi adquirida através de diversas campanhas junto a seus fiéis. Os membros relataram também que o terreno era íngreme com mata fechada e tinha acesso ao rio. Contam sobre caminhadas e trilha que eram feitas no local. A CDMD tornou-se um agente modificador da paisagem, tanto interno à propriedade como externo, atraindo pessoas para as suas atividades religiosas. Possui a sua sede localizada no bairro João Paulo II que faz parte da região das nascentes da Bacia Hidrográfica do Rio Cuiá, João Pessoa – PB.

A construção do prédio principal, denominado de Centro de Formação Discípulo Amado, necessitou de um nivelamento do solo, o que modificou a paisagem natural. Outra modificação se deu, devido à criminalidade, após um assalto à mão armada, há mais de 15 anos, o resquício de mata nativa dentro da propriedade teve que ser cortado, com o intuito de aumentar a visibilidade e a segurança. Os primeiros participantes relataram como a mata era fechada e que não havia estrada para entrar no terreno. No entanto, ao longo dos anos uma vegetação pioneira instalou-se nas partes com menor acesso e foi-se replantando diversas vegetações, tanto frutíferas como paisagísticas de maneira a reflorestar a área e promover estabilidade na parte mais acidentada do terreno.

O local possui duas capelas, sendo uma aberta 24 horas para adoração, onde seus participantes se revezam a cada hora. Além de refeitório, cozinha para eventos, lanchonete, auditório, aposentos para retiros, salas administrativas, sala de convivência, apartamentos para moradores (dividido em Feminino, Masculino e para uma família). Os residentes são maiores de 18 anos e passam por um processo de acompanhamento vocacional para fazer a primeira experiência interna na comunidade e iniciar o processo formativo para a consagração. Possuem uma quadra denominada “Centro de Evangelização São Miguel Arcanjo” local dos grandes eventos, como o Retiro de Semana Santa “Volta ao teu Deus”, como outros retiros, espiritualidades, eventos de música, entre outros, É o local das missas dominicais e onde estão também a livraria e o bazar. A parte externa do espaço de evangelização, denominado “Praça São Miguel Arcanjo” a população do entorno utiliza para fazer práticas esportivas e lazer. Há uma imensa área a ser construída, que pode ser utilizada com um pensamento mais ambiental e sustentável.

Em João Pessoa a Comunidade ainda realiza dois projetos sociais, o “Projeto Mãe da Ternura”, com crianças de baixa renda do entorno da sede da CDMD, proporcionando evangelização, reforço escolar, musicalização, dança, atendimento psicológico, e outras atividades complementares, e o “Projeto Fé em Ação”, com moradores de rua do centro da cidade de João Pessoa, com distribuição de alimentos, roupas, cobertores e atividades religiosas.

Em João pessoa, há outro centro de evangelização, localizado no bairro do Bessa. Na Paraíba há casas de missão em Bananeiras e Guarabira. Já no Nordeste possuem-se casas de missão nas cidades de Escada (PE) e Maceió (AL). No Norte

do país há uma casa de missão em Ananindeua- PA e internacionalmente há duas casas de missão na França.

Tommasiello, Carneiro e Tristão (2014, p. 83), disseram que a educação ambiental efetiva práticas sociais que possibilitam a “compreensão dos conflitos e problemas socioambientais sob o pressuposto de que o meio ambiente é resultado de inter-relações complexas entre sociedade, cultura e natureza, num contexto territorial”. Neste trabalho, o contexto territorial é a sede da Comunidade Doce Mãe de Deus (CDMD) e como o ambiente de entorno é percebido e conservado pelos residentes e usuários da comunidade.

## REFERÊNCIAS

BALIM, Ana Paula Cabral; MOTA, Luiza Rosso; SILVA, Maria Beatriz Oliveira da. COMPLEXIDADE AMBIENTAL: O REPENSAR DA RELAÇÃO HOMEM-NATUREZA E SEUS DESAFIOS NA SOCIEDADE CONTEMPORÂNEA. **Veredas do Direito: DIREITO AMBIENTAL E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**, Belo Horizonte, v. 11, n. 21, p.163-186, jan-jun. 2014. Semestral. Disponível em: <<http://www.domhelder.edu.br/revista/index.php/veredas/article/view/410>>. Acesso em: 13 maio 2017.

BEGON, M.; TOWNSEND, C.R.; HARPER, J. **Ecologia: de Indivíduos a Ecossistemas**. Porto Alegre: Ed. Artmed. 2007

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm)>.

\_\_\_\_\_. **Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005**. n. 53, p. 58-63. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2017.

\_\_\_\_\_. AGENDA PÚBLICA – AGÊNCIA DE ANÁLISE E COOPERAÇÃO EM POLÍTICAS PÚBLICAS. (Org.). **Guia para a Municipalização dos Objetivos do Milênio: Referências para a adaptação de indicadores e metas à realidade local**. São Paulo: Fuego Comunicação Criativa, 2009. 50 p. Disponível em: <<http://www.odmbrasil.gov.br/arquivos/guia-de-municipalizacao>>. Acesso em: 13 jan. 2017.

\_\_\_\_\_. **Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Institui o Novo Código Florestal. Presidência da República Casa Civil. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em 10/05/2017.

\_\_\_\_\_. Agencia Nacional de Águas. **Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas**. Brasília: Agencia Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2017. 88 p. Disponível em: <<http://atlesgotos.ana.gov.br/>>. Acesso em: 13 jan. 2019.

\_\_\_\_\_, Agencia Nacional das Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2018: Informe Anual**. Brasília: Ana, 2018. 72 p. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/portal/publicacao/Conjuntura2018.pdf>>. Acesso em: 06 jul. 2019.

CARVALHO, Isabel Cristina de Moura de. **Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2008. 255 p. (Docência em Formação: problemáticas transversais).

CDMD, Comunidade Doce Mãe de Deus -. **Quem Somos: Missão**. Disponível em: <<http://docemaededeus.org/quem-somos/>>. Acesso em: 22 maio 2018.

CHAPIN III, F Stuart; KOFINAS, Gary P; FOLKE, Carl (Ed.). **Principles of Ecosystem Stewardship: Resilience-Based Natural Resource Management in a Changing World**. New York: Springer Science Business Media, lcc, 2009. 409 p. Disponível em: <<http://www.springer.com/cn/book/9780387730325>>. Acesso em: 04 abr. 2017.

CONAMA. **Resolução nº 369, de 28 de março de 2006**. Brasília, DF: DOU, Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=489>. Acesso em: 21 jun. 2018.

DIAS, Reinaldo. **Gestão Ambiental: Responsabilidade Social e Sustentabilidade**. 3. ed. – [3. reimpr.]. São Paulo: Atlas, 2019. Minha Biblioteca. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597011159/>

FUSHITA, Angela Terumi et al. Caracterização do uso e ocupação do Parque Ecológico do Guarapiranga (São Paulo, SP) e seu entorno. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, Não use números Romanos ou letras, use somente números Árabicos., 2011, Curitiba, Pr. **Anais...** Curitiba, Pr: Inpe, 2011. p. 3071 - 3075.

HENRIQUE, P. et al. Noise Mapping of an Educational Environment. **Canadian Acoustics**. n.40, v.1, p.27–35, 2013.

JOÃO PESSOA. Lúgia Maria Tavares da Silva. Secretaria Municipal de Meio Ambiente-SEMAM (Org.). **Plano municipal de conservação e recuperação da Mata Atlântica de João Pessoa**. João Pessoa: F&A Gráfica e Editora, 2012. 100p

LEFF, Enrique. **Complexidade, racionalidade ambiental e diálogo de saberes**. Educação & Realidade. v.34, 2009, p.17-24

\_\_\_\_\_, Enrique. **Aventuras da Epistemologia Ambiental: da Articulação das ciências ao Diálogo de Saberes**. São Paulo: Cortez, 2012. 132 p. Tradução de Silvana Cobucci Leite.

MILLER, G. Tyler. **Ciência Ambiental**. 11. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2007. 123 p. Tradução da 11ª edição Norte-Americana. Revisão técnica Wellington Braz Carvalho Delitti.

MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento** (tradução Eloá Jacobina). – 8. ed. -Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 128 p.

OLIVEIRA, Jefferson Rodrigues de. VENI, CREATOR SPIRITUS E O MOVIMENTO DE RENOVAÇÃO CARISMÁTICA CATÓLICA: ESTRATÉGIAS ESPACIAIS DE DIFUSÃO DA FÉ NA PÓS-MODERNIDADE. **Espaço e Cultura**, Rio de Janeiro, n. 37, p.137-155, 30 jun. 2015. Universidade de Estado do Rio de Janeiro. <http://dx.doi.org/10.12957/espacoecultura.2015.21942>.

PEREIRA, Paulo Affonso Soares. Rios, Redes e Regiões: **A Sustentabilidade a partir de um Enfoque Integrado dos Recursos Terrestres**. Porto Alegre: Age Editora, 2000. 348 p.

PEDRINI, Alexandre de Gusmão; SAITO, Carlos Hiroo (Org.). **Paradigmas metodológicos em educação ambiental**. Petrópolis: Vozes, 2014. 278 p.

REIS, André Luiz Queiroga. **Índice de sustentabilidade em uma bacia ambiental: uma abordagem para a gestão e planejamento da conservação e preservação dos rios urbanos de João Pessoa (PB)**. 2016. 260 f. Tese (Doutorado) - Curso de Desenvolvimento e Meio Ambiente, Prodemá, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB, 2016.

REZENDE, P. S. et al. QUALIDADE AMBIENTAL EM PARQUES URBANOS: levantamento e análises de aspectos positivos e negativos do Parque Municipal Victório Siquierolli – Uberlândia - MG. **Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia**, Uberlândia-mg, v. 10, n. 4, p.53-73, ago. 2012. Disponível em: <<http://www.observatorium.ig.ufu.br/agosto2012.htm>>. Acesso em: 12 out. 2016.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de impactos ambiental: conceitos e métodos**. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 584 p.

SILVA, Leonardo Pereira e. **MODELAGEM E GEOPROCESSAMENTO NA IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS COM RISCO DE INUNDAÇÃO E EROÇÃO NA BACIA DO RIO CUIÁ**. 2007. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Urbana, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB, 2007. Disponível em: <[http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/arquivos\\_publicacoes/Bacia do rio Cuia.pdf](http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/arquivos_publicacoes/Bacia%20do%20rio%20Cua.pdf)>. Acesso em: 10 jun. 2017.

SILVA, Ivanir Ortega Rodrigues da; FRANCISCHETT, Mafalda Nesi. A relação sociedade-natureza e alguns aspectos sobre planejamento e gestão ambiental no Brasil. **Geographos. Revista Digital Para Estudantes de Geografia y Ciencias Sociales**, [s.l.], v. 3, p.1-24, 2012. Semestral. Universidad de Alicante Servicio de Publicaciones. <http://dx.doi.org/10.14198/geogra2012.3.24>. Disponível em: <<https://web.ua.es/es/revista-geographos-giecryal/documentos/sociedad-naturaleza.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2018.

SOUSA, Cyntya Eustáquio de. **AVALIAÇÃO DE SISTEMAS BIORREMEIADORES EM EFLUENTES DA LAGOA FACULTATIVA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTOS DE ESGOTOS EM MANGABEIRA, JOÃO PESSOA/PB**. 2014. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - Prodemá, Universidade Federal da Paraíba - UFPB, João Pessoa, 2014.

TASSARA, Eda Terezinha de Oliveira; RABINOVICH, Elaine Pedreira. Perspectivas da Psicologia Ambiental. **Estudos de Psicologia**, Natal, v. 2, n. 8, p. 339-340, maio 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epsic/v8n2/19052.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2019.

TERAMUSSI, M. T. **Percepção de estudantes sobre o Parque Ecológico do Tietê, São Paulo- SP**. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental), São Paulo: Universidade de São Paulo, 2008. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/90/90131/tde-05052008-132727/publico/ThaisMoreto.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2019

TOMMASIELLO, Maria Guiomar Carneiro; CARNEIRO, Sônia Maria Marchiorato; TRISTÃO, Martha. Educação Ambiental e a Teoria da Complexidade: Articulando concepções teóricas e procedimentos de abordagem na pesquisa. In: PEDRINI, Alexandre de Gusmão; SAITO, Carlos Hiroo (Org.). **Paradigmas metodológicos em educação ambiental**. Petrópolis, Rj: Vozes, 2014. Cap. 14. p. 82-92.

VASCONCELOS, Eduardo Mourão. **Complexidade e Pesquisa Interdisciplinar: epistemologia e metodologia operativa**. Petrópolis: Vozes, 2002.

VEIGA, José Eli da. **Sustentabilidade**: A legitimação de um novo valor. 2. ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2010. 160 p.

**CAPÍTULO 01:**  
**PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS MEMBROS DA COMUNIDADE DOCE MÃE DE**  
**DEUS EM RELAÇÃO AO CÓRREGO E AO RIO CUIÁ**

## 1. FÉ, RELIGIÃO E MEIO AMBIENTE

*“Louvado sejas, meu Senhor, pela nossa irmã, a mãe terra, que nos sustenta e governa e produz variados frutos com flores coloridas e verduras” (TEIXEIRA, 2008, p. 263)*

Com este trecho do “Cânticos das Criaturas”, poema atribuído a São Francisco de Assis (1182-1226), inicia-se a primeira encíclica socioambiental da Igreja Católica intitulada “Laudato SI’ - Louvado sejas”, do Papa Francisco. Este discorre sobre a importância da natureza, não como pensamento de dominação, mas com um olhar responsável, reconhecendo parte dela e, como São Francisco, reconhecendo-a irmã. O autor refere-se à biosfera como nossa “casa comum”, discorre a urgência em uma mudança de paradigma rumo a um “desenvolvimento sustentável e integral”, esperando que os efeitos da modernização industrializada possam ser minimizados em decorrência de novas e urgentes atitudes.

Nesta perspectiva, o autor afirmou:

*A contínua aceleração das mudanças na humanidade e no planeta junta-se, hoje, à intensificação dos ritmos de vida e trabalho, que alguns, em espanhol, designam por « rapidación ». Embora a mudança faça parte da dinâmica dos sistemas complexos, a velocidade que hoje lhe impõem as ações humanas contrasta com a lentidão natural da evolução biológica. A isto vem juntar-se o problema de que os objetivos desta mudança rápida e constante não estão necessariamente orientados para o bem comum e para um desenvolvimento humano sustentável e integral. (PAPA FRANCISCO, 2015)*

Balim, Mota e Silva (2014, p. 168), reafirmaram a relação homem natureza, na constituição da civilização como o dominador. “A natureza serve como meio de satisfação das necessidades humanas, como “recurso” ou objeto de consumo.” Há uma fragilidade e esgotabilidade eminentes que corroboram com a urgência de um novo olhar nas formas de uso dos serviços ecossistêmicos.

Em sua obra nos diz:

*A análise da relação homem-natureza e o seu repensar na sociedade atual são medidas que se mostram prementes diante do modelo insustentável de desenvolvimento e consumo que se instituiu. Nesse aspecto, o paradigma da complexidade desenvolvido por autores como Edgar Morin e Enrique Leff surge como o modelo mais plausível de ser sustentado diante de uma sociedade plural, inter-relacionada que exige cada vez mais considerações interdisciplinares a fim de que se efetivem*

*seus principais direitos, dentre eles o de possuir um meio ambiente ecologicamente equilibrado que permita a manutenção e o desenvolver da vida. (BALIM; MOTA; SILVA, 2014, p. 165)*

Em complemento tem-se:

*Depois dum tempo de confiança irracional no progresso e nas capacidades humanas, uma parte da sociedade está a entrar numa etapa de maior consciencialização. Nota-se uma crescente sensibilidade relativamente ao meio ambiente e ao cuidado da natureza, e cresce uma sincera e sentida preocupação pelo que está a acontecer ao nosso planeta. Façamos uma resenha, certamente incompleta, das questões que hoje nos causam inquietação e já não se podem esconder debaixo do tapete. O objetivo não é recolher informações ou satisfazer a nossa curiosidade, mas tomar dolorosa consciência, ousar transformar em sofrimento pessoal aquilo que acontece ao mundo e, assim, reconhecer a contribuição que cada um lhe pode dar. (FRANCISCO, 2015 p. 19)*

Em outro trecho, faz alusão à importância do tratamento adequado dos resíduos sólidos e das suas consequências.

*Devemos considerar também a poluição produzida pelos resíduos, incluindo os perigosos presentes em variados ambientes. Produzem-se anualmente centenas de milhões de toneladas de resíduos, muitos deles não biodegradáveis: resíduos domésticos e comerciais, detritos de demolições, resíduos clínicos, eletrônicos e industriais, resíduos altamente tóxicos e radioativos. A terra, nossa casa, parece transformar-se cada vez mais num imenso depósito de lixo. (FRANCISCO, 2015 p. 20)*

A Conferência Nacional dos Bispos do Brasil (CNBB) da Igreja Católica proporciona temas transversais anuais, que têm o seu lançamento todo o início de quaresma, sendo denominados Campanha da Fraternidade, com temas norteadores. Surgiu na Arquidiocese de Natal (RN), em 1962. Ao longo de sua história, a Campanhas da Fraternidade teve três fases. A primeira delas, de 1964 a 1972, torna-se Nacional, à luz do Concílio Vaticano Segundo, com temas que contemplaram a vida interna da Igreja. A segunda fase, de 1973 a 1984, de cunho social discutindo de forma ampla as questões sociais do Brasil. A partir de 1985 começou a terceira fase, quando passaram a ser abordadas as questões sociais de forma mais específica, a Igreja volta-se para situações existenciais do povo brasileiro.

Ao longo desses anos esta campanha já trabalhou temas sociais como violência, fome, os excluídos, a mulher, a juventude, os encarcerados, povos indígenas, pessoa idosa, tráfico humano, inclusão das pessoas com deficiência, economia e drogas. A partir do ano 2000, começaram a ser promovidas também, a

cada cinco anos, as campanhas ecumênicas, em parceria com as denominações afiliadas ao Conselho Nacional de Igrejas Cristãs (CONIC). Assim, foram ecumênicas as campanhas de 2000, 2005 e 2010.

A metodologia pastoral utilizada na campanha da fraternidade tem como base os princípios do VER, JULGAR E AGIR. Na etapa VER é o momento de compreender o assunto do tema, aprofundar nas teorias e conceitos e, ao mesmo tempo, observar como está a sua realidade, sua cidade, seu bairro, o seu redor sobre o tema abordado. Depois é a etapa do JULGAR, nesta os integrantes são direcionados a refletir a realidade que os cerca com o olhar crítico e nos exemplos cristãos. Por último a etapa AGIR, que, baseado nos pontos trabalhados nas etapas anteriores, consiste em ações concretas como formação de conselhos nos bairros sobre este tema, movimentos em prol da causa em questão. (BASTOS E BASTOS, 2016).

Dentre as 56 Campanhas da Fraternidade, segundo a CNBB por quatro vezes os temas abordaram o assunto do meio ambiente, em diferentes perspectivas (Figura 04) . Em 2004 o tema foi “Fraternidade e água” com Lema “Água fonte de vida”; trabalhando com os fiéis a importância da água, o não desperdício e como ação concreta implantou diversas cisternas domiciliares no semiárido. Em 2007 o tema foi “Fraternidade e Amazônia” e o lema “Vida e Missão neste chão”, nesse ano trabalhou-se a importância do Bioma e a perseguição sofrida por aqueles que defendem o direito dos indígenas e ambiental. Já no ano de 2011 o tema foi “Fraternidade e a vida no Planeta” com o lema “A Criação geme em dores de parto (Rm 8,22)”, com o objetivo de conscientização das comunidades cristãs e pessoas de boa vontade sobre a gravidade do aquecimento global e das mudanças climáticas, e motivá-las a participar de debates e ações que visem enfrentar o problema e preservar as condições de vida no planeta. E, por fim, em 2016, com o tema “Casa Comum, nossa responsabilidade” e lema: “Quero ver o direito brotar como fonte e correr a justiça qual riacho que não seca” (Am 5.24), fundamentado no texto da encíclica “Laudato Si’- Louvado sejas”, refletiu-se a urgência de retomar o cuidado com a natureza principalmente em questões socioambientais.

**Figura 04:** Visão dos cartazes das Campanhas da Fraternidade católicas com abordagem ambiental.



Fonte: site da CNBB (acesso em junho de 2019)

Como uma das ações ambientais, a Igreja Católica realizou-se o evento o Sínodo Pan-Amazônia, em outubro de 2019, em que bispos debateram a situação do Bioma Floresta Amazônica, sua importância e estratégias para a sua conservação e uso sustentável. Esta é uma problemática bem atual pois os povos indígenas estão sofrendo com os impactos da mineração clandestina e há um aumento gradativo de desmatamento ao longo dos anos.

Dessa forma, esta pesquisa buscou através da ferramenta da percepção ambiental, identificar as fraquezas (ou pontos fracos) na percepção ambiental dos membros da CDMD, para complementar esse conhecimento/ sensibilização com palestras e ações práticas, no sentido de mostrar que individualmente ou coletivamente temos o poder de mudar a realidade e contribuir com a conservação ambiental.

## 2. METODOLOGIA

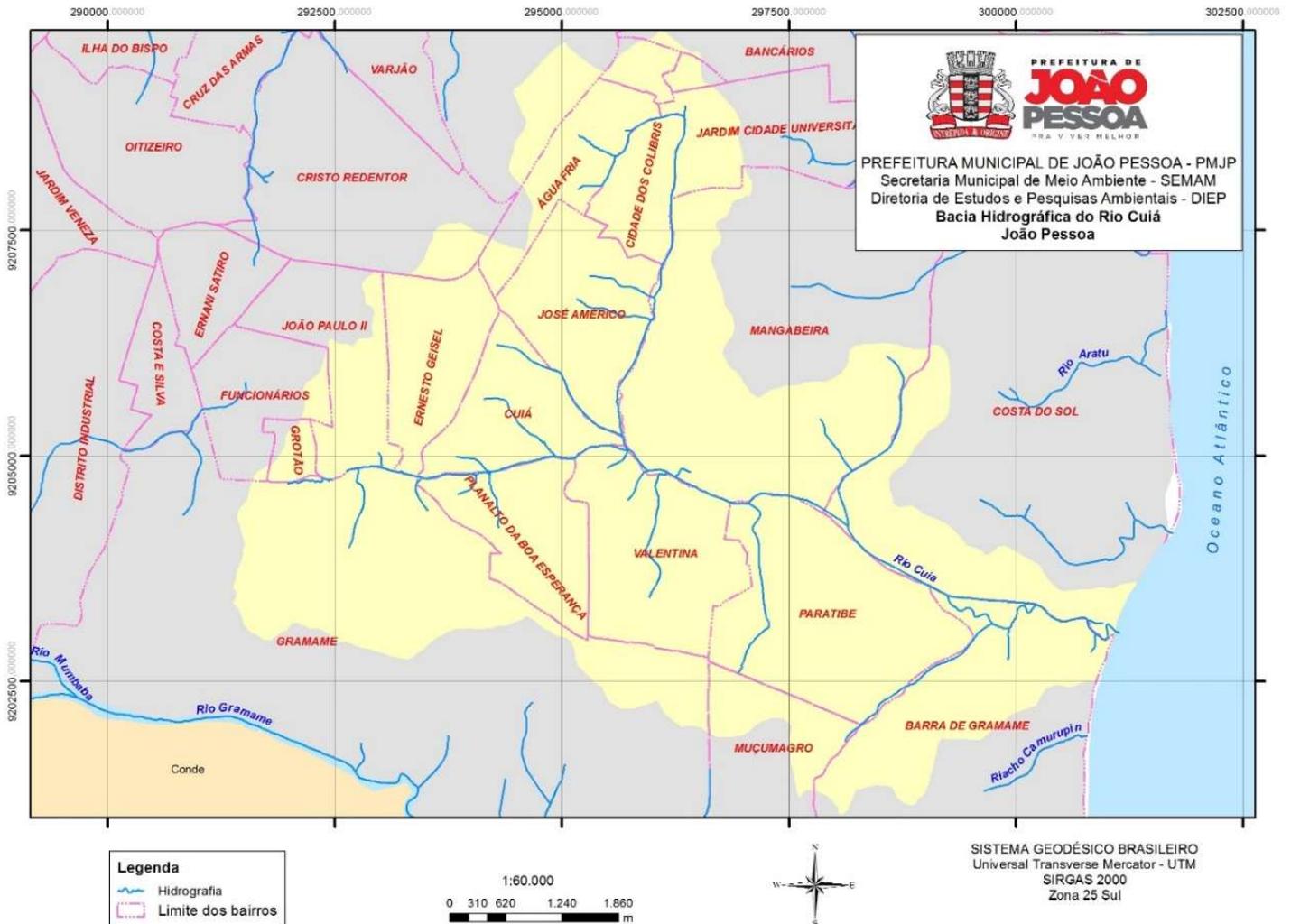
A pesquisa de campo foi dividida em etapas complementares para melhor realização. A etapa inicial foi a aplicação dos questionários de percepção ambiental aos participantes da CDMD, em suas reuniões, após o projeto ter sido aprovado pelo Comitê de Ética (Número 79854217.7.0000.5188). Ressalta-se que todos os participantes assinaram o Termo De Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), de acordo com a Resolução nº 466/12. Estes participantes são os que almejam ou já possuem vínculo com a comunidade, estes últimos são denominados de “membros com compromisso temporário ou definitivos”. Para possuírem tal vínculo é necessário um período formativo de 4 anos, chamado de formação inicial. A consagração é temporária, por 3 anos, podendo ser renovada por mais 3 anos para assim, possuir o vínculo definitivo. Após a consagração, os participantes iniciam a formação continuada. Estas formações incluem reuniões para oração, estudos bíblicos, atividades missionárias e serviços na manutenção da comunidade. Houve aplicação dos questionários nas reuniões com os participantes da CDMD, após algumas instruções para responder o questionário. Estes dados foram compilados em tabelas e depois em gráficos demonstrando as abundâncias relativas das respostas.

A técnica de escolha da amostra para a aplicação do questionário foi a não probabilística acidental em que os membros (com idade mínima de 18 anos) da Comunidade Doce Mãe de Deus foram selecionados aleatoriamente, abrangendo ambos os sexos. O questionário de percepção ambiental, teste multivariável, com 18 (dezoito) questões sendo 11 (onze) questões fechadas, 5 (cinco) questões semiabertas e 02 (duas) questão abertas. Nele estão abordados temas como a importância da bacia hidrográfica para o entrevistado, seu conhecimento prévio dos serviços ecossistêmicos de sua região, sobre quanto o incomoda a ineficiência da gestão pública para com a rede de drenagem e esgoto da cidade, compreender o grau de identificação com o meio ambiente, entre outros.

A segunda etapa consistiu em uma pesquisa de campo, descritiva, pretendendo avaliar a percepção dos moradores da comunidade em relação aos recursos hídricos e ao córrego. Foi realizada uma intervenção no córrego, testando a biorremediação como ferramenta de recuperação de qualidade de água. Realizou-se oficinas com os moradores, com ações de educação ambiental, favorecendo a formação de uma

consciência ambiental e percebam o quanto as suas ações interferem na qualidade de água dos rios, neste caso do Rio Cuiá (Figura 05).

**Figura 05:** Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Cuiá – PB.



Fonte: fornecido pela PJMP (2017).

Realizou-se uma palestra, descrita no próximo tópico, sobre a situação ambiental da Comunidade Doce Mãe de Deus esclarecendo termos e técnicas como estratégias para o desenvolvimento sustentável desta organização. Participaram os integrantes da comunidade de vida, que residem na área de pesquisa. Foi utilizado uma apresentação em *Power Point*, transmitida por um aparelho de data show.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Palestra na Comunidade Doce Mãe de Deus

Foi realizado um momento expositivo com os integrantes da CDMD, um colóquio ambiental, para os que residem na “Casa Mãe”, o Centro de Formação Discípulo Amado, sendo estes da comunidade de vida. Foi dividido da seguinte forma, aplicação do questionário, apresentação da situação ambiental atual da propriedade da CDMD, apresentação dos resultados preliminares do questionário (os que foram respondidos pela comunidade da forma Aliança), apresentação deste projeto e de outras sugestões de uso sustentável na comunidade (Figura 06, uso de todas as imagens foram autorizadas).

**Figura 06:** Palestra para os membros da Comunidade de Vida na Comunidade Doce Mãe de Deus, que residem na área de estudo (uso de imagem autorizado).



Fotos: Acervo da autora (2019).

Ao iniciar a apresentação da situação atual da CDMD - Casa Mãe, muitos dos participantes afirmaram que nunca tinham ido na área do córrego, nem no Rio Cuiá.

Houve um grande interesse pelas formas sustentáveis de tratar efluentes, principalmente pela fossa ecológica para tratamento de águas cinzas, denominado “círculo de Bananeiras”.

Na ocasião compreenderam a localização da propriedade da CDMD, em relação ao Rio Cuiá e os impactos negativos da poluição do córrego em relação ao rio. Foi esclarecido o termo fitorremediação, a ação das macrófitas na manutenção da qualidade ambiental local e como seria a metodologia do experimento realizado neste trabalho.

Foi sugerido a possibilidade de ações locais de curto, médio e longo prazo, envolvendo os membros da CDMD, como também os seus projetos sociais e educacionais já existentes, respectivamente o Projeto Mãe da Ternura e o Instituto de Educação Doce Mãe de Deus. Como sugestão foi proposto: a implantação de separação do lixo para a reciclagem, em parceria com uma associação de catadores de reciclados do Bairro; a de implantação de uma composteira com a possibilidade de vender o excesso de adubo produzido; como também a utilização da área para cultivo de uma horta, como um bosque frutífero e um “Círculo de Bananeiras”.

No final da palestra houve um momento para responder às dúvidas e acertaram-se os dias em que aconteceria o experimento fitorremediador e uma nova palestra para todos os membros da CDMD com os resultados da fitorremediação.

### **Oficina da construção da Fossa Ecológica:**

Realizou-se uma oficina com os membros da CDMD (figura 7), após a identificação de um ponto de lançamento de água servida, ou água cinzas (efluente de pias e ralos), com o intuito de solucionar este impacto. Na oficina, de modo pedagógico, explicou-se o funcionamento da fossa ecológica, no caso foi utilizado o tipo “Círculo de Bananeiras”, a ação da comunidade microbiana na retenção da matéria orgânica proveniente do efluente e a importância das bananeiras na ciclagem da água pela a evapotranspiração.

**Figura 7:** (A) Construção da Fossa ecológica, círculo de Bananeiras para correção de o biotratamento de águas cinzas da cozinha da CDMD; (B) Fossa ecológica após 20 dias de implantação; (C) Oficina com os membros da CDMD sobre círculo de bananeira.



Fonte: acervo da autora (2019)

Após a construção da fossa ecológica, em entrevista informal, os membros da CDMD alegaram identificar melhoras na região onde foi implantado o Círculo de Bananeiras. Enumeraram as seguintes modificações: não há mais retenção de águas cinzas no solo, perceberam diminuição de vetores e do mau odor que provinha da água servida.

A instalação de fossas ecológicas poderiam beneficiar as famílias do entorno, como também das famílias que são assistidas pelos projetos sociais da CDMD, o Projeto Mãe da Ternura, como forma de sanar lançamentos de águas servidas e efluentes evitando possíveis lançamentos nos corpos hídricos.

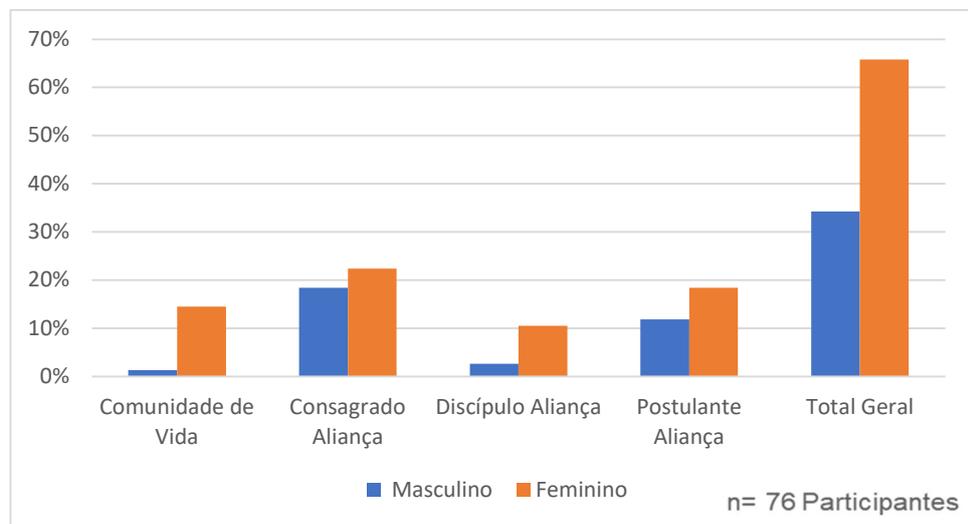
### **Avaliação do questionário**

As primeiras perguntas refletem a situação social e econômica da população participante. Há diversos grupos formativos dentro da CDMD, estes grupos visam a consagração de suas vidas a Deus dentro do Carisma Doce Mãe de Deus, ao longo de 4 anos em 3 fases. A primeira fase é o Emanuel, a segunda o Postulantado, com duração de 1 ano, e a terceira o Discipulado, com duração de dois anos, após este período estão aptos a consagração assumindo livremente os compromissos de viver os conselhos evangélicos, pobreza, obediência e castidade. Os membros consagrados ficam em formação permanente ao longo dos anos. Responderam ao questionário os postulantes, discípulos e consagrados da comunidade de aliança,

residentes em João Pessoa, e os que estão em missão na sede da CDMD, a comunidade de Vida. Portanto os gráficos possuem essas classificações dos membros nas respostas, segundo a sua fase formativa.

Segundo as respostas do questionário o gênero feminino é o que possui maior participação da CDMD (Figura 08). Neste grupo em questão confirma-se isso com a presença de 66% de mulheres entre os participantes da pesquisa.

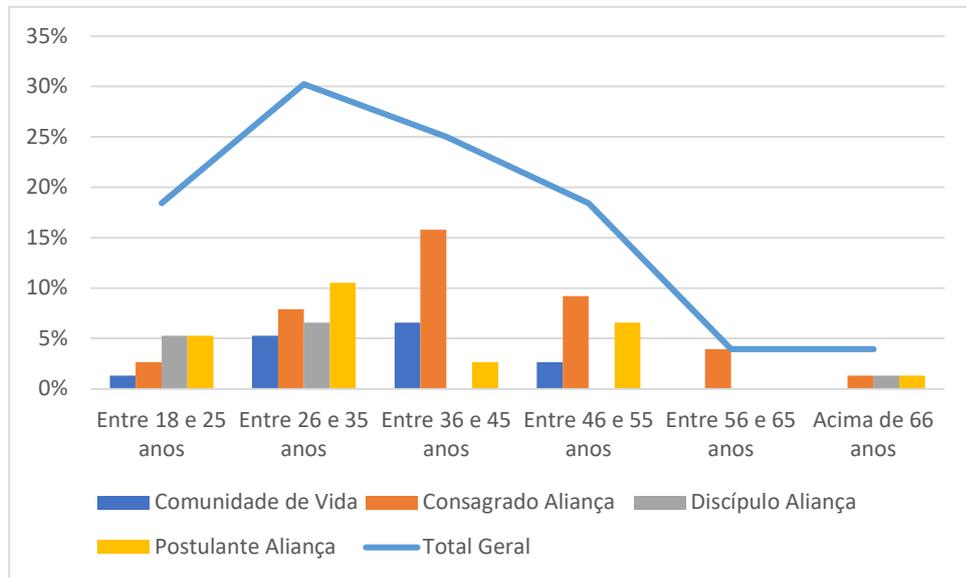
**Figura 08:** Divisão dos membros da Comunidade Doce Mãe de Deus de acordo com o gênero.



Fonte: Dados da pesquisa

Os participantes da pesquisa possuem maior concentração no intervalo entre 18 e 45 anos (Figura 09), corresponde à faixa etária economicamente ativa. De acordo com este gráfico, a faixa etária de 26 a 35 anos contabilizou 30% no total dos membros, porém a maior quantidade foi o dos consagrados de aliança com 16% na faixa etária entre 36 e 45 anos.

**Figura 09:** Divisão dos membros da Comunidade Doce Mãe de Deus de acordo com a faixa etária.

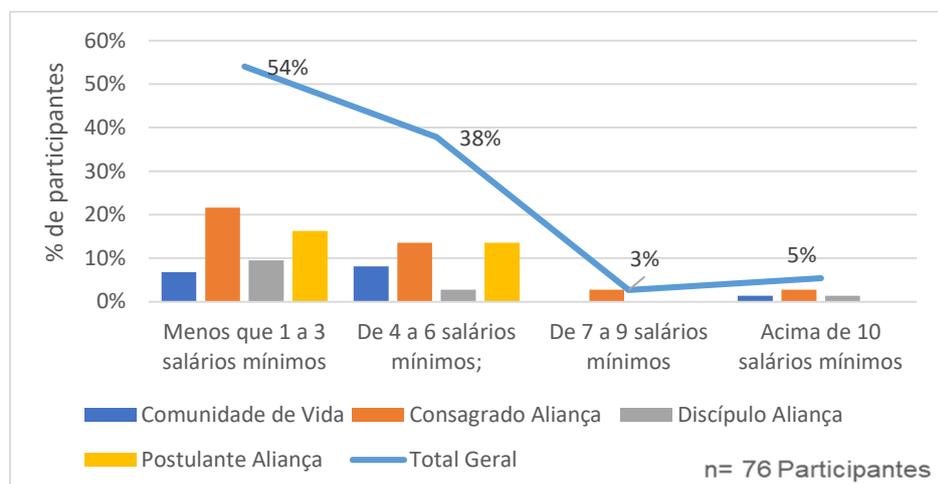


Fonte: Dados da pesquisa

Neste movimento religioso, observou-se grande número de jovens (Figura 09). Uma das possibilidades de isso acontecer é que esta idade é propícia à busca da sua vocação, seja no mundo do trabalho ou no mundo religioso/espiritual. Isso reflete a busca da formação da personalidade a partir do autoconhecimento e da realização de experiências diversas.

A divisão dos participantes da pesquisa de acordo com a Renda Familiar (Figura 10) mostra que cerca de 54% dos participantes recebem até 3 salários mínimos e 38% recebem de 4 a 6 salários mínimos.

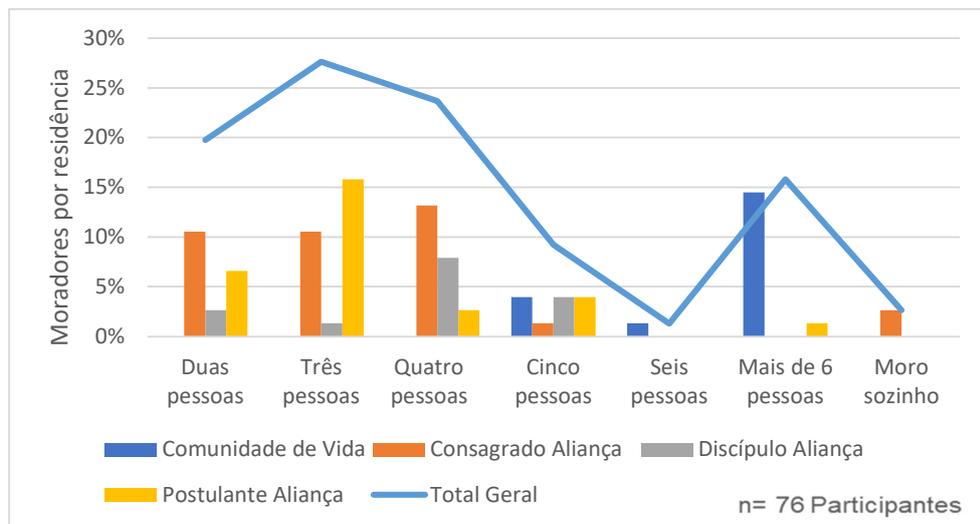
**Figura 10:** Divisão dos participantes da pesquisa em de acordo com a Renda Familiar.



Fonte: Dados da pesquisa

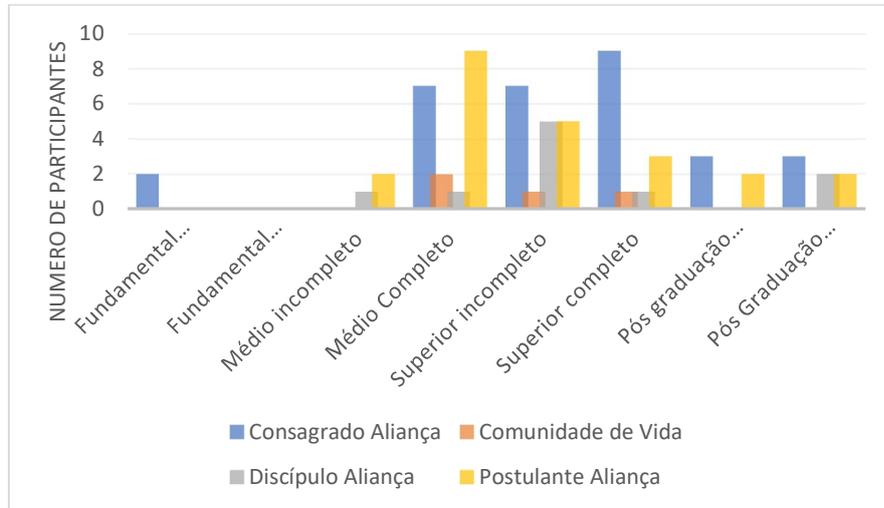
Em relação à quantidade de habitantes por residência (Figura 11), 74% dos entrevistados possuem de duas a quatro pessoas em seus domicílios. Os membros postulantes da comunidade de aliança foram a classe mais representativa, com 16%, que possuem residências com três moradores. Grandes famílias tendem a produzir uma maior quantidade de rejeitos, como resíduos sólidos e efluentes.

**Figura 11:** Moradores por domicílios nos membros da Comunidade Doce Mãe de Deus.



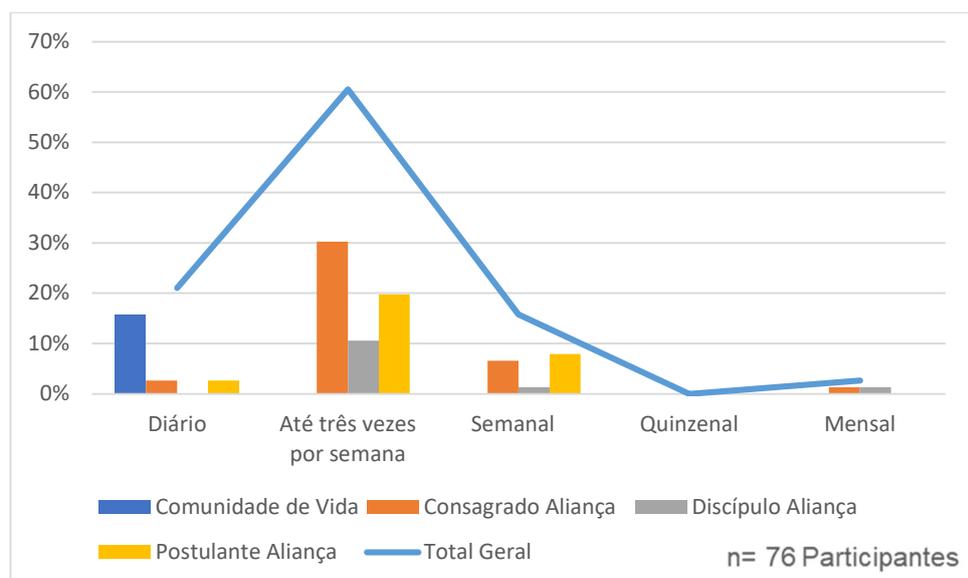
Fonte: Dados da pesquisa

Grande parte dos participantes já cursaram o ensino médio, a maior quantidade foram os postulantes, e possuem o superior completo, com a população mais expressiva sendo os consagrados. Já a maioria dos discípulos possuem superior incompleto (Figura 12). Esta divisão demonstra que as fases iniciais (postulantes e discípulo), onde 18% dos entrevistados são jovens, ou estão cursando ou já concluíram o ensino superior.

**Figura 12:** Membros da Comunidade Doce Mãe de Deus por Escolaridade.

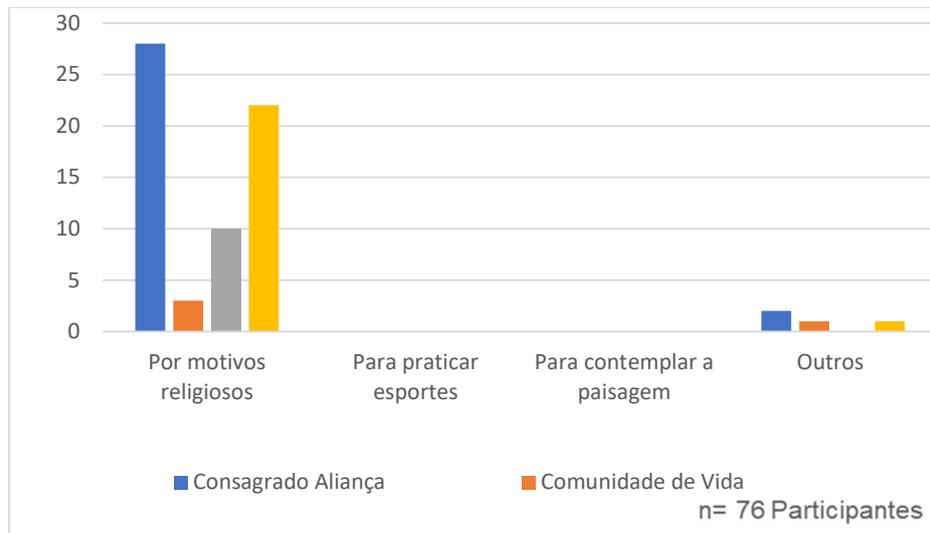
Fonte: Dados da pesquisa

A maior parte dos entrevistados (64%) frequenta até três vezes por semana a CDMD (Figura 13) e a motivação é por motivos religiosos (Figura 14). Isto reflete os encontros que os membros devem participar em seu processo formativo, formação inicial ou permanente. Os consagrados de aliança são 30% dos que frequentam 3 vezes por semana. Essa alta frequência possibilitaria um trabalho contínuo de educação ambiental com ações internas.

**Figura 13:** Membros da Comunidade Doce Mãe de Deus. de acordo com a Frequência na Comunidade Doce Mãe de Deus.

Fonte: Dados da pesquisa

**Figura 14:** Motivação para frequentar a comunidade pelos membros da Comunidade Doce Mãe de Deus.



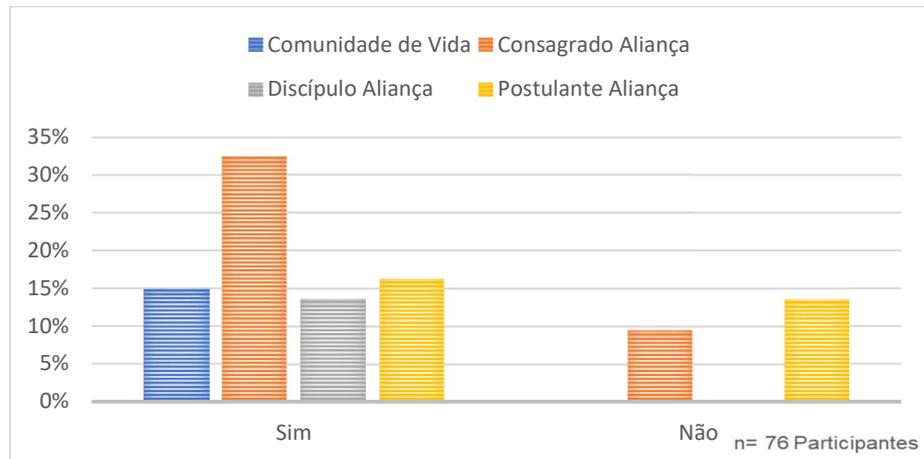
Fonte: dados da pesquisa

Ao analisar a figura 13 e a figura 14, observa-se que a Comunidade de Vida (16%) tem sua totalidade da amostra com frequência diária, pois residem na área de estudo, em menor porcentagem a Comunidade de Aliança (Consagrados 3% e Postulantes 3%) também tem frequência diária. Essa frequência reflete os compromissos de cada etapa formativa dos seus membros, que são: reunião formativa uma vez por semana, com duração de 2 horas, geralmente no período noturno (com momentos de orações, partilha em grupo, estudo bíblico, adorações), uma hora de adoração (que pode ser diurno ou noturno devido a capela ser 24 horas aberta), atividades missionárias (nas dependências da sede CDMD ou externamente em outras paróquias, visitas a enfermos e orações nas residências, chamado “oração porta a porta”).

Ao visitar a CDMD, observou-se um grande fluxo de visitantes que frequentam a propriedade para realizar exercícios físicos, lazer e esportes. Porém, estes não eram o público alvo desta pesquisa, o que não impede de, no futuro, ampliar a pesquisa, a esta população, envolvendo-os em ações ambientais.

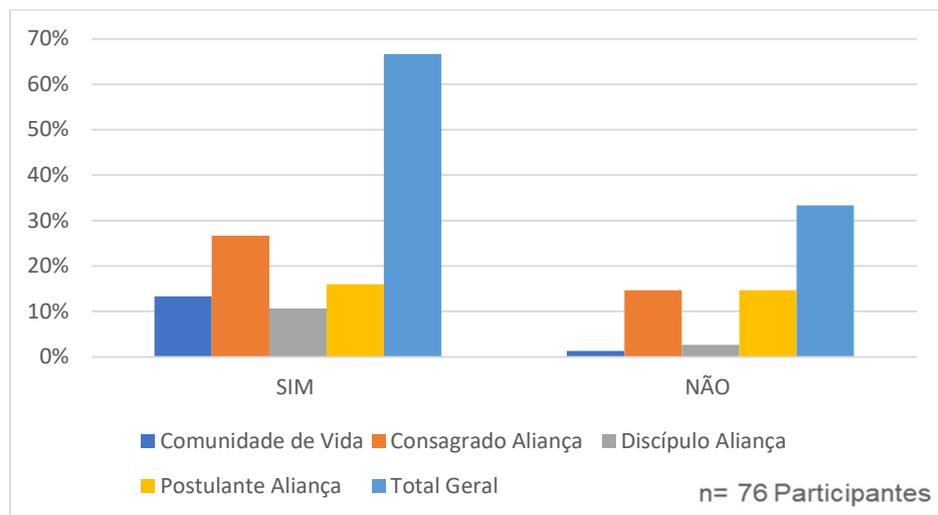
Sobre a questão ambiental da Comunidade e das atitudes e conhecimentos ambientais, a primeira questão foi sobre o esgotamento sanitário. Os participantes responderam sobre o seu conhecimento acerca de sua rua possuir ou não rede de esgoto, 77% respondeu que sim (Figura 15). Porém só 67% está ligada a esta rede (Figura 16).

**Figura 15:** Respostas dos membros da Comunidade Doce Mãe de Deus sobre se possuem sistema de esgotamento urbano domiciliar em seus logradouros.



Fonte: Dados da pesquisa

**Figura 16:** Residências dos membros da Comunidade Doce Mãe de Deus ligadas ao sistema de esgotamento urbano domiciliar.

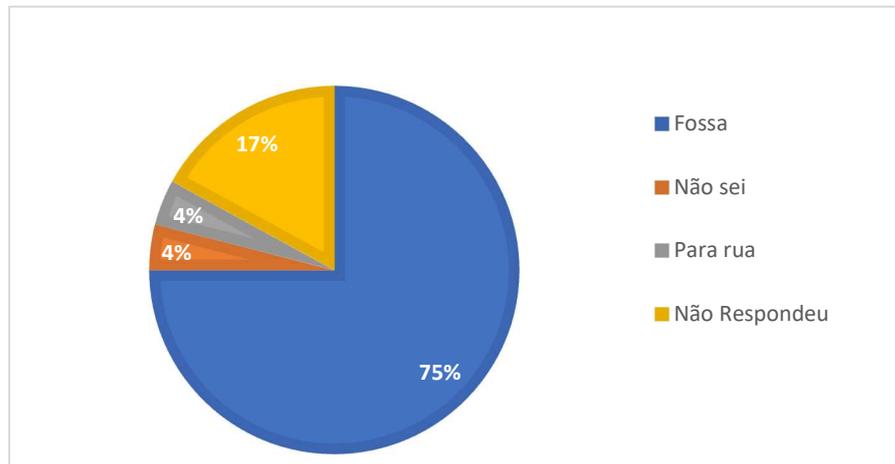


Fonte: Dados da pesquisa

O destino de esgotos que não estão ligados a uma rede de captação para tratamento está representado na Figura 17, em que 75% dos participantes, alegaram que suas casas não estão ligadas a rede de esgoto (n=24 participantes), e por isso possuem fossa, 17% não responderam, 4% lançam na rua, e 4% não tinham conhecimento onde era depositado seus efluentes. Ressalta-se que os membros da CDMD, não necessariamente moram no entorno da sua sede, mas proveem da grande João Pessoa. No tocante ao estado da Paraíba, 59% da população é atendida

pela coleta de esgoto, porém só 43% da população é atendida pelo tratamento de esgoto (BRASIL, 2017).

**Figura 17:** Destino do esgoto sanitário dos membros da Comunidade Doce Mãe de Deus que não estão ligados a rede de esgoto (n=24 participantes).



Fonte: Dados da pesquisa

Quando questionados se suas fossas enchiam (Figura 18), 70% dessas fossas, nas residências dos membros da CDMD, nunca completaram a sua capacidade máxima. Pode-se supor que essas fossas não possuem isolamento e que de alguma forma esse efluente está infiltrando o solo e contaminando no lençol freático. Esse tipo de contaminação é silenciosa e agride o meio ambiente, visto que muitas vezes essas águas subterrâneas são bombeadas através de poços e utilizadas sem um tratamento mais forte, possibilitando a disseminação de doenças. Além disso, o Rio Cuiá, como outros rios, recebe água, por percolação do lençol freático.

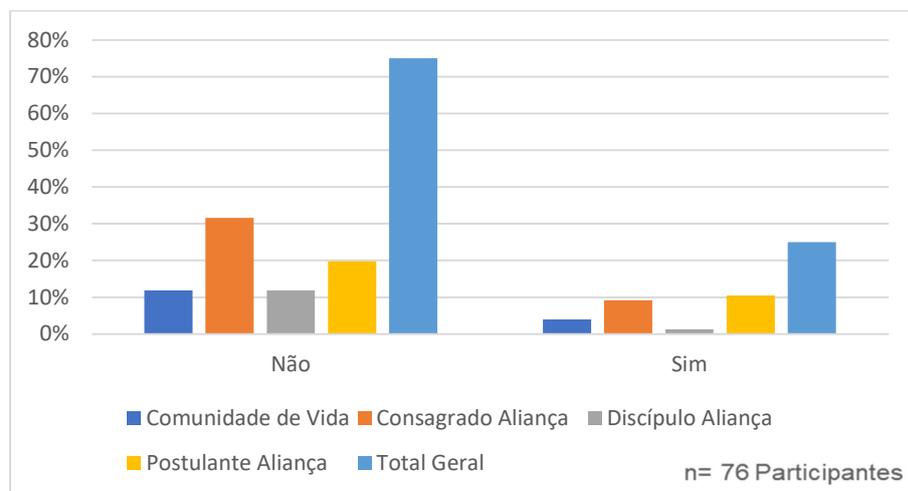
**Figura 18:** Frequência de esgotamento das fossas das residências dos membros da Comunidade Doce Mãe de Deus (n=24 participantes).



Fonte: Dados da pesquisa

Outra problemática é a questão do lixo, que também foi um dos temas abordados pelo Papa Francisco em sua encíclica. Na figura 19 observa-se que 75% dos membros da CDMD não separa os resíduos sólidos, sendo a maior parte, 32%, consagrados de Aliança.

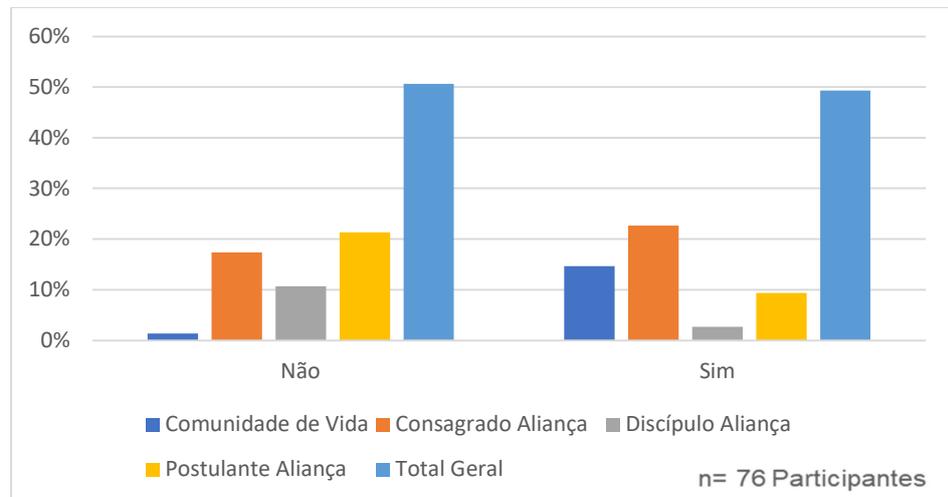
**Figura 19:** Separação de resíduos sólidos de acordo com os membros da Comunidade Doce Mãe de Deus.



Fonte: dados da pesquisa

A pergunta 16 (Figura 20) do questionário (Anexo 2) possuía uma sub pergunta para os participantes indicarem quais problemas ambientais identificavam na CDMD. A identificação de problemas foi semelhante à não identificação de problemas, 49% responderam que há problemas ambientais na CDMD, enquanto 51% respondeu que não, alguns responderam que não se incomodavam porque não identificavam problemas ambientais existentes. O fato de não haver identificação de problemas ambientais, é o resultado da falta de educação ambiental, unido a um déficit na percepção ambiental.

**Figura 20:** Resposta dos membros da Comunidade Doce Mãe de Deus que identificam problemas ambientais na Comunidade



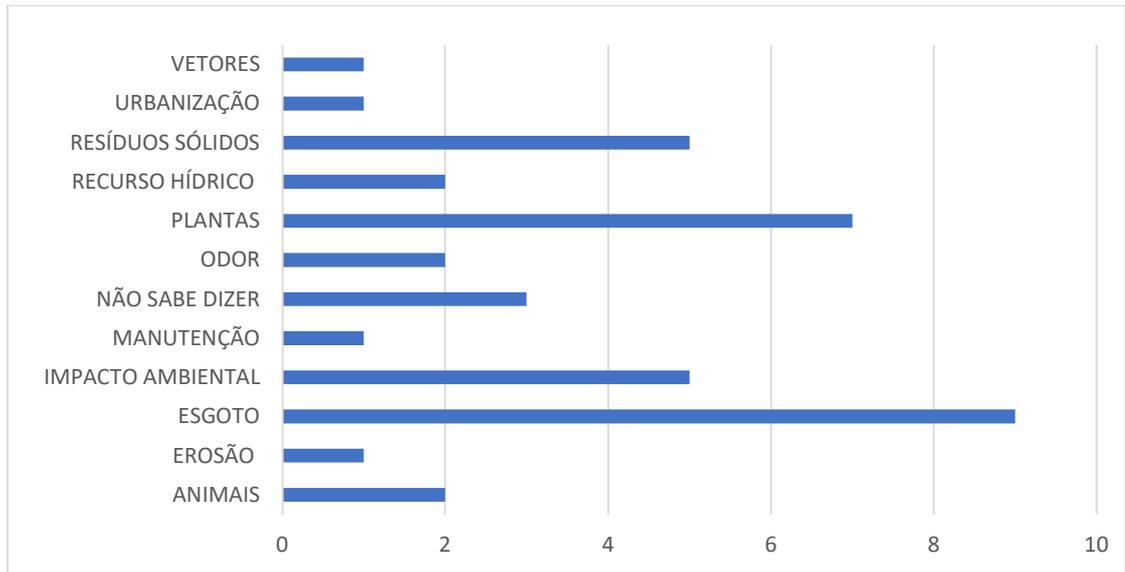
Fonte: Dados da pesquisa

Costa e Colesanti (2010, p. 250) abordaram que “cada ambiente é enxergado através de valores ao qual o indivíduo está adaptado no momento histórico vivenciado”, partindo desse pressuposto sugere-se que os membros da CDMD necessitem incluir em sua matriz formativa uma vertente de educação ambiental. No intuito para formar uma nova visão do seu meio, conhecendo-o, para gerar identificação e assim atitudes sustentáveis.

É necessária uma educação ambiental afirmativa, colaborando com a compreensão dos efeitos dos impactos ambientais que existem ao nosso redor. Com esse conhecimento, pode-se ter uma maior empatia, isso sobre as questões ambientais. Com esta, os membros podem melhorar o seu em torno e assim melhorar a qualidade ambiental do todo, partindo do micro para o macro (BRASIL, 2009).

Como as respostas foram diversas, identificou-se o tema central da resposta e foram contabilizadas na Figura 21. Os três problemas mais citados foram impacto ambiental, resíduos sólidos, plantas (exemplo: “desmatamento”, “arborização”, “áreas (da CDMD) poderiam ser mais verdes”, “degradação da mata ciliar”), e esgoto, em ordem crescente. Pode-se compreender que os membros CDMD têm conhecimento prévio sobre a importância da vegetação para o meio ambiente, como também que gera um grande incômodo o córrego de esgoto que passa na CDMD.

**Figura 21:** Problemas ambientais na Comunidade Doce Mãe de Deus identificados pelos participantes da pesquisa.



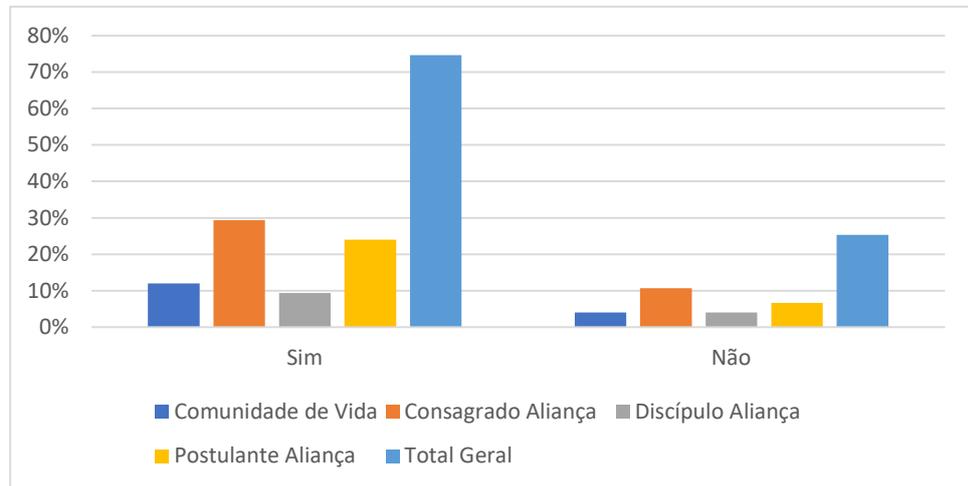
Fonte: Dados da pesquisa.

O esgoto é o tópico com maior porcentagem dentre as respostas. Os membros da CDMD (Figura 22) demonstraram o grande incômodo com a área de pesquisa, o córrego onde foi aplicado a fitorremediação, que passa dentro da sua propriedade. Este exala grande odor e possibilita proliferação de vetores, principalmente insetos, que também estão inclusos na percepção dos problemas. Entre os incômodos elencados foram o dos animais abandonados existentes na sede da CDMD. No depoimento dos moradores estes animais domésticos (gatos, cachorros e até cavalos) entram na propriedade por ser uma área com muros, mas sem portão. Relataram que como a comunidade não tem condições de criar, incentivam a adoção aos seus frequentadores, para depois comunicar-se com os órgãos competentes para o recolhimento dos animais. Há relatos de animais silvestre como cutias, raposas, cobras, corujas, gaviões, provenientes do vale do Rio Cuiá que funciona de corredor ecológico para as espécies nativas.

Outra questão foi se esses problemas ambientais incomodavam os membros, 75% responderam que se incomodam (Figura 22). Este dado reflete que a população prefere um ambiente saudável, sem degradação ambiental. Palma (2005) em sua pesquisa com professores da UFRGS, constatou que dos problemas ambientais, em ordem de importância, a poluição das águas ficou em primeiro lugar (47,6%). O

mesmo foi verificado nesta pesquisa, em que o esgoto, lançado no córrego foi o mais citado entre os impactos.

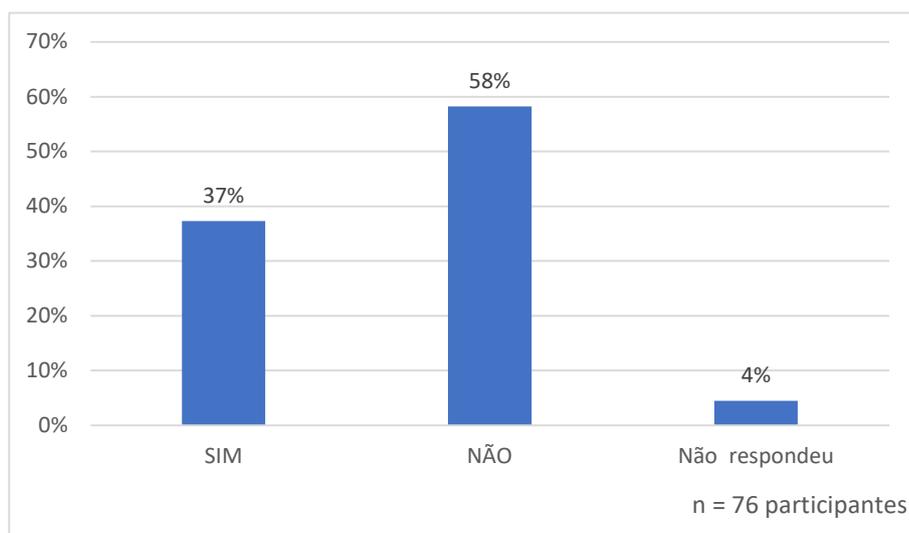
**Figura 22:** Quantitativo dos participantes que se incomodam com os problemas ambientais identificados na Comunidade Doce Mãe de Deus.



Fonte: Dados da pesquisa

Mesmo com grande frequência nas dependências da CDMD, mais da metade dos entrevistados, cerca de 58%, não tinha conhecimento do nome do rio que está bem próximo dos limites da propriedade. Mas observa-se que 37% dos entrevistados possuem essa informação (Figura 23).

**Figura 23:** Conhecimento do nome do Rio Cuiá pelos membros da Comunidade Doce Mãe de Deus .

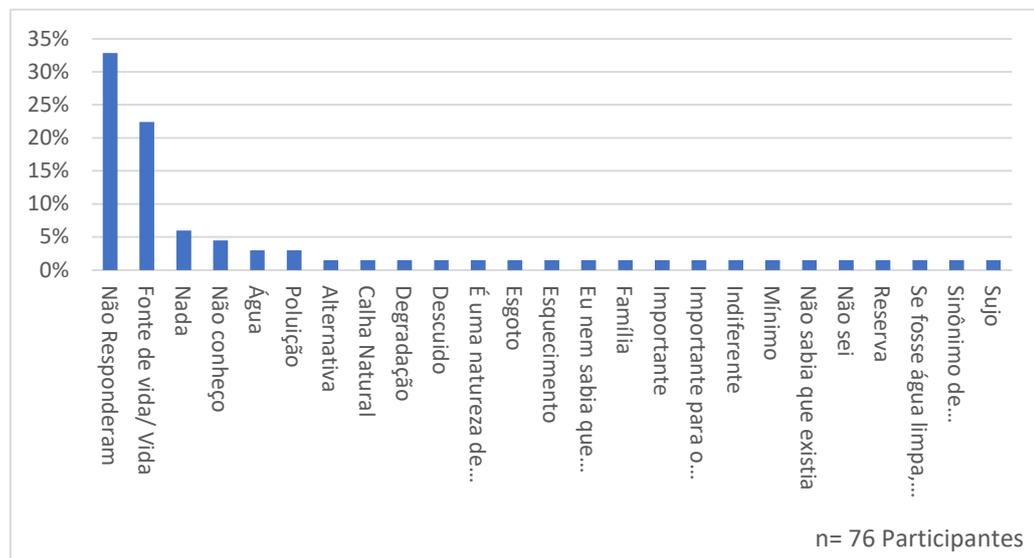


Fonte: Dados da pesquisa

Esta desinformação da população estudada reflete, que mesmo com frequência elevada, necessitam de uma educação ambiental ativa para potencializar a cultura local e proporciona uma dimensão participativa. O saber ambiental constrói uma ética ambiental que forma uma capacidade de gestão nas organizações (RODRIGUEZ E SILVA, 2015). O afastamento das pessoas urbanizadas dos recursos naturais, como os rios, já é a consequência de estes não serem usados, devido à sua poluição.

Em outra pergunta do questionário, foi pedido ao entrevistado que descrevesse em uma palavra o que esse rio representaria para eles (Figura 24). 33% dos entrevistados não responderam, o que pode refletir a falta de informação sobre o rio e uma não identificação com o meio ao seu redor. Porém, cerca de 22% responderam que o Rio Cuiá é uma “fonte de vida”, contrastando com aqueles que responderam “esgoto” (1%). Há uma necessidade de devolver esse convívio da população com os rios urbanos, valorizar o recurso hídrico, empoderando-a do bem ambiental que este meio aquático gera, propiciando espaços de lazer.

**Figura 24:** Gráfico demonstrando o que representa o Rio Cuiá para os membros da Comunidade Doce Mãe de Deus.



Fonte: Dados da pesquisa

Unindo as respostas negativas, neutras e que transmitem desconhecer o Rio Cuiá, resulta em 57%. Este valor reflete que mais da metade dos entrevistados não tem uma visão positiva do rio, ressalta-se que esta população não tem acesso ao rio. O córrego que corta o território da comunidade possui características de esgoto a céu

aberto, e o muro que separa a comunidade do Rio Cuiá não permite a visão do mesmo. No entanto, mesmo que não tivesse muro, provavelmente as pessoas não teriam relações de carinho com o rio, em atividade de lazer tipo: tomar banho, pescar, em virtude de sua poluição. Este impacto negativo, leva ao distanciamento da população desses locais em áreas urbanas, enquanto em áreas rurais, em que é possível ainda usar os rios, estes têm um atrativo todo diferenciado, sendo inclusive área de lazer para muitas pessoas.

Oliveira e Corona (2008, p.55), ressaltaram no trecho “em uma mesma organização social podemos encontrar, convivendo lado a lado, posturas conservadoras, indiferentes ou renovadoras”, essa disparidade no significado pessoal do Rio Cuiá para os membros CDMD, transmite as diferentes formas de visão de mundo, que devem ser unidas formando um novo paradigma ambiental, um novo sujeito-ator.

Na questão de número 12 do questionário (Anexo 02), perguntava-se aos participantes o que entendem por Natureza, eles responderam de forma aberta e em poucas palavras (Quadro 01). As repostas mais frequentes foram que a natureza era fonte de vida, como nas frases: “Fonte de vida e meio de sustento para algumas pessoas”, “De extrema importância e necessário a sobrevivência humana” “Pureza, Vida onde precisamos dele para um bom convívio ecológico.” Outras respostas remetiam o sentido de natureza restringindo à fauna e flora, como nas frases: “Lugar aonde tem Plantas, animais, rios, árvores, etc.”, “Habitat das espécies vivas, vegetais e minerais”, “Ambiente em que vive os animais, mata, rios e florestas, formando a biodiversidade”, “Meio ambiente composto por plantas, animais, florestas...” e “Conjunto de Flora e Fauna”. Encontrou-se também a percepção da natureza como criação Divina, demonstrado nas frases: “Criação de Deus! Que deve ser cuidada e respeitada”, “Dom Natural pela criação - Meio ambiente”, “De extrema importância e necessário a sobrevivência humana”, “A criação de Deus”, “Lugar que Deus deixou para nós morarmos com harmonia” e “O que Deus criou, e não deveria ser destruído pelo homem”. Essa visão criacionista da natureza é plausível, devido ao movimento ser confessional. Portanto, remeter a natureza a um presente divino que cabe ao homem administrar bem.

Em outras respostas os participantes definem natureza de forma mais integrada, incluindo-se a natureza. Encontra-se nas seguintes respostas: “Entendo que somos Natureza, todos”, “A vida do Planeta”, “Qualidade de Vida” e “Natureza é

o ambiente que vivemos, nós mesmos e tudo que o compõe”. Carvalho (2008), afirma a necessidade de trocar as “lentes” da visão da natureza, não ver a natureza de forma independente da cultura humana, mas uma integração mútua entre a natureza e os humanos, a sociedade e o ambiente.

**Quadro 01:** Respostas dos membros da Comunidade Doce mãe de Deus quanto o seu entendimento por Natureza.

Fonte de vida	“Fonte de vida e meio de sustento para algumas pessoas”
	“De extrema importância e necessário a sobrevivência humana”
	“Pureza, Vida onde precisamos dele para um bom convívio ecológico”
A fauna e a flora	“Lugar aonde tem Plantas, animais, rios, árvores etc.”
	“Habitat das espécies vivas, vegetais e minerais”
	“Ambiente em que vive os animais, mata, rios e florestas, formando a biodiversidade”
	“Meio ambiente composto por plantas, animais, florestas...”
	“Conjunto de Flora e Fauna”
Criação Divina	“Criação de Deus! Que deve ser cuidada e respeitada”
	“Dom Natural pela criação - Meio ambiente”
	“De extrema importância e necessário a sobrevivência humana”
	“A criação de Deus”
	“Lugar que Deus deixou para nós morarmos com harmonia”
	“O que Deus criou, e não deveria ser destruído pelo homem”
Integrando-se à Natureza	“Entendo que somos Natureza, todos”
	“A vida do Planeta”
	“Qualidade de vida”
	“Natureza é o ambiente que vivemos, nós mesmos e tudo que o compõe”

Fonte: Dados da pesquisa.

As respostas do tipo “Fonte de vida e meio de sustento para algumas pessoas” reflete o distanciamento destas pessoas da natureza, visto que reconhecem a sua importância para algumas pessoas que a usam para obtenção de recursos como meio de sustento, como por exemplo pescadores, entre outros. Neste caso, a natureza seria algo distante para si, e necessário apenas para essas algumas pessoas que usam seus recursos como meio de vida.

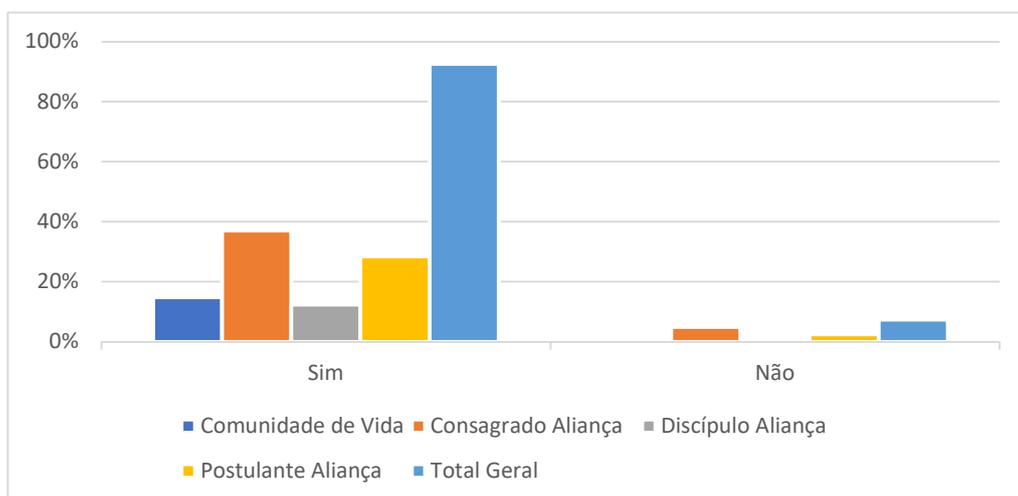
Respostas que remeteram natureza para fauna, flora, rios, entre outros. também reflete o distanciamento de si próprio, geralmente não reconhecendo a presença da natureza no seu dia a dia. Esse distanciamento é perigoso, porque leva

essas pessoas a não se envolverem nas problemáticas ambientais, considerando que só nas florestas teriam natureza, logo nada de relação com elas.

Carvalho (2008) definiu diferentes concepções sobre Natureza e Meio Ambiente que foram adquiridas ao longo da história. A primeira é “A Natureza Selvagem” ou visão do “antropocêntrico” onde o progresso domina o natural que é ameaçador e serviçal. A segunda é a concepção da “Natureza Boa e Bela”, valorizando das paisagens naturais, evidenciando a degradação, provocada pela revolução industrial europeia do século XVIII. A terceira é a concepção da “Natureza Pedagógica” que, por influência do iluminismo, une a valorização da natureza com o homem natural, onde a natureza ensina e sua visão é de ideal de perfeição. E por fim, a quarta concepção “a experiência da natureza: entre a tradição e a reinvenção”, onde, a luz das concepções anteriores, compreender o presente e reescrever uma nova consciência de cidadania ambiental sustentável, onde uns vê a natureza como estoque de recurso, e outros como sensibilidade ecológica e respeito as interações ambientais.

A última pergunta do questionário foi sobre a possível participação dos membros em um projeto para melhorar a qualidade ambiental da CDMD (Figura 25). Os entrevistados, cerca de 93%, foram favoráveis ao convite de promover um melhor manejo e novas atitudes ambientais como Comunidade. Isso é positivo, pois demonstra a vontade que estas pessoas têm de ser parceiras em propostas de melhoria ambiental.

**Figura 25:** Gráfico sobre a participação em um futuro projeto ambiental dos membros da Comunidade Doce Mãe de Deus.



Fonte: Dados da pesquisa

Este resultado abre um leque para a realização de ações concretas, com os participantes da CDMD, onde serão planejadas e executadas, através de um projeto de curto longo e médio prazo, para melhorar a qualidade ambiental. Neste novo projeto será possível implantar meios de técnicas sustentáveis de reflorestamento, de agricultura de subsistência orgânica e tratamento de resíduos sólidos úmidos, unidos à educação ambiental das populações assistidas pela CDMD e seu entorno.

Dando sequência ao processo educativo, seguindo a sequência do VER, JULGAR e AGIR, construiu-se uma fossa ecológica “Círculo de Bananeiras” para tratamento de águas cinzas. Essa fossa serviu para diminuir o impacto ambiental da CDMD, que lançava suas águas cinzas a céu aberto, mas também para ser um modelo de aprendizado para os frequentadores, na expectativa de que mais pessoas as construam nas suas próprias residências.

#### 4. CONCLUSÃO

Através deste trabalho pode-se realizar uma pesquisa com os membros da Comunidade Doce Mãe de Deus, através da observação direta e do uso do instrumento do questionário, foi possível compreender esta nova forma de vida consagrada da Igreja Católica e como seus membros estão caracterizados socioeconomicamente. A pesquisa caracterizou-se como pesquisa ação, em virtude de apresentar-se como uma pesquisa que trouxe mudanças de postura para a comunidade, com ações positivas em prol da conservação ambiental como a construção do Círculo de Bananeiras e avaliação das ações pela comunidade.

A partir das respostas dos questionários constatou-se que os membros CDMD, incomodam-se com os problemas ambientais existentes na CDMD e identificaram diversos problemas, como desmatamento, lixo, esgoto e animais abandonados.

Neste questionário pode-se inferir a situação do saneamento sanitário das residências dos participantes, em que ficou demonstrado que 67% das suas residências estão ligadas a rede de esgoto e os que não estão, 75% possuem fossa. Dentre estas fossas 70% nunca encheram, este dado pode revelar um outro possível problema, o vazamento de efluente para o lençol freático devido à infiltração das fossas.

Os participantes também definiram Natureza e dentre as respostas encontrou-se a relação da Natureza como criação e dom divino. Relação essa devido a ser uma instituição confessional. Outras definições abordavam a natureza como recurso e como a fauna e flora.

Acerca do conhecimento sobre o Rio Cuiá, apenas 38% dos entrevistados conheciam o nome deste rio. Ao perguntar o que representava este rio muitos responderam fonte de vida, já outros responderam poluição e esgoto.

Também foram indagados se participariam de um projeto ambiental para melhorar a qualidade ambiental e 93% foram favoráveis. Os membros que residem na CDMD, os membros da Comunidade de Vida, foram solícitos em organizar estratégias concretas para favorecer o meio ambiente em sua propriedade e projetos sociais já existentes.

## REFERÊNCIAS

BALIM, Ana Paula Cabral; MOTA, Luiza Rosso; SILVA, Maria Beatriz Oliveira da. COMPLEXIDADE AMBIENTAL: O REPENSAR DA RELAÇÃO HOMEM-NATUREZA E SEUS DESAFIOS NA SOCIEDADE CONTEMPORÂNEA. **Veredas do Direito: DIREITO AMBIENTAL E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**, Belo Horizonte, v. 11, n. 21, p.163-186, jan-jun. 2014. Semestral. Disponível em: <<http://www.domhelder.edu.br/revista/index.php/veredas/article/view/410>>. Acesso em: 13 maio 2017.

BASTOS, Ana Cristina de Almeida Cavalcante; BASTOS, Layanna de Almeida Gomes. As campanhas da fraternidade da igreja católica: um contributo para a formação de um pensamento ecológico integral no Brasil. **Gaia Scientia**, João Pessoa, v. 10, n. 4, p.482-496, 2016. Portal de Periódicos UFPB. <http://dx.doi.org/10.21707/gaia.v10.n04a37>.

BRASIL. AGENDA PÚBLICA – AGÊNCIA DE ANÁLISE E COOPERAÇÃO EM POLÍTICAS PÚBLICAS. (Org.). **Guia para a Municipalização dos Objetivos do Milênio**: Referências para a adaptação de indicadores e metas à realidade local. São Paulo: Fuego Comunicação Criativa, 2009. 50 p. Disponível em: <<http://www.odmbrasil.gov.br/arquivos/guia-de-municipalizacao>>. Acesso em: 13 jan. 2017.

\_\_\_\_\_, Agência Nacional de Águas. **Atlas esgotos**: despoluição de bacias hidrográficas. Brasília: Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2017. 88 p. Disponível em: <<http://atlasesgotos.ana.gov.br/>>. Acesso em: 13 jan. 2019.

CARVALHO, Isabel Cristina de Moura de. **Educação Ambiental**: a formação do sujeito ecológico. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2008. 255 p. (Docência em Formação: problemáticas transversais).

CONIC, Conselho Nacional de Igrejas Cristãs do Brasil-. **CF ECUMÊNICA**. Disponível em: <<https://www.conic.org.br/portal/cf-ecumenica>>. Acesso em: 10 maio 2019

COSTA, Renata Geniany Silva; COLESANTI, Marlene Muno. A CONTRIBUIÇÃO DA PERCEPÇÃO AMBIENTAL NOS ESTUDOS DAS ÁREAS VERDES. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v. 22, p.238-251, 26 jun. 2011. Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v22i0.21774>.

FRANCISCO, Papa. **Carta Encíclica Laudato Si**. São Paulo: Editora Paulus e Editora Loyola Jesuítas, 2015.

OLIVEIRA, Kleber Andolfato de; CORONA, Hieda Maria Pagliosa. A PERCEPÇÃO AMBIENTAL COMO FERRAMENTA DE PROPOSTAS EDUCATIVAS E DE POLÍTICAS AMBIENTAIS. **Revista Científica Anap Brasil**, [s.l.], v. 1, n. 1, p.53-72, 6 mar. 2011. ANAP - Associação Amigos de Natureza de Alta Paulista. <http://dx.doi.org/10.17271/198432401120084>.

PALMA, Ivone Rodrigues. **Análise da Percepção Ambiental como Instrumento ao planejamento da Educação Ambiental**. 2005. 72 p. Dissertação (Mestrado) - Curso

de Programa de Pós Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Matérias - PPGEM, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; SILVA, Edson Vicente da. **Educação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável: Problemática, Tendências e Desafios**. 4. ed. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2016. 244 p.

TEIXEIRA, Frei Celso Márcio (Org.). **Fontes Franciscanas e Clarianas**. 2. ed. Petrópolis: Vozes e FFB, 2008. 1996 p.

**CAPÍTULO 02:**  
**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DA FITORREMEDIAÇÃO EM UM SISTEMA LÓTICO**  
**NAS DEPENDÊNCIAS DA COMUNIDADE DOCE MÃE DE DEUS, JOÃO PESSOA-**  
**PB**

## 1. SANEAMENTO BÁSICO:

Segundo a Lei Federal Nº 11.445/2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, em seu Artigo 2º, estabelece doze princípios fundamentais aos serviços públicos de saneamento básico que serão prestados, entre eles:

*I - universalização do acesso;*

*II - integralidade, compreendida como o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico, propiciando à população o acesso na conformidade de suas necessidades e maximizando a eficácia das ações e resultados;*

*III - abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente;(BRASIL, 2007)*

No Artigo 3º da mesma Lei supracitada encontra-se a definição de saneamento básico:

*I - saneamento básico: conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de:*

*a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;*

*b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;*

*c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;*

*d) drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas. (BRASIL, 2007)*

A garantia de um efetivo saneamento básico gera uma saúde ambiental e populacional, pois o cumprimento da Lei supracitada reduziria a contaminação de mananciais com efluentes, reduziria os resíduos sólidos nos ambientes e resguardaria

o direito a água potável. Barsano, Barbosa e Viana (2014), concordaram que o lançamento de esgoto *in natura* nos rios é uma das formas de contaminar a água com nitratos, e que, cada vez mais, há uma crescente poluição hídrica causada pelo lançamento de resíduos orgânicos, de esgoto sanitário dos domicílios e da emissão de efluentes químicos de setores industriais, que resultam em riscos à saúde pública e ao meio ambiente. Estes autores citaram que mesmo com grande incidência de resíduos sólidos, a emissão de efluentes residuais é um dos principais motivos da poluição das águas e estes deveriam ser tratados previamente para atenuar as possíveis alterações químicas, físicas e biológicas nos corpos hídricos. Este lançamento indevido ocasiona riscos ambientais, tais como, a diminuição da condição respiratória de peixes, devido a diminuição do oxigênio dissolvido (OD), mortandade de seres vivos e prejuízo à cadeia alimentar dos ecossistemas, transbordamento de água (inundações), além de aumentar gastos públicos com ações de limpeza e recuperação dos rios.

Esteves (1998), afirmou que os compostos nitrogenados (Nitrogênio amoniacal, nitrato e nitrito) relacionam-se com a produção e decomposição dos seres vivos, pois estão presentes na composição das proteínas. Em ambientes aquáticos, as bactérias e algas cianofíceas são capazes de fixar o nitrogênio molecular à nitrogênio protéico.

Há também o processo de nitrificação e amonificação. A nitrificação é a oxidação de compostos nitrogenados reduzidos, doadores de hidrogênio (exemplo a amônia), em nitrato (ESTEVES, 1998). A amonificação é a “formação de amônia (NH<sub>3</sub>) durante o processo de decomposição da matéria orgânica dissolvida e particulada” (ESTEVES, 1998, p. 213). Esses dois processos supracitados fazem parte da atuação da microbiota no ciclo do nitrogênio, estes microrganismos podem estar livres na coluna de água ou associados a outros seres vivos interagindo ecologicamente. Essa atividade microbiana também pode estar fixada nas raízes das plantas aquáticas.

O CONAMA em sua resolução N° 357/2005, estabelece a classificação dos corpos hídricos, condições e padrões de lançamento de efluente. No seu Artigo 10º, define o máximo de valor de nitrogênio total (após oxidação) de 2,18 mg/L<sup>-1</sup> para ambientes lóticos. Já em seu Artigo 14º determina as seguintes condições e padrões para córregos de Classe 1:

*l - condições de qualidade de água:*

...

*b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;*

- c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;*
- e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;*
- f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;*
- ...*
- i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O<sub>2</sub>;...*
- l) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L; e*
- m) pH: 6,0 a 9,0.*

Para lançamento de efluentes o CONAMA atualizou os parâmetros da Resolução N° 357/2005 na Resolução N° 430/ 2011, que em seu Artigo 5 afirma que o lançamento de efluentes não podem modificar as características de qualidade hídrica segundo os níveis de seu enquadramento. Contudo como o córrego faz parte de um corpo hídrico e não uma fração do sistema de efluentes sanitários, considerou-se na pesquisa os valores da Resolução N° 357/2005.

A resolução CONAMA nº 430/2011 (BRASIL, 2011), também prevê que o tratamento de efluente remova 60% de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) para serem lançados em corpos hídricos, no entanto, 70% dos 5.570 municípios brasileiros apresentam níveis inferiores, não ultrapassando 30% de remoção de DBO. Nesta perspectiva encontram-se bacias hidrográfica saturadas de matéria orgânica, em que uma das consequências mais graves é a eutrofização. Este quadro é agravado nos grandes centros urbanos, em que segundo o Atlas esgotos dos 100 municípios com maior população somente 31 removem acima de 60% da carga orgânica (BRASIL, 2017).

Já a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2008, no tocante à região nordeste, 45,68% dos municípios possuem rede coletora de esgoto e 90,07% possuem com manejo de águas pluviais. Na Paraíba, em 2017, o número de municípios foi de 223 com uma população urbana de 2.956,4 (em mil habitantes), das quais 59% possui rede de esgoto e 43% possui tratamento de esgoto. No município de João Pessoa estudos identificaram que a carga de esgoto urbano em relação à população equivalente é acima de 13,5t DBO/dia, acima de 250 mil habitantes (BRASIL, 2017).

Segundo o Atlas Esgotos (BRASIL, 2017), ao analisar as Unidades das Regiões Hidrográficas Brasileiras (UARH) averiguou-se que quanto maior a população urbana maior o número de rios que estão em desconformidade com o seu enquadramento. A Paraíba está na Região Hidrográfica (RH) R11, que abrange Rio Grande do Norte, Pernambuco, Paraíba e Alagoas, esta RH é a segunda com maior

número de rios em desconformidade com a sua classificação, segundo os parâmetros de qualidade de água (BRASIL, 2017). Pode-se inferir que esta desconformidade é causada devido as altas porcentagens de lançamento de efluentes sem tratamento no meio urbano.

Se, em um município, há ausência de coleta seletiva de resíduos sólidos, juntamente com frequentes vazamentos de efluentes (ou que são lançados de forma bruta no ambiente), principalmente águas cinzas, que são ricas em fósforo e compostos nitrogenados, assim, são indutores de eutrofização em corpos hídricos. Para atenuar este impacto, é essencial inserir outras técnicas que auxiliem na conservação dos corpos hídricos. Para isso deve-se buscar formas de recuperar ambientes degradados com o objetivo de transformar o impacto negativo em positivo. A questão hídrica é primordial para manter um almejado ambiente sustentável e há uma urgente necessidade de proporcionar técnicas naturais, no objetivo de mitigar os impactos negativos existentes.

Portanto, quando estão garantidos os serviços do saneamento básico como: tratamento de esgoto, abastecimento de água, recolhimento e tratamento de resíduos sólidos e drenagem pluvial, proporcionando melhoras no nível de saúde da população, diminuindo a mortalidade infantil (LIMA; SANTOS; MEDEIROS, 2017). Um saneamento básico bem planejado e instalado promove a saúde ambiental de uma bacia hidrográfica e de sua população (BRASIL, 2018).

## **Biorremediação**

O pensar na complexidade ambiental, produz a busca de soluções integradas. A qualidade da água fluvial urbana só será eficaz considerando todos os passivos ambientais que envolvem os mananciais urbanos. Deve-se levar em conta as fontes de poluição e buscar os meios mais sustentáveis para saná-las, como exemplo, a biorremediação, assim, utilizando a própria capacidade de resiliência dos sistemas ambientais, suas interações, como forma de recuperar a degradação antrópica. Como exemplo temos, para os resíduos sólidos a reciclagem e a compostagem, para os solos contaminados a fitorremediação ou a biorremediação. Há ações ambientais na estrutura urbana, como uso de calçadas permeáveis para auxiliar na reposição do lençol freático, construção de bacias de contenção para evitar enchentes e estruturas denominadas de jardins filtrantes para tratar rios. Para solucionar as possíveis

infiltrações de esgoto sanitários pelas fossas sépticas tem-se as fossas ecológicas, como o tanque de evapotranspiração e o Círculo de bananeiras. Pois pensar pontual e local para o resultado ser global, equivale a tratar de uma fonte pontual de poluição, reconhecer a sua complexidade e, assim, promover a melhoria do todo.

Segundo Silva, Santos e Gomes (2014), a biorremediação é uma técnica que proporciona a “transformação ou destruição dos poluentes orgânicos por decomposição, pela ação de microrganismos naturais no solo, como as bactérias, os fungos e protozoários.” Esse processo, realizado pelos microrganismos, dá-se pela utilização dos poluentes orgânicos degradando-os em substâncias mais simples (dióxido de Carbono, água, sais minerais e gases). Sendo assim, é um importante método na remediação tanto do solo, quanto da água. Quando o agente biológico remediador é uma espécie da flora o processo é denominado de Fitorremediação.

De acordo com Lamego e Vidal (2007), a fitorremediação (fito = planta e remediação = corrigir) pode ser definida como uma tecnologia que utiliza as plantas, e seus associados (microbiota), para tratar de ambientes poluídos, tanto no solo quanto na água. Essas propriedades da planta podem dar-se por degradação, extração, contenção ou imobilização do poluente. Este procedimento possui as seguintes vantagens, em geral, ser de baixo custo, quando aplicada *in situ*, baixa degradação e desestabilização da área que será remediada.

Esteves (1998, p.317) caracterizou as macrófitas por vegetais que habitam desde ambientes alagados a verdadeiramente aquáticos, porém essa “denominação é genérica e independente de aspectos taxonômicos”. Durante a evolução das espécies, as macrófitas migraram dos ambientes terrestres para os aquáticos preservando estruturas que lhes conferem resistência a períodos de estiagem, quando podem desenvolver raízes e fixarem-se no solo.

Segundo Esteves (1998), podem ser classificadas quanto ao seu biotipo em macrófitas aquáticas emersas; macrófitas aquáticas com folhas flutuantes; macrófitas aquáticas submersas enraizada; macrófitas aquáticas submersas livres; e macrófitas aquáticas flutuantes; nesta última estão incluídas a macrófitas *Eichornia crassipes*, que foi utilizada neste estudo.

Segundo Rocha, Santos e Carvalho (2016), a fitorremediação elimina os poluentes de diferentes meios contaminantes, tais como: efluentes sanitários e industriais, águas fluviais, reabilitação progressiva do solo, tratamento de ar, rejeitos urbanos, lodos provenientes de ETE's e despoluição dos rios. Estudos de aplicação

de fitorremediação com a macrófita *Eichornnia crassipes* constataram a remoção de 72,4- 91,7% de remoção do nitrogênio total (MARTELO e BORRERO, 2012). Henry-Silva e Camargo (2008) ao utilizar a macrófita *E. crassipes* na fitorremediação de efluentes proveniente da carcinicultura constataram que as macrófitas foram eficientes na remoção de fósforo e nitrogênio. Altos níveis nutricionais dos corpos hídricos, favorecem as altas taxas de crescimento das macrófitas, com ausência de predador natural, ocasionam a cobertura de uma grande extensão do espelho de água resultando em um impacto ambiental. No entanto, controlando a biomassa das macrófitas, é possível e eficiente utilizar-se para a fitorremediação (ESTEVES, 1998).

Pérez (2015) em sua pesquisa verificou o potencial de remediação das macrófitas aquáticas, e a diferença da sua atuação dependendo do tamanho dos bancos de macrófitas flutuantes. Mostrou que com o manejo adequado estas podem ser utilizadas na melhoria da qualidade de água. Sousa (2014) também verificou a eficácia das macrófitas na diminuição de fosfato na água e de sais minerais (condutividade). Dessa forma, esta pesquisa testa o uso da macrófita *Eichornnia crassipes* na remediação de um córrego, que possui características de esgoto, como forma de reduzir a carga de poluentes que alcança o Rio Cuiá, em João Pessoa, Paraíba, como modelo para proposta de restauração ambiental em rios urbanos.

## 2. METODOLOGIA

O córrego estudado atravessa parte do terreno da Comunidade Doce Mãe de Deus, localizado no final dos bairros João Paulo II e o bairro Ernesto Geisel, no município de João Pessoa-PB. De acordo com o relato dos primeiros membros da Comunidade Doce Mãe de Deus, este córrego é um canal da rede de drenagem urbana, porém, desde a ocupação de uma forma de habitação irregular denominado de “Conjunto Nova República”, localizado no bairro João Paulo II, o córrego demonstrou características de efluente doméstico (esgoto). Essa informação foi confirmada em visita técnica com o Diretor de Fiscalização de Drenagem da Secretaria Municipal de Infraestrutura (SEINFRA), em visita técnica à CDMD, visto que a secretaria não possui mapas com a localização da rede de tubulação de drenagem. Afirmou que este córrego está ligado à rede de drenagem e, ao desaguar no terreno da Comunidade, corre a céu aberto, direto no solo, por cerca de 90 metros até o final do perímetro da propriedade da Comunidade, seguindo em direção ao Rio Cuiá.

No estado da Paraíba, o órgão competente para a classificação é a AESA que divulgou essa classificação por meio de diretrizes de 1988, validadas pela ANA (BRASIL, 2007, p. 38, caderno de recursos hídricos 5). Neste, o Rio Cuiá, área de pesquisa, está classificado como Classe 1. Apesar das condições ambientais atuais não corresponderem com a classificação, destacando que o enquadramento em classes não são o reflexo do modo atual do corpo hídrico e suas condições ideais para o seu uso proposto. Assim, no estudo considerou-se os limites dos parâmetros de Classe 1 para o córrego estudado, sendo um afluente e não um efluente do Rio Cuiá. Por mais que faça parte da rede de drenagem pluvial urbana é um corpo hídrico que compõe a rede hidrográfica da BHRC e provem a esta carga hídrica. Partindo deste pressuposto, considerou-se na pesquisa os parâmetros da Resolução CONAMA 357/2005.

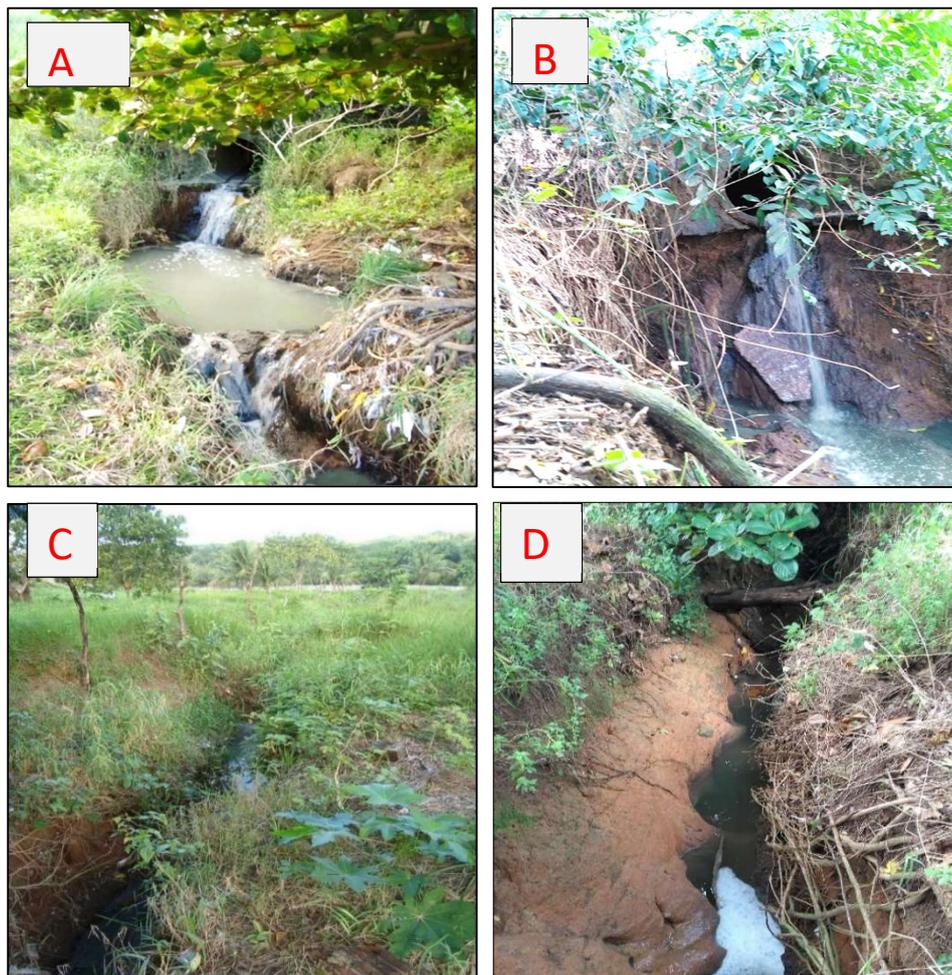
Segundo a Resolução CONAMA 357/2005, em seu artigo 4º, as águas Classe 1 podem ser destinadas:

- a) *ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;*
- b) *à proteção das comunidades aquáticas;*
- c) *à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho,*  
*conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;*

d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e  
e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.  
(BRASIL, 2005)

Observa-se na figura 26, que este lançamento de efluente produziu um efeito erosivo no solo, na foto (A), em 2011, a diferença entre o nível do solo e o espelho de água estava menor do que na foto (B), em 2019. Efeito observado também nas fotos (C) e (D). Isto comprova que quando um efluente é lançado direto no solo há uma perda de material particulado do solo que, conseqüentemente, é depositado no leito dos rios, neste caso, no Rio Cuiá.

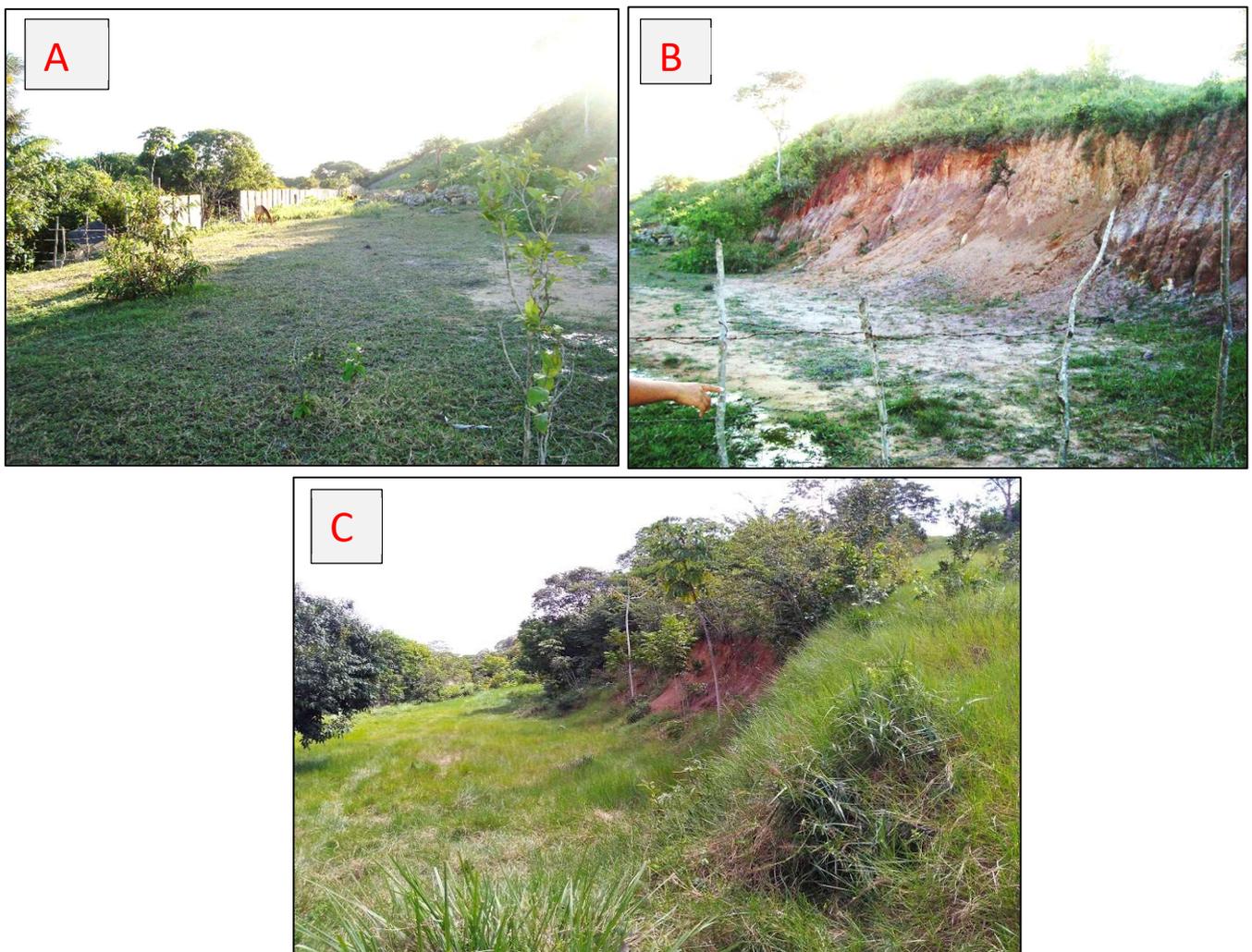
**Figura 26:** Fotos do córrego poluído em 2011 e em 2019, demonstrando os efeitos erosivos ao longo do tempo. (A) ponto 1, a montante, em 2011, (B) em 2019; (C) visão ao longo do córrego em 2011 e o (D) efeito erosivo em 2019.



Fotos: Acervo da autora ((A e C)2011/(B e D) 2019).

Esta modificação na paisagem pela sucessão ecológica também foi observada em outros pontos da área estudada. Na figura 27, verificou-se que ao longo do tempo houve uma recomposição natural da flora que antes havia sido desmatada. Essa cobertura vegetal é essencial para a estabilidade da barreira e para não haver perda de solo pelo escoamento superficial. Mais uma atribuição da presença da vegetação é que permite uma maior infiltração das águas pluviais para abastecer o lençol freático dessa região de nascentes.

**Figura 27:** Fotos da área da propriedade da Comunidade Doce Mãe de Deus demonstrando a visão da área em 2011, nas fotos (A) e (B), e em 2019, na foto (C).



Fotos: Acervo da autora (2011 (A e B)/2019 (C)).

Por ser uma pesquisa de campo, há algumas variáveis naturais que se devem observar. Ao longo dos anos no córrego estudado, houve crescimento da vegetação arbustiva, gramíneas e espécimes com caule lenhoso. Essa vegetação provoca pontos de sombreamento ao longo do córrego, o que pode determinar a eficiência da

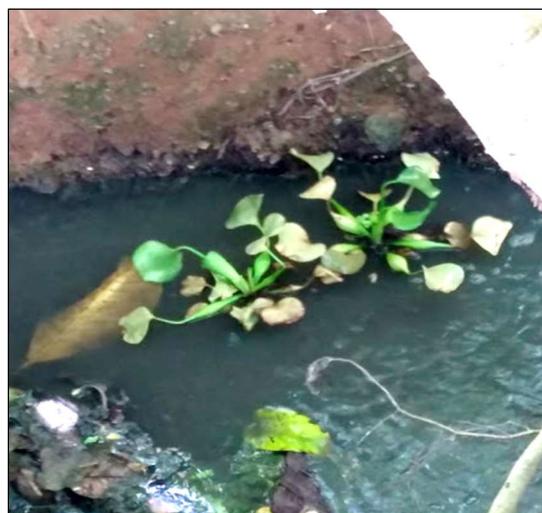
capacidade de autodepuração. Em tempos chuvosos, há uma maior deposição de folhas nos ambientes aquáticos que influenciam nos valores dos nutrientes devido à decomposição de matéria orgânica, como também um aumento do volume hídrico, pois recebe a drenagem pluvial urbana. Por outro lado, o volume de água da precipitação provoca uma diluição do efluente e de seus nutrientes. Já em tempo de estiagem, há uma concentração dos efluentes devido ao aumento da evapotranspiração e diminuição da diluição.

### Aplicação e análise do Biotratamento

Para compreender a capacidade de fitorremediação de *E. crassipes* em ambiente lótico poluído com esgotos, os procedimentos metodológicos foram construídos da forma descrita a seguir.

Houve três tentativas para implantar o sistema de biotratamento no córrego poluído, visto que havia inconstâncias na sua profundidade e um difícil acesso ao espelho de água, fruto de uma erosão ao longo dos anos, formando uma voçoroca de em média 1,5m de profundidade. Na primeira tentativa, as macrófitas utilizadas foram adicionadas ao córrego sem nenhuma estrutura em 4 pontos, preferencialmente os que possuíam barreiras naturais (como banco de sedimento e desníveis), além de uma boa iluminação, clareira na vegetação existente. Logo após a implantação, houve episódios pluviométricos volumosos, o que acarretou a perda das macrófitas (Figura 28).

**Figura 28:** Primeira tentativa de implantação da *Eichornnia crassipes* sem estruturas de contenção para a Fitorremediação no córrego na Comunidade Doce Mãe de Deus.



Fonte: Acervo da autora (2019)

Na segunda tentativa, produziram-se estruturas com tela plástica (próprias para criação de aves), com garrafas plásticas utilizadas como boias (Figura 29). Foi feito uma espécie de âncora com tijolo e fio transparente, utilizado em atividades de pesca. Foram implantadas 4 (quatro) estruturas equidistantes no córrego, que não resistiram à força das águas pluviais e foram levados pela correnteza.

**Figura 29:** Foto da segunda tentativa para implantação da Fitorremediação com *Eichornnia crassipes* no córrego da Comunidade Doce Mãe de Deus, **(A)** estrutura utilizada sem as macrófitas, **(B)** estrutura com as macrófitas introduzida no córrego estudado.



Fonte: Acervo da autora (2019)



Fonte: Acervo da autora (2019)

Na terceira tentativa, produziram-se estruturas mais simples para depositar as macrófitas (Figura 30), foram fixadas na vegetação local (árvores nas margens do córrego) através de cordas formando módulos, em quatro pontos equidistante (Figura 31). As macrófitas foram coletadas do leito do Rio Cuiá, próximo à ponte da PB-008, elas são da espécie *Eichornnia crassipes*. Dessa forma não foi introduzido uma nova espécie no Rio Cuiá, evitando um impacto ambiental.

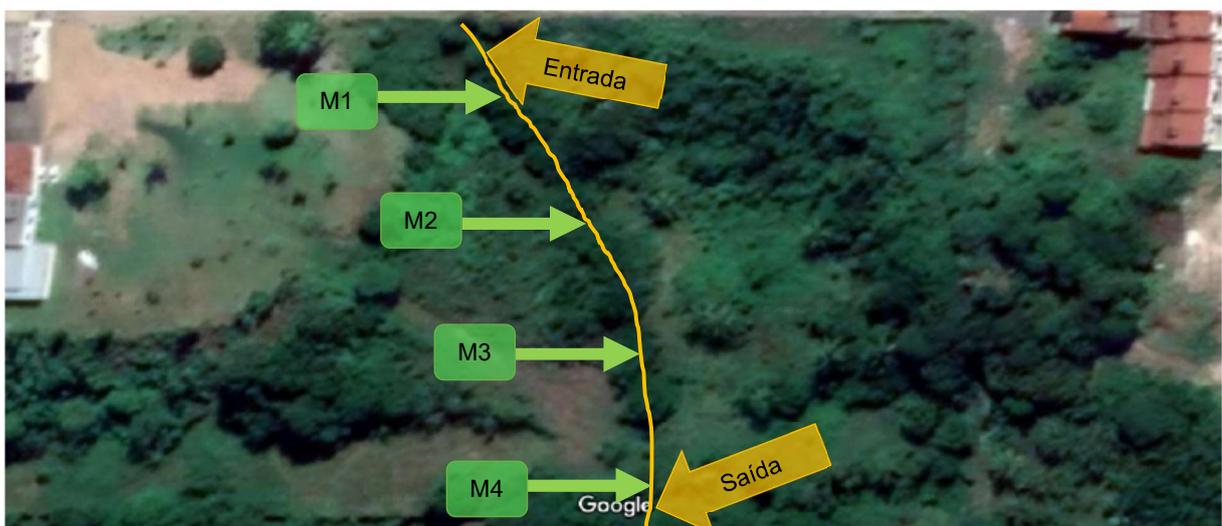
**Figura 30:** (A) Foto da macrófitas *Eichornnia crassipes* no local da coleta no Rio Cuiá; (B) Foto da estrutura utilizada na Fitorremediação já com as macrófitas coletadas; (C) Foto da estrutura de fitorremediação já implantada no córrego poluído fixada por cordas.



Fotos: Acervo da autora (2019).

Esta espécie foi escolhida em virtude de pesquisa anterior, realizada por Mello (2018), o qual comparou esta espécie com outras espécies de macrófitas, verificou que *E. crassipes*, era mais eficiente que outras espécies na retenção de nutrientes, embora o experimento dessa pesquisa tenha sido em águas lânticas, em mesocosmos.

**Figura 31:** Visão do Córrego analisado com os seus pontos de coleta (setas amarelas) e de fixação dos módulos de Fitorremediação (Setas Verdes)



Fonte: Google Maps (acesso em 10/05/2020)

Na figura 31 observa-se a estruturação no córrego da fitorremediação, demonstrando os pontos de coletas e a localização de cada módulo contendo a *E. crassipes*. O local de instalação do módulo foi escolhido buscando locais com maior exposição a luz solar, já que durante o percurso do córrego existe uma densa cobertura vegetal arbustiva e lenhosa. A exposição a luz auxilia favoravelmente as macrófitas nas funções de fitorremediação. Vale salientar que para confeccionar os quatro módulos foram gastos o equivalente a R\$10,00 (dez reais), isto favorece a aplicação desta técnica pelo seu baixo custo e fácil aplicação.

Para averiguar a eficiência do biotratamento foram realizadas coletas de água na entrada e saída do córrego (figura 31) onde as análises químicas foram realizadas no LABEA-UFPB (Laboratório de Ecologia Aquática), no período de controle, coletado ANTES da implantação da fitorremediação, dias 18/06/2018 e 05/07/2019, como também no período do experimento de biotratamento nos dias 06 a 09/07/2019. As amostras de água foram coletadas em garrafas de polietileno de 500mL, que foram identificadas, levadas e acondicionadas para análises posteriores no LABEA/UFPB.

Analisaram-se os seguintes nutrientes: Ortofosfato, Nitrato, Nitrito e Amônia, pela metodologia da ALFAKIT/ SPECTRO KIT utilizando o aparelho de Espectrofotômetro, SPECTRUMLAB 22PC (Figura 32). Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Ecologia Aquática, LABEA/UFPB. Todas as amostras foram previamente filtradas a vácuo com microfiltro GLASS MICROFIBER FILTERS da marca GE®, com o intuito de retirar as microalgas das amostras coletadas.

**Figura 32:** Foto do aparelho de espectrofotômetro, SPECTRUMLAB 22PC utilizado nas análises dos nutrientes no Laboratório de Ecologia aquática (LABEA/UFPB).



Fotos: Acervo da autora (2019).

;As análises físicas (Temperatura, Condutividade e TDS) e químicas (pH, OD e ORP) foram feitas *in locu* através de uma sonda multiparâmetro Water Quality Monitor, da marca HORIBA nos mesmos pontos de coletas (Figura 31). As amostras de água foram coletadas segundo as recomendações da ANA, onde em cada ponto foram 3 réplicas a cada visita.

Para determinar o valor da capacidade de depuração do sistema de fitorremediação implantado subtraiu-se o valor das médias de cada parâmetro analisado na entrada pelo da saída do sistema. A capacidade de depuração foi calculada pela quantidade de nutrientes que foi retirada da água, logo é positiva quando é retirado e apresenta valores negativos quando é adicionado.

Para a análise da eficácia do sistema fitorremediador avaliou-se a qualidade ambiental da água na entrada e na saída do córrego e, com esses valores obtidos de cada parâmetro, analisou-se estatisticamente para ver se havia diferenças significativas no período ANTES (controle) da implantação da fitorremediação. No período DEPOIS, já com a fitorremediação implantada, comparou-se novamente os valores do parâmetro limnológicos com os dados anteriores (controle).

Para compreender a ação fitorremediadora da macrófita utilizada foram feitas análises estatísticas das concentrações dos nutrientes das variáveis limnológicas do córrego estudado. Primeiro foi realizado a investigação da normalidade dos dados, utilizando o teste Shapiro Wilk. Este indica se os dados são normais ou anormais em sua distribuição, ressaltando que os dados são dependentes para cada parâmetro. Para os dados Normais foi realizado o TEST T pareado, já para os dados de distribuição não normal foi utilizado o teste WILCOXON. Para realização desses testes foram utilizados o software R.

Nestas análises estatísticas foi possível compreender a probabilidade da ação das macrófitas na remediação dos parâmetros físicos e químicos do córrego, como uma estratégia ecológica na recuperação de corpos hídricos urbanos. Assim foi estabelecido o nível de significância bicaudal de 5% ( $\alpha=0,05$ ). Portanto ao se calcular o valor de p, que é a probabilidade de se obter um resultado igual (ou mais extremo) que o obtido, dado que a hipótese nula é verdadeira, no caso a hipótese nula é que com as fitorremediação da macrófitas não há alteração nos parâmetros físico e químicos do córrego na Comunidade Doce Mãe de Deus.

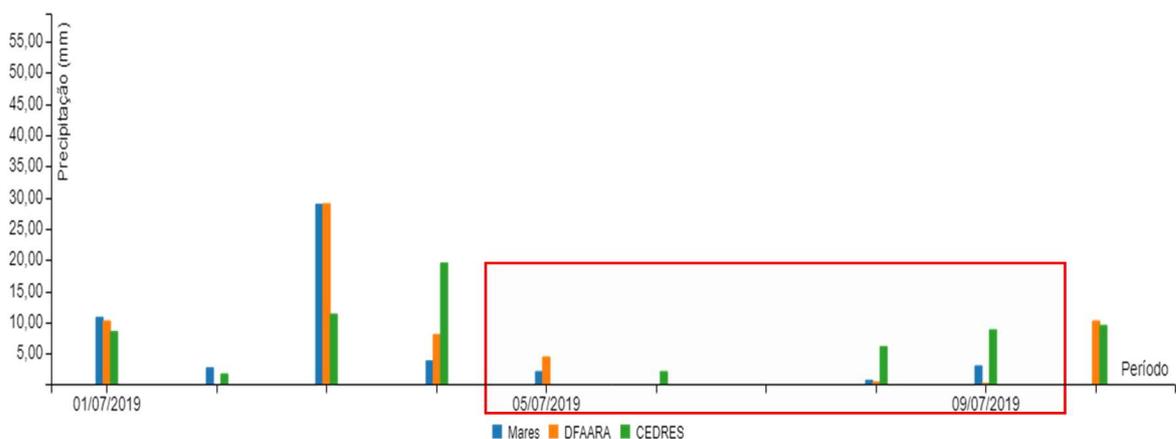
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No dia da implantação (dia 05/07/2019) do sistema de Fitorremediação, observou-se, ao longo do córrego uma maior transparência na água, não observada em outras visitas. Provavelmente, devido ao escoamento das chuvas ocorridas nos dias anteriores (29 mm no dia 03/07/2019).

Este córrego, mesmo com toda esta ação antrópica e impactos ambientais devido a suas características de efluente doméstico, é parte integrante de uma microbacia. Caracteriza-se como um viés de escoamento superficial da água pluvial que alimenta um dado corpo hídrico, que, no presente estudo é o Rio Cuiá. A eficiência da drenagem urbana é essencial para a recarga do lençol freático e dos corpos hídricos, integrando-se ao ciclo hidrológico (ESTEVES,1998).

Devido ao alto volume constante do córrego que, segundo relatos dos moradores, duplica com o acréscimo do escoamento das águas pluviais, separaram-se as coletas realizadas em período de chuva e de estiagem. O experimento foi realizado entre os dias 06 a 09 de julho de 2019, nesse período a AESA registrou a precipitação 29,5 mm na cidade de João Pessoa. Porém, como o córrego recebe a drenagem pluvial urbana, leva-se em conta a soma da precipitação dos últimos 5 dias de 01 a 05 de Julho de 2019 a qual o órgão competente AESA registrou a precipitação de 68,7 mm. Por conta desse volume anterior classifica-se que o experimento foi em tempo chuvoso (Figura 33).

**Figura 33:** Gráfico do volume pluviométrico da cidade de João Pessoa, representando a precipitação em milímetros medidos nos dias 01/07/2019 a 10/07/2019. Quadro em vermelho representa os dias do monitoramento da Fitorremediação.

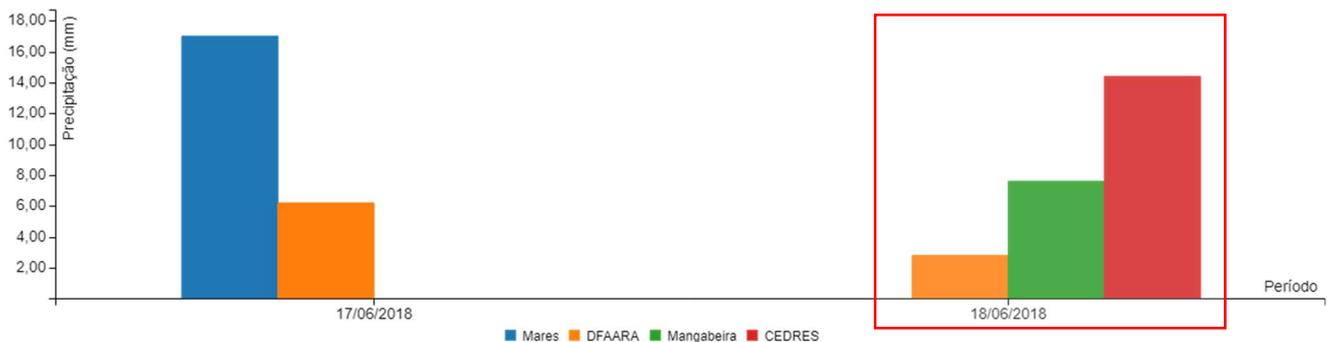


Fonte: Modificado de AESA(2019).

Na figura 21, observa-se que durante o monitoramento da fitorremediação (DEPOIS) o índice pluviométrico foi muito pequeno com um dia igual a zero (07/07/2019), porém no dia 9 de julho houve uma precipitação de 8,8 mm, que se pode observar seus efeitos ao analisar os parâmetros.

Durante as tentativas de implantação da fitorremediação foram coletadas e analisadas amostras de água, nos mesmos pontos. Assim a coleta do dia 18/06/2018 foi incluída neste estudo como uma réplica do controle (ANTES) no período de inverno. Pois houve um grande índice pluviométrico neste dia, conforme podemos observar na Figura 34. Realizaram-se leituras em período de chuva e de estiagem na área estudada.

**Figura 34:** Índice pluviométrico do dia 18/06/2018 de referência antes do biotratamento.



Fonte: Modificado de AESA(2019).

Verificou-se que houve diferença na capacidade de depuração em período chuvoso e de estiagem, isso ocorre porque a capacidade de absorção de nutrientes, depende da concentração desses no ambiente, Crispim et al. (2009) registraram melhor taxa de absorção de nutrientes em água de açude que Souza (2015) com água de ETE em experimento em mesocosmos. Dessa forma, como o biotratamento foi colocado em período chuvoso, apenas as análises anteriores ao biotratamento coletadas em período chuvoso foram consideradas, para uma melhor comparação as quais formaram os valores de controle.

Para uma melhor compreensão da ação da fitorremediação separou-se em tópicos o resultado das análises segundo os nutrientes estudados.

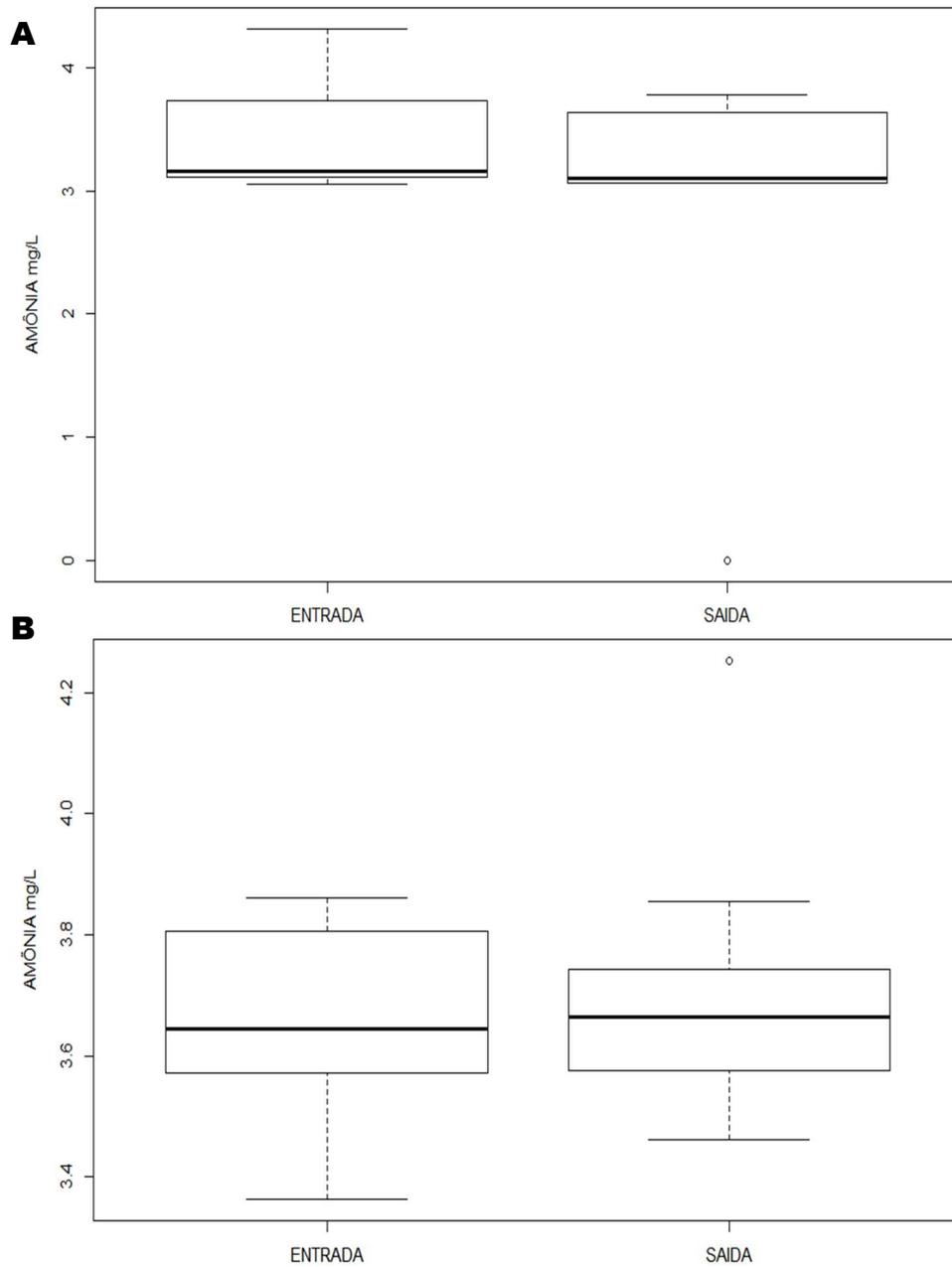
## Amônia

A amônia é um dos referenciais para medir a qualidade da água, está presente na forma dissolvida e pode sofrer oxirredução transformando-se em nitrito ou nitrato. Seus altos valores são característicos de esgotos domésticos e industriais, ou de áreas em que predomina a utilização de fertilizantes nitrogenados em atividades agrícolas, quando lançados indevidamente em corpos hídricos causa eutrofização (MILLER Jr., 2007). Sousa (2014), ressaltou que a amônia, em meio líquido, pode apresentar-se em duas formas, ionizada ( $\text{NH}_4^+$ ) e não ionizada ( $\text{NH}_3$ ), a soma das duas resulta no valor de amônia total.

Para a análise estatística foi utilizado o TEST T PAREADO, tanto nas amostras de controle (ANTES) como na fitorremediação (DEPOIS), período da implantação das macrófitas. Este teste foi escolhido devido à normalidade dos valores e por serem variáveis dependentes. O valor de p nas análises de controle (ANTES) foi de  $p=0,4487$ , já para os valores da fitorremediação (DEPOIS) o valor obtido foi de  $p=0,5389$  (diferenças significativas com  $p \leq 0,05$ ). Portanto, nos dois momentos não houve significativa diferença entre os valores de amônia da entrada e saída do córrego estudado. Petrucio e Esteves (2000), em sua pesquisa, simularam um ambiente de diferentes concentrações dos nutrientes e verificaram que a *E. crassipes* em baixas concentrações removeu 98,1% da amônia, já em altas concentrações não foi tão eficiente houve uma remoção de 35,1%.

Tanto no controle (ANTES), quanto com a fitorremediação (DEPOIS), não se verificaram diferenças significativas para este parâmetro (Figura 35, A e B). Essa uniformidade de comportamento químico antes e após o biotratamento pode ser observado no trabalho de Sousa (2014) e Pérez (2015), que em seu estudo a biorremediação com a mesma espécie de macrófitas a remoção de amônia não foi significativo, com a hipótese de a forma ionizada ter variado com a acidez do sistema. Contudo, Pinaffi e Santos (2019), em seus experimentos constatou que ao utilizar esta macrófita no biotratamento de efluente produzido na suinocultura obteve diminuição de  $\text{NH}_3$  (amônia) e de pH.

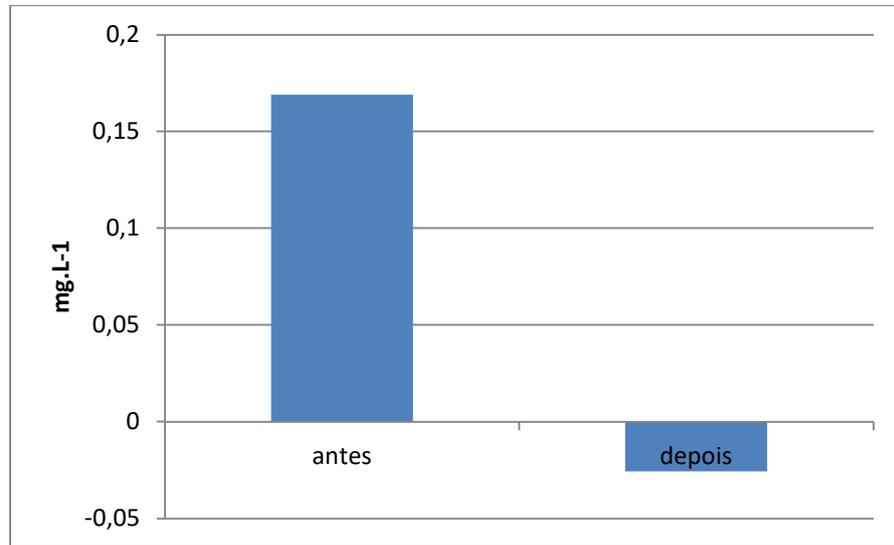
**Figura 35:** Concentrações de amônia na entrada e saída do córrego poluído com esgoto, antes (A) ( $p\text{-value} = 0,4487$ ) e após (B) da instalação do biotratamento. ( $p\text{-value} = 0.5389$ ).



Fonte: Dados da pesquisa

Na avaliação da capacidade de depuração em relação à amônia, verificou-se que após o biotratamento estas concentrações aumentaram ligeiramente, havendo maiores processos de nitrificação com as macrófitas (Figura 36).

**Figura 36:** Capacidade de depuração de amônia antes e após a fitorremediação com *Eichornnia crassipes* em período chuvoso, em um córrego urbano em mg,L<sup>-1</sup>.



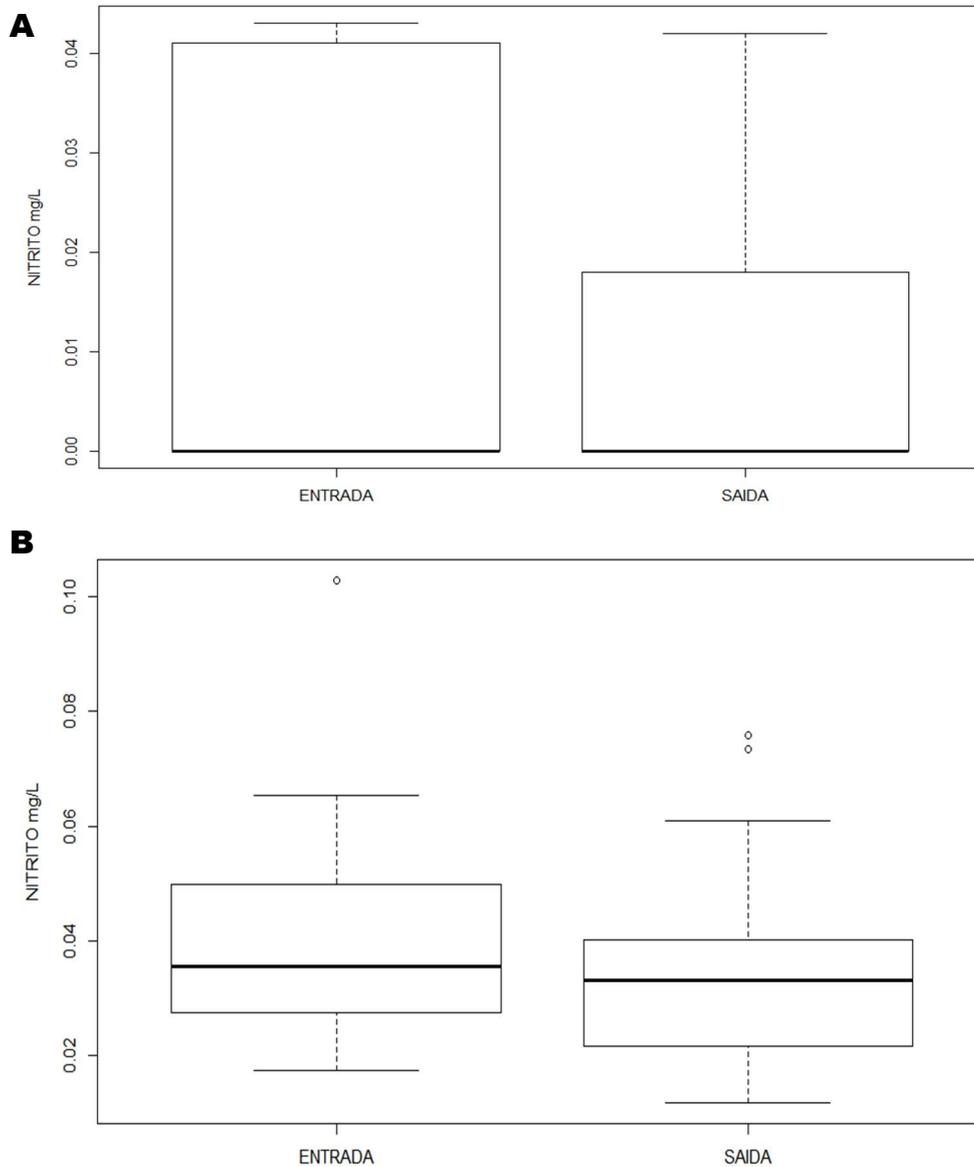
Fonte: Dados da pesquisa

Observa-se que antes do biotratamento este trecho do córrego já depurava a amônia com maior eficiência do que com as macrófitas. Alguns desses fatores que podem auxiliar na depuração contidos no córrego podem ser a luminosidade, pontos de pequenas quedas de água que geram uma areação e resfriamento natural, formação de biofilme (Perifíton) nas pedras e resíduos sólidos presentes no interior do córrego. A presença de oxigênio favorece a nitrificação e a amônia passa desse composto para nitrito e posteriormente a nitrato, este processo de relações de oxirredução de compostos nitrogenados podem ter influenciado na não variância das concentrações de amônia durante a fitorremediação (DEPOIS).

### Nitrito

O nitrito antes do experimento apresentou concentrações muito baixas, tanto na entrada como na saída do córrego (Figura 37 A). Não se verificaram diferenças significativas a montante e jusante do córrego. Ao realizar análise estatística com a aplicação do teste WILCOXON foi calculado o valor de  $p = 0,03739$  (diferenças significativas com  $p \leq 0,05$ ) para as amostras controle (ANTES) e, com a instalação do sistema de fitorremediação (DEPOIS), verificou-se uma diminuição do nutriente no sistema, mas não apresenta diferença significativa com o valor de  $p = 0,218$  (Figura 37 B).

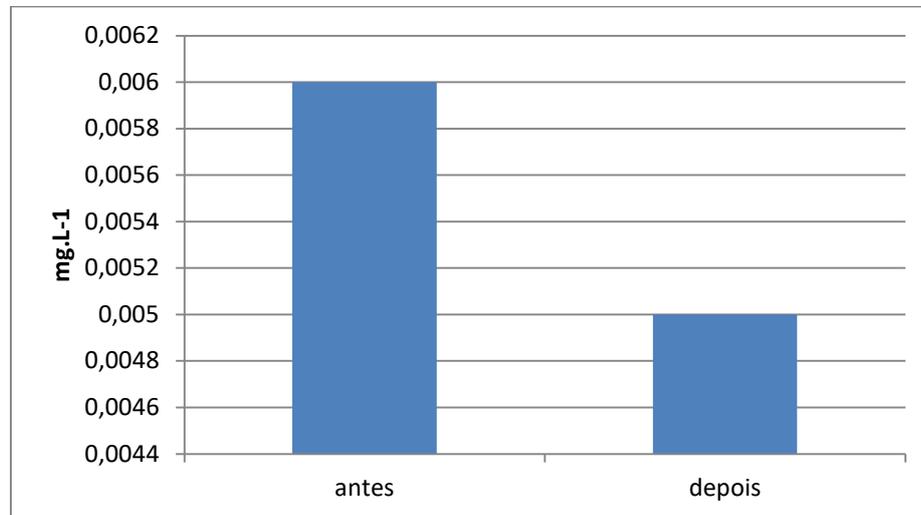
**Figura 37:** Concentrações de nitrito na entrada e na saída do córrego antes (A) e após (B) a instalação do biotratamento. ( $p\text{-value} = 0,03739$  antes e  $p\text{-value} = 0,218$  depois do biotratamento)



Fonte: Dados da pesquisa

Em seu estudo, Sousa (2014), após 40 dias, no controle as concentrações de Nitrito mantiveram-se constantes, contudo com a presença de macrófitas as concentrações diminuíram de 0,010mg.L-1 para 0,007mg.L-1 e depois elevou-se para 0,017mg.L-1, no qual a autora alegou a possibilidade da decomposição das folhas da macrófita ocasionar este efeito.

**Figura 38:** Capacidade de depuração de nitrito pela fitorremediação com *Eichornnia crassipes* em período chuvoso, em um córrego urbano.



Fonte: Dados da pesquisa

A capacidade do córrego de depurar o nitrito foi de 0,006 mg.L<sup>-1</sup> antes do biotratamento e passou a ser de 0,005 mg.L<sup>-1</sup>, após a fitorremediação (DEPOIS) (Figura 38). Conforme a RESOLUÇÃO No 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005, o valor permitido de Nitrito é de 1,0 mg/L<sup>-1</sup>, em corpos hídricos de classe 1, então neste estudo o córrego está dentro do previsto para este parâmetro. A menor capacidade de retenção de nitrito, pode ser em consequência de, em maior presença de oxigênio dissolvido e aumento do potencial de oxidação e redução, a amônia seguir os processos de nitrificação e transformar-se neste composto, assim o que anteriormente poderia permanecer como amônia, passou a nitrito, embora muito do nitrito possa ter-se transformado em nitrato (ESTEVEES, 1998).

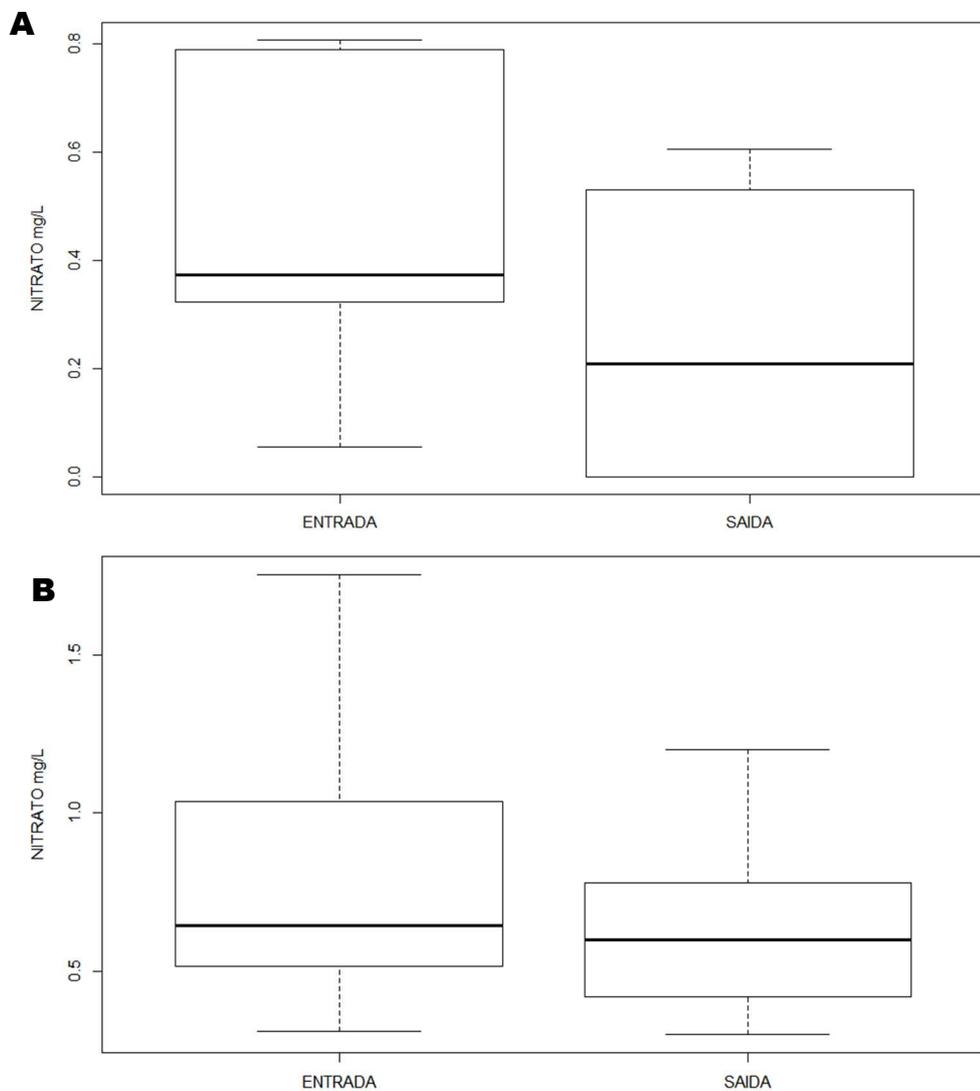
## Nitrato

As concentrações de nitrato do período do controle (ANTES), apesar dos resultados terem sido ligeiramente menores na saída do córrego do que na entrada, não apresentaram diferença significativa (Figura 39 A), com  $p = 0,4061$ , calculado pelo TESTE T PAREADO, o que demonstra não ter este trecho capacidade de depuração. No entanto, após o biotratamento as diferenças na entrada e saída foram significativas (Figura 39 B), com  $p=0,01787$  (diferenças significativas com  $p \leq 0,05$ ) calculado pelo

teste WILCOXOM, revelando que a fitorremediação foi importante no aumento de capacidade de autodepuração do sistema aquático.

Na comparação das concentrações de amônia do ponto na entrada e saída do córrego antes e depois do biotratamento, verifica-se que, com menor taxa de precipitação, há menores concentrações de nitrato na água. A maior lixiviação provocada pela maior quantidade de chuvas deve ter carreado maior quantidade de matéria orgânica para o córrego, que poderá, por decomposição, gerar mais nitrato.

**Figura 39:** Concentrações de nitrato na entrada e na saída do córrego, antes (A) e após (B) a fitorremediação.  $p\text{-value} = 0,4061$  antes e  $p\text{-value} = 0,01787$  depois.



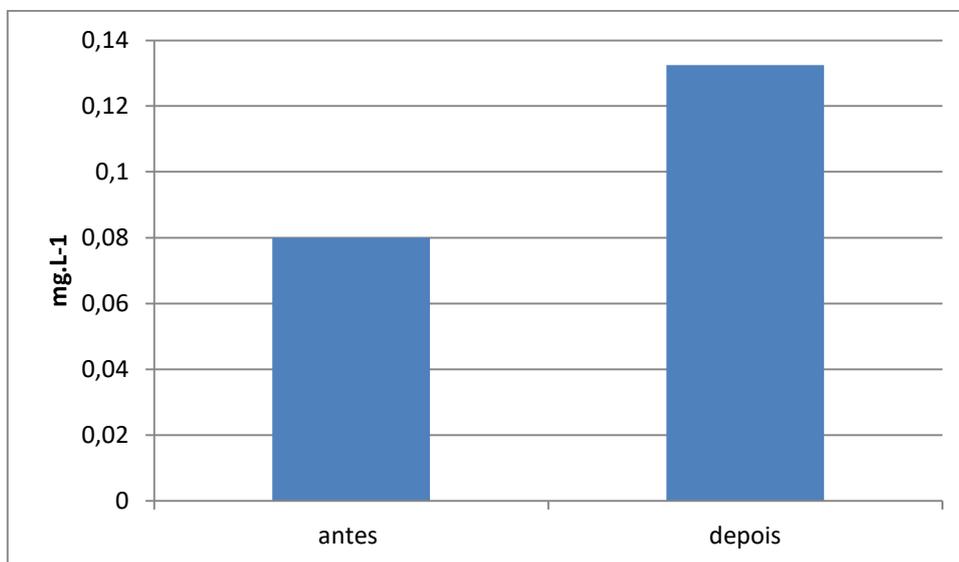
Fonte: Dados da pesquisa

Petrucio e Esteves (2000), verificaram que *E. crassipes* foi eficiente na remoção de componentes nitrogenados e derivados dos fósforos sendo 98,9% de redução de

nitrito em baixas concentrações do nutriente e de 26,3% de redução em altas concentrações do nutriente. Conforme a RESOLUÇÃO No 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005, o valor permitido de Nitrito é de  $10,0 \text{ mg/L}^{-1}$  em corpo hídrico de Classe 1, como o Rio Cuiá.

Analisando a capacidade de depuração do córrego ANTES e DEPOIS da inserção da fitorremediação, verifica-se que depois este trecho do córrego passou a retirar mais nitrito (Figura 40), revelando a eficácia do biotratamento.

**Figura 40:** Capacidade de depuração de nitrito pela fitorremediação com *Eichornnia crassipes* em período chuvoso, em um córrego urbano.



Fonte: Dados da pesquisa

Henry-Silva e Camargo (2008) obtiveram a remoção de 54,3% de N-nitrito por *E. crassipes* no tratamento de efluente de carcinicultura. Já em Sousa (2014), ao utilizar esta macrófita em experimento realizado com água de ETE, foi observado o aumento de  $0,010 \text{ mg.L}^{-1}$  para  $0,016 \text{ mg.L}^{-1}$ . Os autores explicaram este aumento devido à diminuição do oxigênio dissolvido devido à decomposição das folhas, impossibilitando o processo de nitrificação.

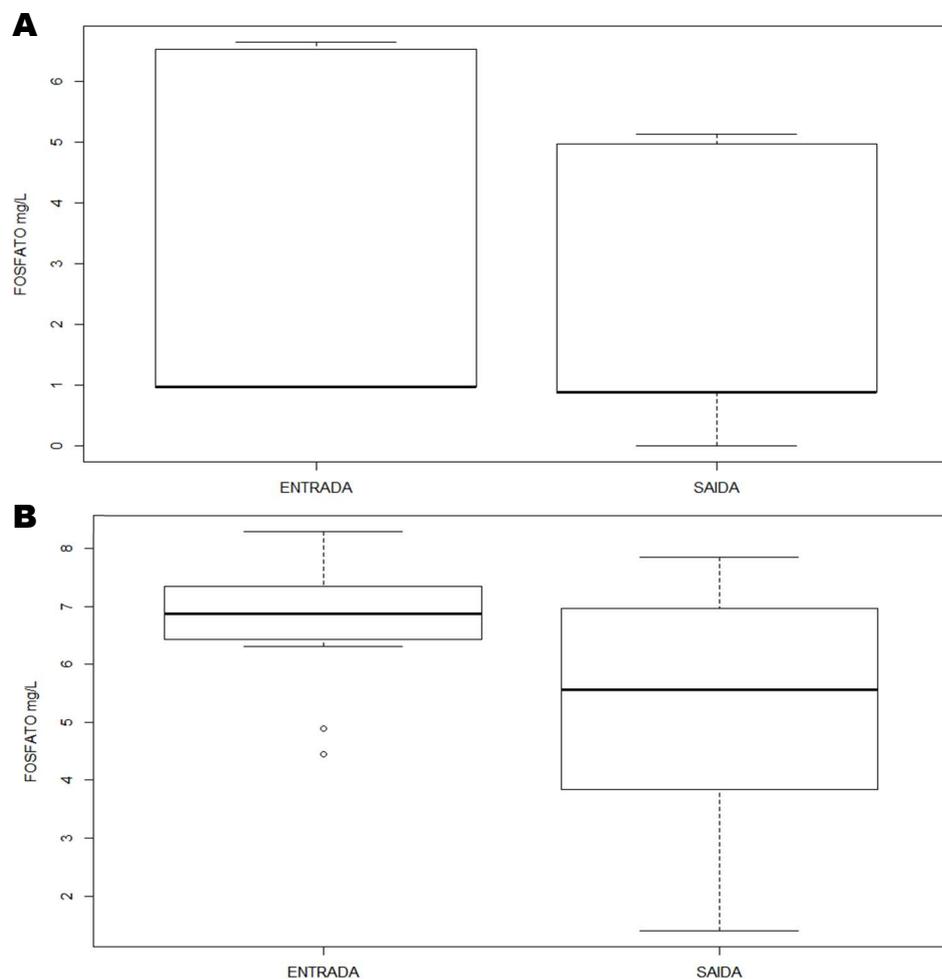
### Ortofosfato

As concentrações de ortofosfato foram mais elevadas no segundo período amostral, com a fitorremediação (DEPOIS), em virtude das chuvas mais intensas, como o observado para o nitrito. O fosfato é originado da decomposição de

substâncias orgânicas e encontrado nos sabões. Como registrado no capítulo 1 muitas águas cinzas não são coletadas, e alcançam os corpos hídricos, principalmente no período chuvoso. Quanto mais chuva, maior a lixiviação e maior a entrada de nutrientes no córrego.

Antes do biotratamento, as diferenças de concentração de ortofosfato na entrada e na saída do córrego não apresentaram diferenças significativas (Figura 41), calculado pelo teste WILCOXOM onde obteve o valor de  $p=0,4375$  (diferenças significativas com  $p\leq 0,05$ ). Enquanto, durante a fitorremediação (DEPOIS), ao calcular se há diferenças nas concentrações de ortofosfato neste córrego com a aplicação das macrófitas, utilizou-se do teste WILCOXOM, obteve-se o valor de  $p=0,0013$  demonstrando que há diferença significativa (diferenças significativas com  $p\leq 0,05$ ), demonstrando a capacidade de depuração aumentada para esta variável com a inserção da *E. crassipes* (Figura 41 B).

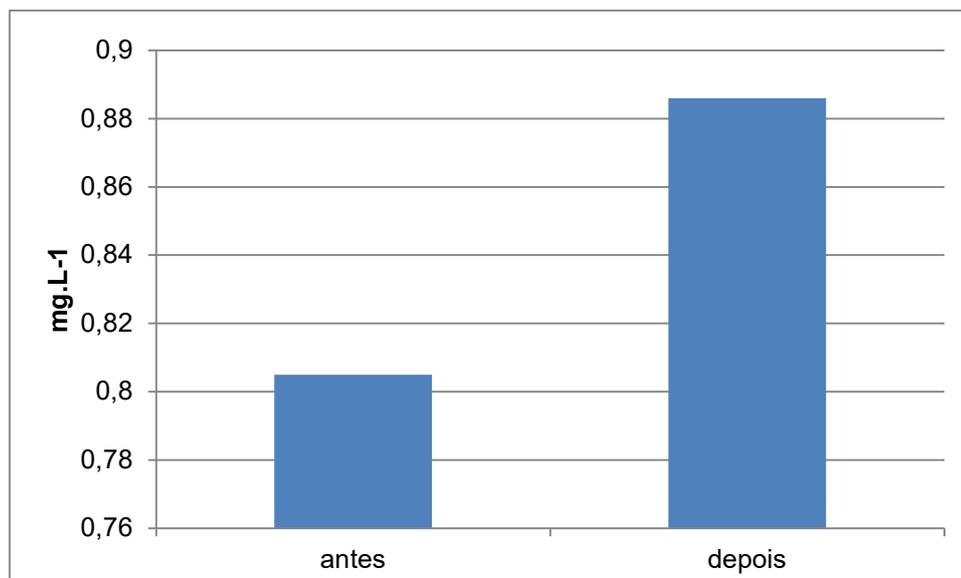
**Figura 41:** Concentrações de ortofosfato na entrada e na saída do córrego antes (A) e após (B) a instalação do biotratamento. ( $p$ -value =0,4375 antes e  $p$ -value =0,0013 depois)



Fonte: Dados da pesquisa

A capacidade de depuração na presença da *E. crassipes* foi maior (Figura 42). Crispim et al. (2009) ao realizarem o biotratamento com *E. crassipes* em água de açude não verificaram uma grande retirada de ortofosfato pela macrófita, no entanto Sousa (2014), em experimento realizado com água de ETE, observaram que esta espécie foi eficiente na retirada deste composto, obtendo a diminuição de 98,5% o que demonstra que a capacidade de absorção desta planta está diretamente relacionada com a concentração dos nutrientes na água, sendo mais eficiente na presença de esgotos (maiores concentrações). Isso foi registrado nesta pesquisa em que essa planta foi eficiente na remoção de ortofosfato de água.

**Figura 42:** Capacidade de depuração de ortofosfato pela fitorremediação com *Eichornnia crassipes* em período chuvoso, em um córrego urbano, em  $\text{mg.L}^{-1}$ .



Fonte: Dados da pesquisa

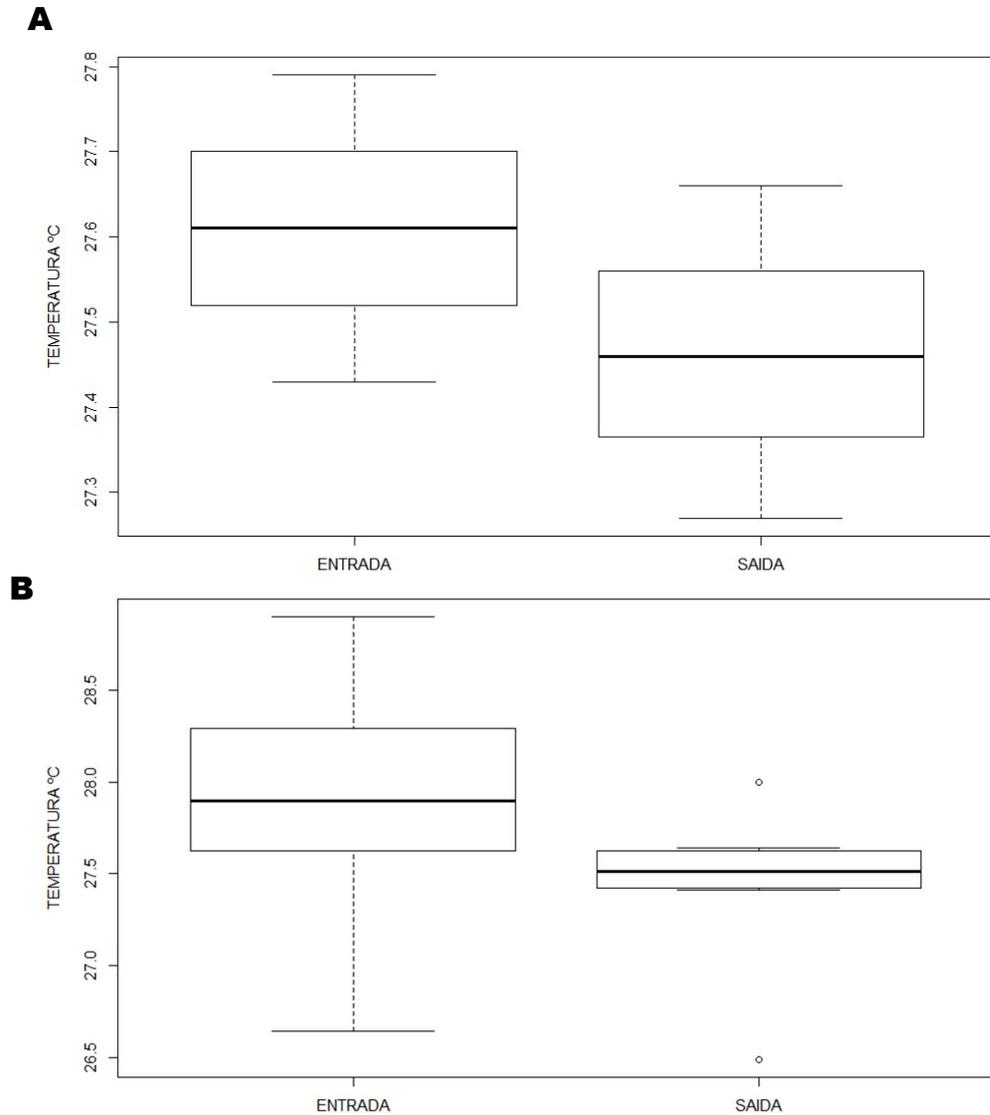
### Temperatura (°C)

A variação de temperatura no meio hídrico influencia nas interações biológicas e químicas. A diminuição da temperatura de um corpo hídrico pode prevenir a perda de oxigênio dissolvido (OD), pois são parâmetros inversamente proporcionais, auxilia nas interações ecológicas aquáticas e nas interações químicas (MANAHAN, 2013). Em meio aquático com alta carga nutricional, exemplo os efluentes residenciais, há um aumento da temperatura devido a intensa atividade microbiana, no entanto os efluentes industriais podem apresentar temperatura elevadas, segundo a sua origem,

necessitando, assim, de um processo de resfriamento antes de ser lançado em um corpo hídrico (DIAS, 2019).

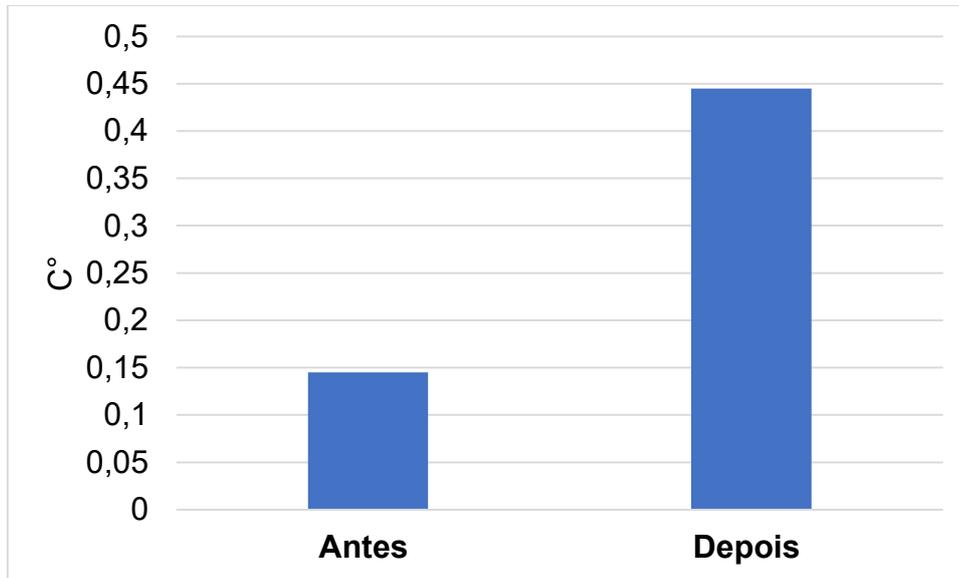
Os dados da temperatura deste estudo revelaram maior estabilização da temperatura com a aplicação das macrófitas. Pode-se verificar através da análise estatística dos dados obtidos se houve diferença significativa com o valor de  $p \leq 0,05$ , nos dados controle (ANTES) e nos dados da fitorremediação (DEPOIS). Como para este parâmetro os dados apresentou normalidade aplicou-se o TEST T PAREADO, onde, para o controle (ANTES) (Figura 43 A) obteve o valor de  $p=0,003596$  (muito significativo), e para a fitorremediação (DEPOIS) (Figura 43 B) o valor de  $p=0,007737$  (muito significativo), porém a amplitude das temperaturas no período DEPOIS foi menor, demonstrando uma maior homogeneidade dos valores após a inserção da *E. crassipes*. Águas com temperaturas mais amenas retêm mais oxigênio e favorece a sobrevivência da para a biota aquática.

**Figura 43:** Valores de Temperatura na entrada e na saída do córrego, antes (A) e após (B) a fitorremediação (p-value = 0,003596 antes e 0,0077737 depois).



Na figura 44, observa-se que a capacidade de depuração do córrego estudado, para o parâmetro temperatura, foi maior com a presença das macrófitas *Eichornnia crassipes* promovendo uma maior capacidade de resfriamento do corpo hídrico. No qual, através do resfriamento e homogeneidade dos valores, corrobora com a manutenção das concentrações de oxigênio dissolvido na coluna de água (MANAHAN, 2013).

**Figura 44:** Capacidade de depuração da temperatura pela fitorremediação com *Eichornnia crassipes* em período chuvoso, em um córrego urbano, em C°.



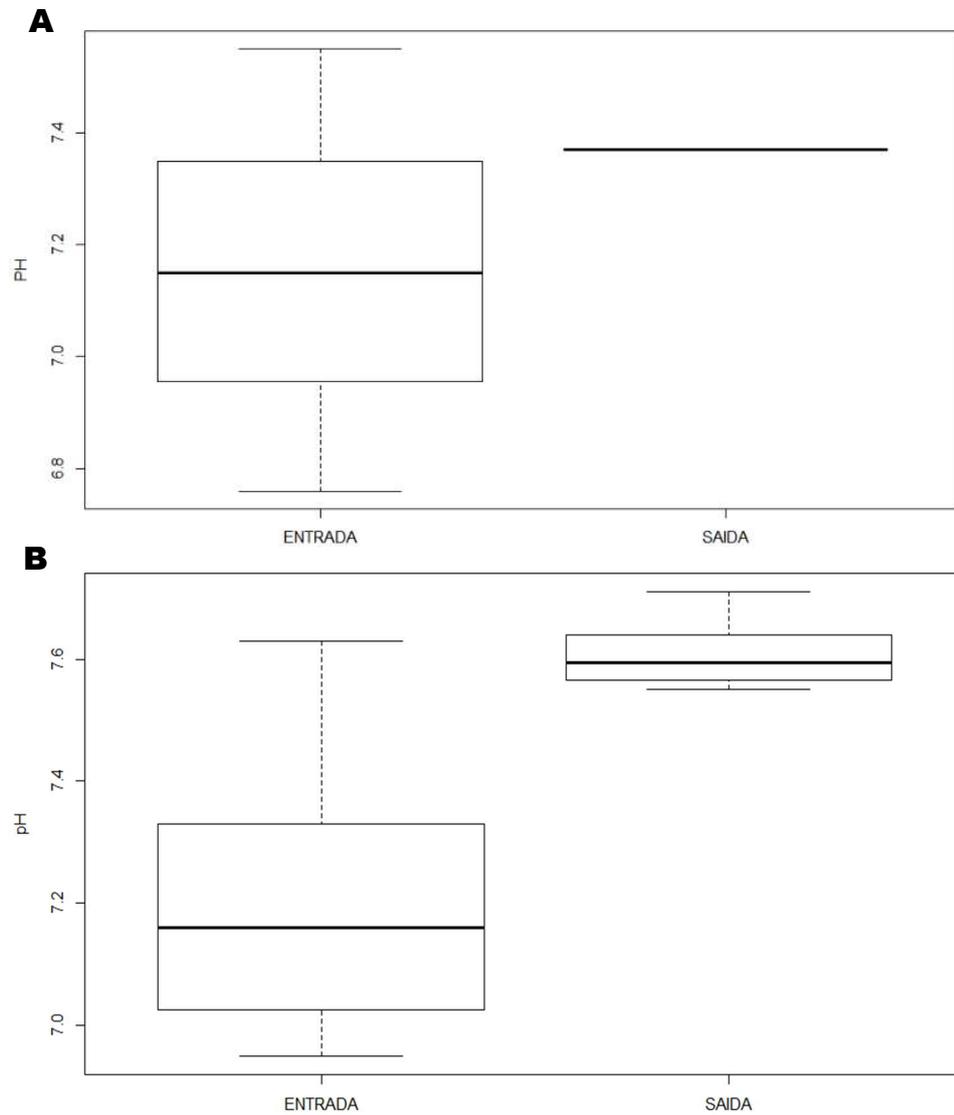
Fonte: Dados da pesquisa

Organismos aquáticos são sensíveis a variações de temperatura, em virtude de a água apresentar um elevado calor específico, o que significa que é necessário uma grande quantidade de energia para alterar em 1°C a temperatura da água (ESTEVES, 1998).

## pH

Através da análise dos dados coletados no córrego estudado, no tocante o parâmetro potencial Hidrogeniônico (pH), verificou-se a se houve diferença nos dados de ENTRADA e SAÍDA do córrego com a presença da macrófitas, realizou-se testes estatísticos, segundo a normalidade dos dados (Figura 45). Nas amostras de controle (ANTES), foi realizado o TESTE T-PAREADO que obteve o valor de  $p=0,4424$ , não significativo. Nas amostras do período de fitorremediação (DEPOIS) foi realizado o TESTE WILCOXON, com o valor de  $p=0,02071$ , apresentando diferença significativa. Este resultado reflete que aplicação da macrófita *E. crassipes* proporcionou a fitorremediação do córrego, apresentando uma maior homogeneidade do seu pH, que permaneceu dentro do limete estabelecido para corpos hídricos de Classe 1 que é o pH entre 6,0 a 9,0, determinado na Resolução CONAMA 357/2005.

**Figura 45:** Valores de pH na entrada e na saída do córrego, antes (A) e após (B) a fitorremediação  $p\text{-value} = 0,4424$  antes e  $p\text{-value} = 0,0207$  depois.

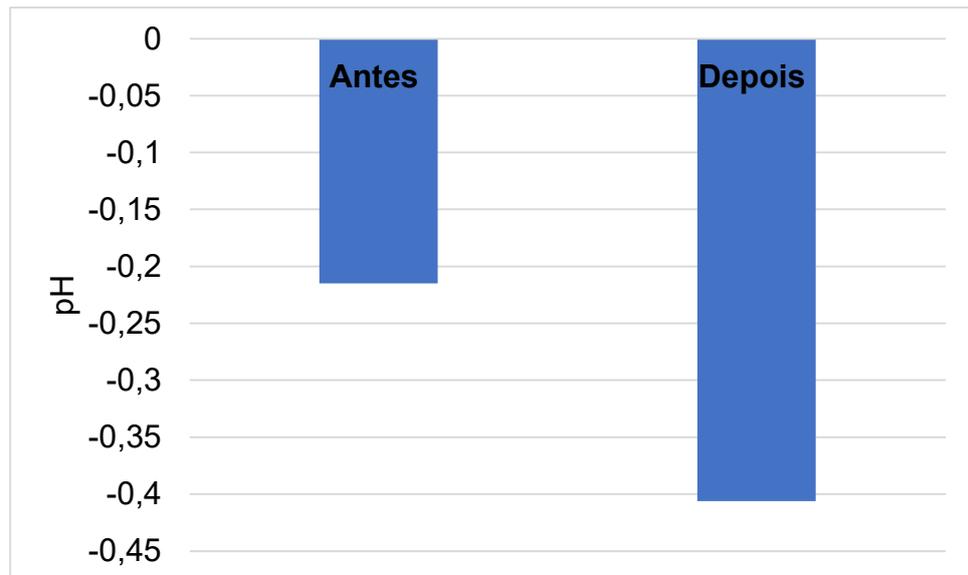


Fonte: Dados da pesquisa

Sousa (2014) ao realizar teste estatístico em sua pesquisa de fitorremediação com a macrófita *E. crassipes*, o parâmetro pH foi um dos três parâmetros que deram significativo ( $p \leq 0,05$ ), comparando com o controle. No entanto, o pH na presença das macrófitas, no experimento citado, diminuiu para cerca de 4,5 (SOUSA, 2014), enquanto, nesta pesquisa, ficou mais elevado. O fato de não ter toda a superfície coberta por plantas, sombreando a água e permitindo outras interações entre fatores bióticos e abióticos, pode ter permitido que o pH não se tornasse ácido. Esse comportamento foi descrito por Esteves (1998), quando afirmou que no processo de fotossíntese, através da assimilação do  $\text{CO}_2$ , efetuado pela interação das comunidades aquáticas, como as microalgas, pode aumentar o pH do meio. Contudo

o mesmo autor afirmou que os processos de oxidação biológica, como a nitrificação podem gerar íons de hidrogênio e diminuir o pH do meio, assim como o processo de decomposição (ESTEVEES, 1998).

**Figura 46:** Capacidade de depuração de pH pela fitorremediação com *Eichornnia crassipes* em período chuvoso, em um córrego urbano.



Fonte: Dados da pesquisa

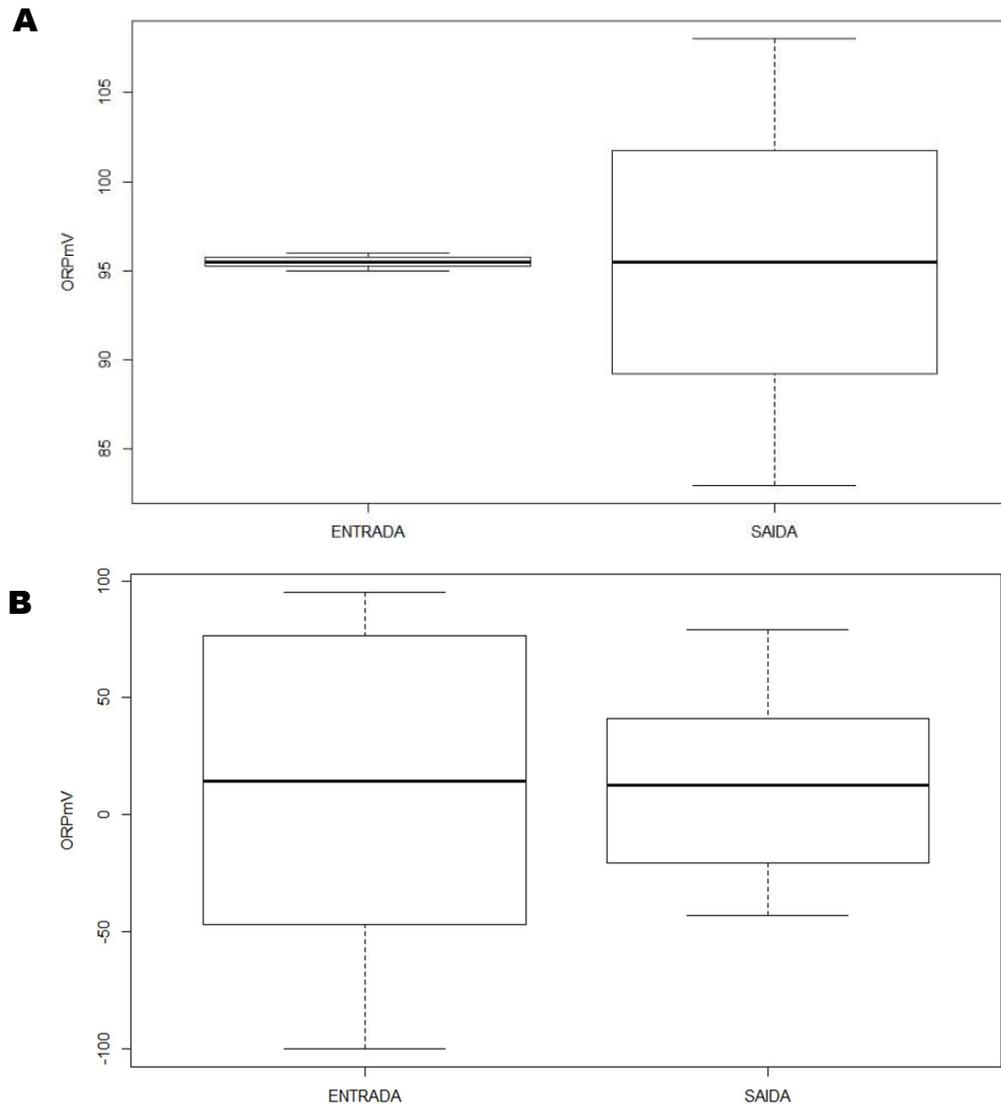
Ao observar a figura 46, representando a capacidade de auto depuração do córrego estudado no tocante ao parâmetro pH, verificou-se que os resultados foram negativos tanto no controle (ANTES) como na fitorremediação (DEPOIS) demonstrando que houve incorporação durante o percurso do córrego. Porém, durante a fitorremediação (DEPOIS), esta incorporação foi maior, o que revela que no meio aquático a macrófita atuaram recebendo íons de  $H^+$  direcionando o pH para a basicidade (MANAHAN, 2013).

### Potencial de oxirredução (ORP)

O potencial de oxidação e redução são essenciais para as interações aquáticas, quanto maior o ORP maior a qualidade da água, pois uma de suas funções é a influência na capacidade de fotossíntese dos organismos (MANAHAN, 2013). No Córrego da Comunidade Doce mãe de Deus, encontra-se pouca variação das médias dos valores obtidos em campo antes e depois do biotratamento (Figura 47), com  $p=1$ ,

e 0,8742 respectivamente. Este valores de p foram obtidos através do cálculo estatístico TEST T PAREADO para os dois períodos, controle (ANTES) e fitorremediação (DEPOIS).

**Figura 47:** Valores de potencial de oxidação e redução (ORP) na entrada e na saída do córrego, antes (A) e depois (B) da fitorremediação.  $p\text{-value} = 1$  antes e  $p\text{-value} = 0,8742$  depois.



Fonte: Dados da pesquisa

Observando a representação gráfica dos dados no formato de boxplot (Figura 47), verifica-se, que nas amostras de controle (ANTES), o córrego naturalmente modifica a amplitude dos valores de ORP (Figura 47, A), porém, com a presença das macrófitas (DEPOIS) essa amplitude é diminuída, mesmo que as medianas estejam em valores semelhantes. Há nos dois períodos uma forte atividade elétrons, que

contribuem nas funções redutora e oxidante dos íons presentes no córrego, proporcionando processos como a conversão do íon amônio em nitrato, como a natureza de outros solutos presentes na água (MANAHAN, 2013).

**Figura 48:** Capacidade de depuração do Potencial de Oxidação e Redução (ORP) pela fitorremediação com *Eichornnia crassipes* em período chuvoso, em um córrego urbano.



Fonte: Dados da pesquisa

Na Figura 48, observa-se a capacidade de depuração do ORP no período do controle (ANTES) e da aplicação da fitorremediação (DEPOIS). Nota-se que no período de controle (ANTES) não houve depuração, porém com a ação das macrófitas (DEPOIS) houve uma incorporação deste parâmetro no meio aquático, potencializando a melhora dos parâmetros químicos como o pH e outras interações químicas presentes na dinâmica hidrológica do córrego.

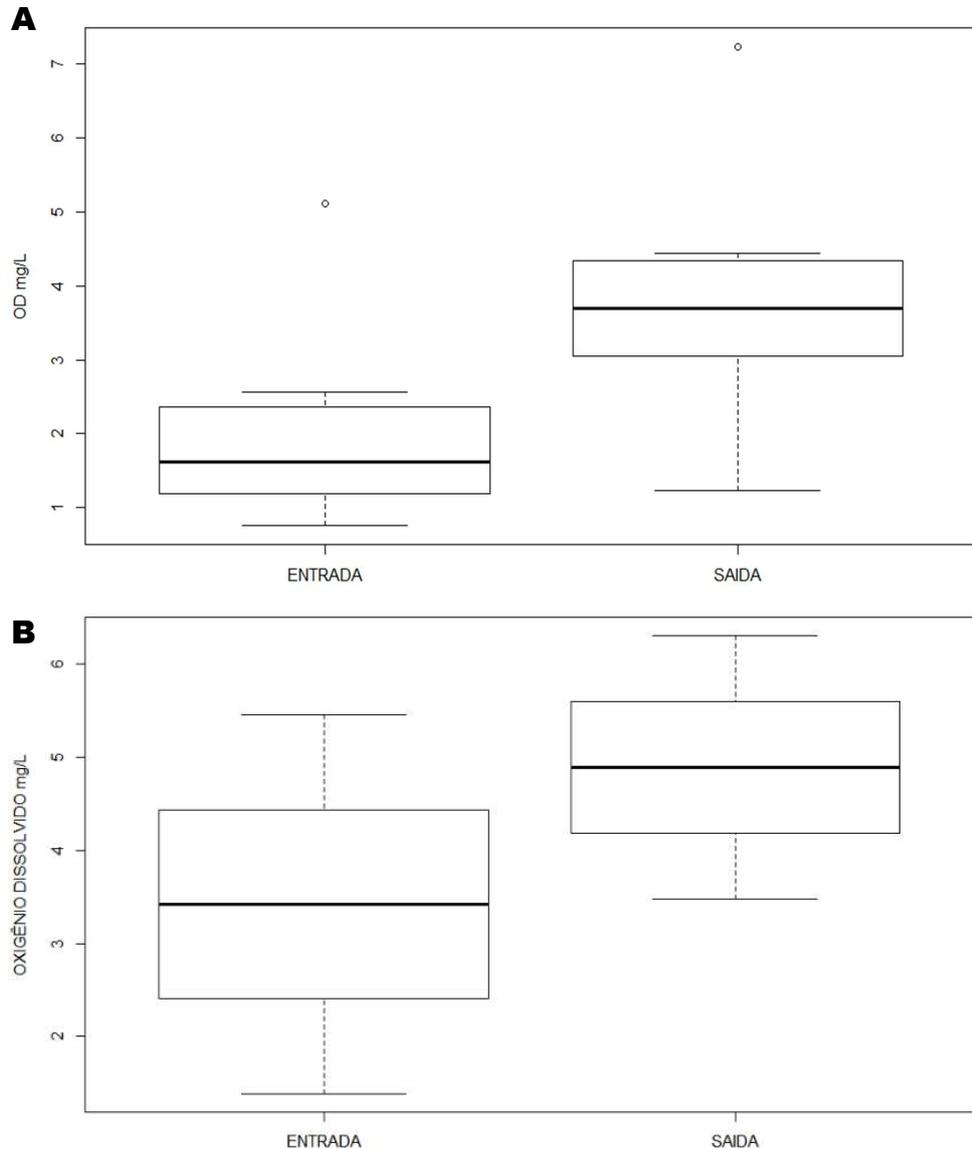
### Oxigênio Dissolvido (OD)

As concentrações de oxigênio dissolvido (Figura 49) foram analisadas estatisticamente no intuito de verificar se ocorrem diferenças significativas nos períodos estudados, investigando a ação fitorremediadora da *E. crassipes* para este parâmetro. Para tanto foram realizados o TEST T PAREADO nos dois períodos obtendo o valor de  $p=0,05391$  para o controle (ANTES) e  $p= 8.933 \times 10^{-5}$  para a fitorremediação (DEPOIS). Estes valores de  $p$  demonstram que nos dois períodos há diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ), pois identificou-se que a oxigenação do corpo hídrico

no período controle (ANTES), se dá pela presença de pequenos desníveis no solo do córrego, como a presença de pedras, que formam pequenas quedas de água, proporcionando uma aeração mecânica. Já com a presença das macrófitas (DEPOIS), a diferença dos valores de entrada e saída do córrego foram muito significativas (valor de  $p < 0,001$ ), revelando que a presença da *E. crassipes* auxiliou na oxigenação do sistema aquático. Provavelmente, o maior contribuidor para a realização da fotossíntese não tenha sido propriamente a planta, visto que é uma espécie flutuante, pois suas folhas estão em contato com o ar e não a água mas liberando o oxigênio no ar. Sousa (2014) afirma que apesar do sistema radicular da *E. crassipes* liberar algum oxigênio na água, a maior contribuição é o biofilme fixado nas raízes da macrófita, este possui uma comunidade de microorganismos, como as microalgas, que por competição, consomem os nutrientes e liberam oxigênio na coluna de água.

Petrúcio e Esteves (2000), em seu experimento controlado com baixas concentrações de nutrientes, obteve 1,0 % de saturação de OD com a ação da *E. crassipes*. Sousa (2014) utilizando a mesma espécie de macrófita para biotratamento de efluente urbano verificou que enquanto no controle o OD passou de 7,90 mg/L para 0,0 (após 40 dias), na fitorremediação passou de 7,90mg/L para 2,76 mg/L.

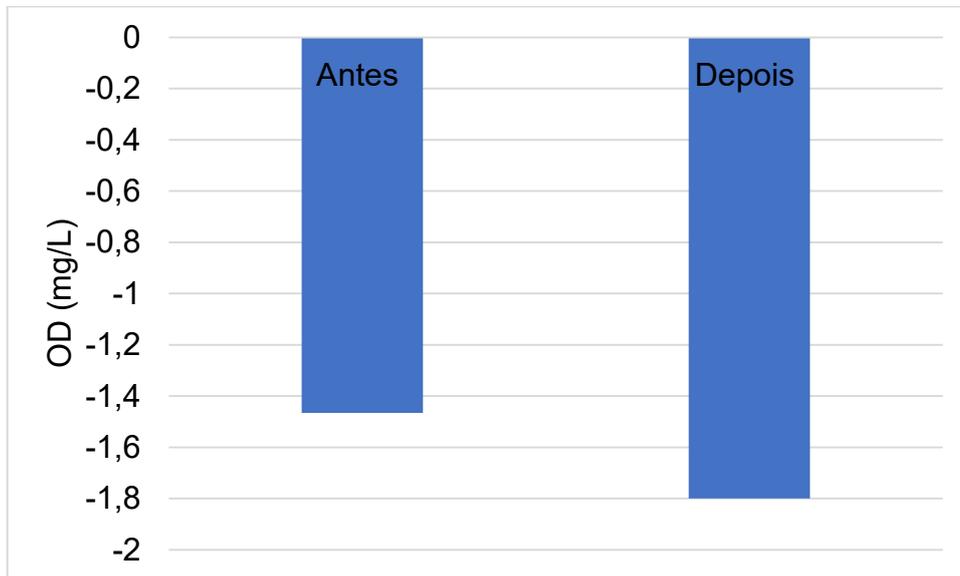
**Figura 49:** Concentrações de Oxigênio Dissolvido na entrada e na saída do córrego, antes (A) e depois (B) da fitorremediação  $p\text{-value} = 0,05391$  antes e  $p\text{-value} = 8.933e^{-05}$  depois.



Fonte: Dados da pesquisa.

Ao observar a representação gráfica na figura 49, verificamos as amplitudes dos valores e que no período de controle (ANTES) as concentrações de OD estão fora do permitido para a classe 1 do Rio Cuiá (Figura 49 A), contudo no período da fitorremediação (DEPOIS), há valores dentro do permitido mas sua mediana está abaixo de 6mg/L (Figura 49 B). Pela Resolução CONOMA 357/2005 as concentrações permitidas de OD não devem ser inferiores a 6 mg/L em um corpo hídrico Classe 1, por isso com a fitorremediação o córrego está, em parte, dentro do permitido. Necessitaria de uma ação maior para se adequar ao ideal, uma solução seria dobrar o número de módulos com macrófitas.

**Figura 50:** Capacidade de depuração do Oxigênio Dissolvido (OD) pela fitorremediação com *Eichornnia crassipes* em período chuvoso, em um córrego urbano, em mg/L.



Fonte: Dados da pesquisa

Observa-se a capacidade de depuração do OD na Figura 50, que nos dois períodos analisados ocorreu incorporação de oxigênio no corpo hídrico, com uma maior quantidade no período da fitorremediação (DEPOIS). Portanto a ação da macrófita aumenta os níveis de e OD, possibilitando uma maior qualidade hídrica e abrangendo as espécies que podem habitar este córrego.

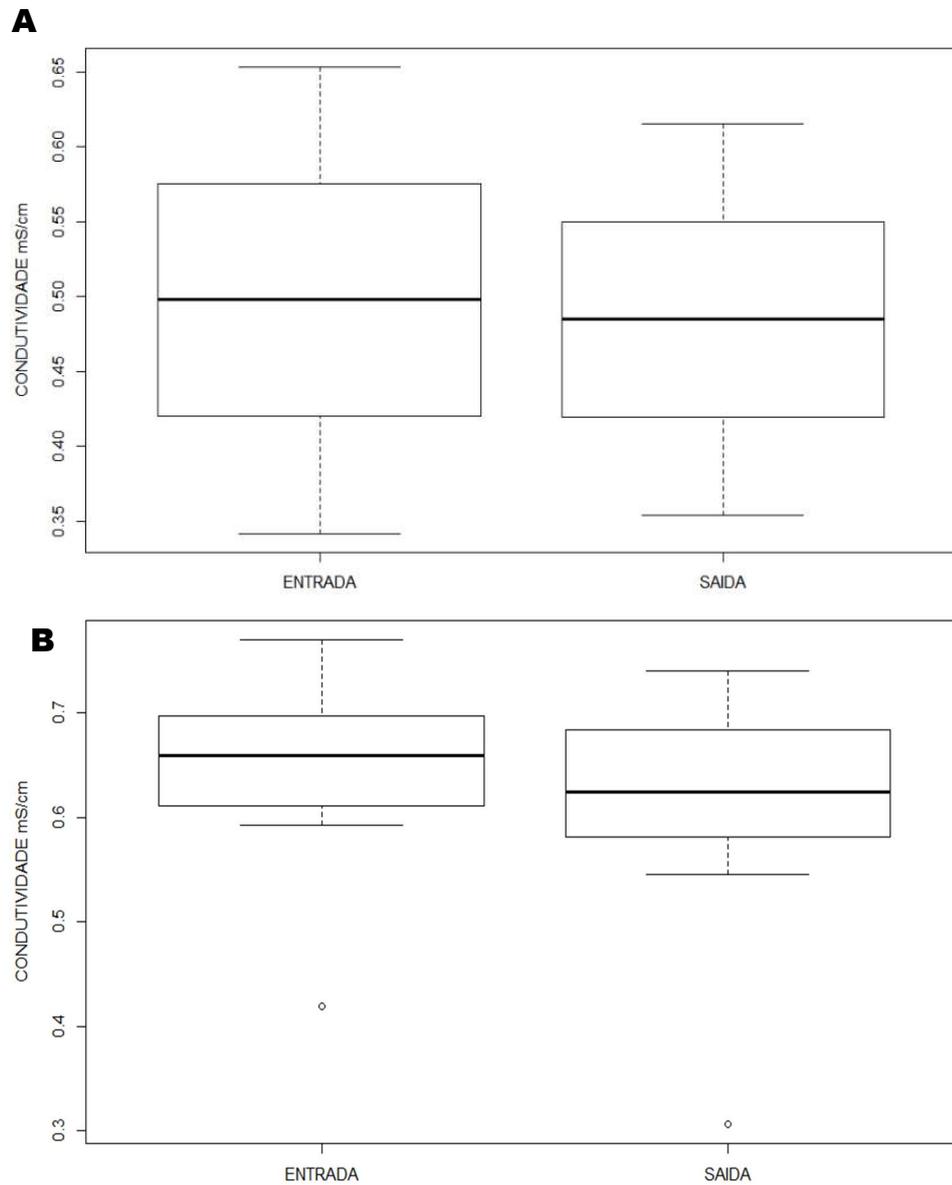
### Condutividade

A condutividade elétrica é uma análise que reflete a quantidade de sais minerais presentes no ambiente, quanto mais poluentes, maior a quantidade de sais, logo mais elevada a condutividade elétrica. O esgoto é rico em sais minerais liberados pela decomposição, logo espera-se que águas contaminadas com efluente doméstico, submetidos a fitorremediação, apresentem diminuição nestes sais minerais, portanto diminuição da condutividade.

Realizou-se testes estatístico dos dados obtidos, o TEST-T PAREADO para os dados de controle (ANTES), e o teste WILCOXON para os dados da fitorremediação (DEPOIS), considerando que há diferenças significativas quando  $p \leq 0,05$ . Antes e após a aplicação de macrófitas no córrego estudado não se verificaram grandes

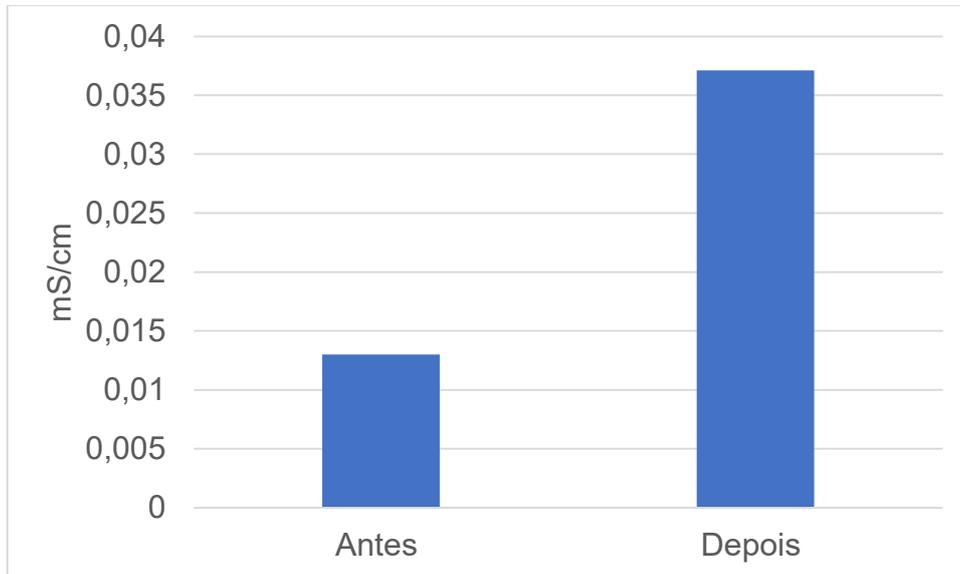
diferenças entre os valores de condutividade elétrica na entrada e saída do córrego (Figura 51), isto foi verificado com o valor de  $p= 0,4628$  para o controle (ANTES), demonstrando que as médias dos valores nas amostra de controle (ANTES), na entrada e na saída, não ocorreram alterações com significância à probabilidade do estudo. Nos dados da fitorremediação (DEPOIS) a diferença entre montante e jusante do biotratamento passou a ser significativo com  $p=0,03906$ , demonstrando que há ação fitorremediadora da macrófita aplicada. No experimento de Sousa (2014), a condutividade elétrica também apresentou diferenças significativas entre o tratamento com *E. crassipes* (houve diminuição de 881,8 ms/cm para 162,6 ms/cm apos 40 dias) e o controle.

**Figura 51:** Concentrações da Condutividade na entrada e na saída do córrego, antes (A) e depois (B) da fitorremediação p-value = 0,46 antes e 0,04 depois.



Na figura 52 observa-se a capacidade de depuração da condutividade antes e durante a fitorremediação. Com a presença da macrófita houve o dobro da depuração da condutividade elétrica em relação ao período de controle (ANTES), promovendo retirada dos sais minerais da água favorecendo a qualidade hídrica.

**Figura 52:** Capacidade de depuração da Condutividade pela fitorremediação com *Eichornnia crassipes* em período chuvoso, em um córrego urbano, em mS/cm.



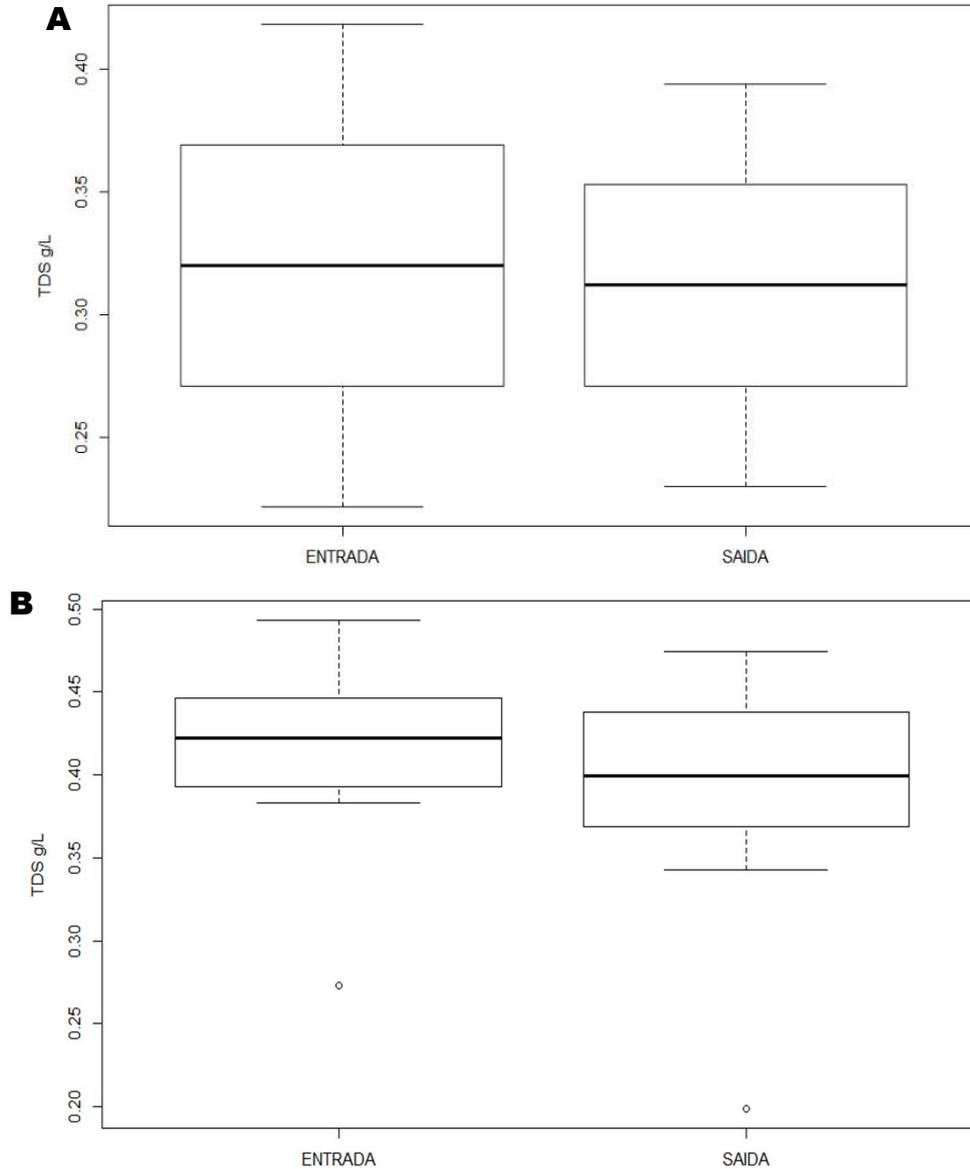
Fonte: Dados da pesquisa

### Sólidos Totais Dissolvidos (TDS)

Os sólidos totais dissolvidos são o resultado de incorporação de matéria orgânica dissolvida após a decomposição, logo espera-se que suas concentrações sejam menos elevadas em água menos poluídas.

Neste estudo foi realizada análises estatísticas no intuito de verificar qual o nível de significância entre a entrada e saída do córrego, onde há diferenças significativas quando  $p \leq 0,05$ . Para tanto, foi aplicado o TESTE -T PAREADO, para os dados de controle (ANTES) onde obteve o valor de  $p=0,4778$  e para os dados da fitorremediação (DEPOIS) foi aplicado o teste WILCOXON e obteve o valor de  $p=0,03547$ . Analisando esses resultados foi possível verificar que antes da fitorremediação não se verificava diferença entre a entrada e a saída do córrego, mas após a inserção da *E. crassipes* verificou-se diferença significativa, sendo os valores de condutividade elétrica mais elevados na entrada que na saída (Figura 53), demonstrando ter havido absorção de sais pelas plantas.

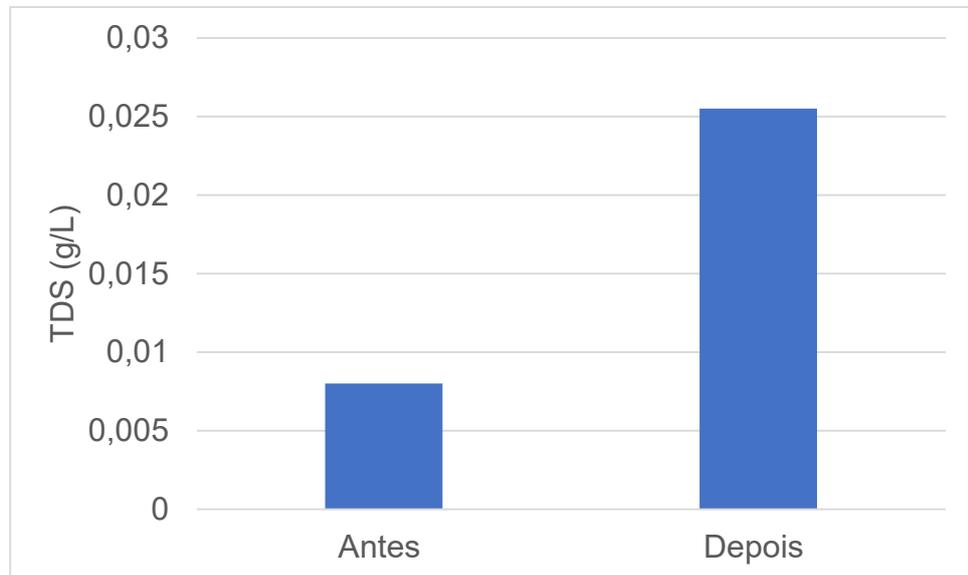
**Figura 53:** Concentrações de Sólidos Tótais Dissolvidos (TDS) na entrada e na saída do córrego, antes (A) e após (B) a fitorremediação p-value =0,48 antes e 0,04 depois.



Fonte: Dados da pesquisa

Na Resolução CONOMA 357/2005 determina que as concentrações permitidas de TDS em um corpo hídrico Classe 1 são até 500mg/L. Observa-se na Figura 53, tanto no controle (ANTES) (Figura 53 A) quanto na fitorremediação (DEPOIS) (Figura 53 B), os valores estão dentro do permitido na resolução.

**Figura 54:** Capacidade de depuração do Sólidos Totais Dissolvidos (TDS) pela fitorremediação com *Eichornnia crassipes* em período chuvoso, em um córrego urbano, em g/L.



Fonte: Dados da pesquisa

Na figura 54, observa-se a capacidade de depuração do TDS no período de controle (ANTES) e no período com a fitorremediação (DEPOIS) implantada. Com a presença das macrófitas ocorreu uma retirada maior de sólidos, favorecendo a recuperação do corpo hídrico, e conseqüentemente a carga de poluentes será menor no leito do Rio Cuiá, favorecendo as suas interações ecológicas.

## Propostas para a restauração de rios através da fitorremediação em córregos

Como se sabe que os rios incorporam esgotos ao longo de seu percurso, controlar essas entradas é essencial para obter como resultado a melhoria dos rios de maiores dimensões. Inserir saneamento básico com coleta e tratamento de esgoto pode ser um processo demorado nas prefeituras e nem sempre tido como prioritário, dessa forma, alternativas de baixo custo e de fácil execução podem ser a solução para restaurar rios poluídos por esgotos, como é o caso do Rio Cuiá (REIS, 2018).

A fitorremediação com o uso da macrófita *E. crassipes* demonstrou ser eficiente na diminuição de uma grande gama de nutrientes, como nitrito, nitrato, ortofosfato e no aumento do oxigênio dissolvido, todos parâmetros que demonstraram maior eficiência no processo de depuração em um rio. Dessa forma, pode-se estimar que com a presença de *E. crassipes* no córrego da Comunidade Doce Mãe de Deus, foi possível evitar que chegasse no Rio Cuiá a quantidade de 81 mg.m<sup>-3</sup> de fosfato e 52 mg.m<sup>-3</sup> de nitrato. Ambos os nutrientes são indutores de eutrofização em ambientes aquáticos.

Considerando que este córrego que atravessa a comunidade é responsável pela coleta e transporte de esgotos na sua sub-bacia de drenagem, se somarmos com os outros córregos que alimentam o Rio Cuiá isso seria potencializado e a quantidade de nutrientes que alcançam o rio seria muito menor, permitindo que o mesmo se restaurasse por si só.

Analisando a Figura 02 (pág.17) é possível ver que o Rio Cuiá apresenta 10 afluentes que recebem drenagem de áreas urbanizadas, se em cada afluente desse fosse instalado um sistema de fitorremediação com *E. crassipes*, seriam evitados no Rio Cuiá cerca de 0,8 g.m<sup>-3</sup> de fosfato e 0,52 g.m<sup>-3</sup> de nitrato. Isso seria uma importante contribuição para a restauração do Rio Cuiá, que ao longo do seu leito, seria capaz de conseguir depurar o restante dos nutrientes, por serem em muito menor quantidade.

O custo de fitorremediação seria apenas a colocação das plantas, e a estrutura de tela de plástico, que foi utilizada para que as mesmas não fossem carreadas pela correnteza e as cordas para fixação destas nas margens, que neste estudo o orçamento gasto foi de R\$10,00 (dez reais).

Seria importante que as comunidades ribeirinhas se envolvessem no processo, para que uma gestão participativa tivesse um efeito mais duradouro e eficiente,

servindo para aumentar a sensibilização ecológica dessas pessoas, ao mesmo tempo em que aumentaria o seu empoderamento, visto que veriam que seriam capazes de melhorar a qualidade de água do rio.

#### 4. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos constatou-se que este córrego que passa na Comunidade Doce Mãe de Deus, que é ligado da rede de drenagem pluvial, possui características de esgoto doméstico e está em desacordo com o enquadramento desse trecho do Rio Cuiá, Classe 1, que não permite lançamento de efluentes, segundo a diretriz da SUDEMA a DZS 208/88.

Conclui-se com esta pesquisa, que se todos os córregos que trazem esgoto até os rios urbanos fossem tratados com fitorremediação com *E. crassipes*, a entrada de nutrientes nestes corpos hídricos seriam altamente reduzidas, levando à restauração destes ambientes, visto que a maior fonte de contaminação são os esgotos (REIS, 2018).

Apesar de ser um ambiente aquático lótico, apenas com quatro pontos de fitorremediação obteve-se que vários parâmetros reduziram suas concentrações melhorando a qualidade à água, como nitrito, nitrato, ortofosfato, temperatura, pH e condutividade. Porém para o parâmetro oxigênio dissolvido (OD), que teve a maior significância nas análises estatísticas, não foi o bastante para adequar as concentrações para o valor determinado pela Resolução CONOMA 357/2005, o ideal seria colocar um maior número de módulos com a *E. crassipes* no córrego estudado.

A fitorremediação em efluentes possibilita a melhoria da qualidade ambiental ao ser aplicado nos pontos de lançamento de efluentes, reduzindo a carga orgânica que alcança o rio principal.

Com a fitorremediação com *E. crassipes* reduziu-se a entrada no Rio Cuiá de 81 mg.m<sup>3-1</sup> de fosfato e de 52 mg.m<sup>3-1</sup> de nitrato, nutrientes indutores de eutrofização, ao mesmo tempo em que aumentaram os valores medianos de oxigênio dissolvido de 3,5 mg.L<sup>-1</sup> para cerca de 5 mg.L<sup>-1</sup>.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo abrange a dimensão socioambiental de um impacto ambiental negativo efetuando um biotratamento com o objetivo de mitigar o lançamento de esgoto doméstico em Rio de Classe 1.

Em entrevista com os membros da Comunidade Doce Mãe de Deus, constatou-se que dentre os membros que não possuem sistema de coleta de esgoto, 75% possuem fossas, no qual, 65% delas nunca foram esgotadas, logo poluem o ambiente.

Foi diagnosticado que a população atingida, os membros da Comunidade Doce Mãe de Deus, incomodam-se com os problemas ambientais existentes na sua sede, porém tanto não os identificam adequadamente, como não os buscam saná-los. No entanto, estão dispostos a colaborar em um projeto ambiental em suas localidades.

Ao aplicar a fitorremediação no córrego que atravessa a comunidade verificou-se que a macrófita *E. crassipes* teve ação positiva em ambiente lótico na diminuição dos seguintes parâmetros: nitrito, nitrato, ortofosfato, temperatura, pH, condutividade e aumento de oxigênio dissolvido.

A fitorremediação em ambientes lóticos é viável para a recuperação de rios urbanos, pois impede que grande carga de nutrientes seja despejada nos rios receptores, no caso desta pesquisa o Rio Cuiá, evitando a eutrofização.

Com o enquadramento em Classe 1, no trecho estudado, o Rio Cuiá deveria ter mais ações de recuperação e despoluição, como reflexo do cumprimento da responsabilidade sobre o Rio, na busca desta meta do seu enquadramento. Ressalta-se que o Rio Cuiá é de extrema importância para a manutenção do microclima, da fauna e flora local.

Portanto, as comunidades ribeirinhas podem ser capacitadas para manter sistemas de fitorremediação no riacho, córregos e rios urbanos, mesmo os que são esgotos a céu aberto, contribuindo ativamente com a despoluição dos rios.

## REFERÊNCIAS

BARSANO, Paulo Roberto; BARBOSA, Rildo Pereira; VIANA, Viviane Japiassú. **Poluição ambiental e saúde pública**. São Paulo: Érica, 2014. 128 p. (Eixos).

BRASIL. **Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005**. n. 53, p. 58-63. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2017.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de águas. Ministério do Meio Ambiente. **Panorama do enquadramento dos corpos d'água do Brasil, e, Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil: Caderno de Recursos Hídricos, 5**. Brasília: Ana, 2007. 124 p. Disponível em: [http://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/PANORAMA\\_DO\\_ENQUADRAMENTO.pdf](http://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/PANORAMA_DO_ENQUADRAMENTO.pdf). Acesso em: 22 jul. 2017.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Brasília, DF: Casa Civil, Disponível em: <https://www.ana.gov.br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-sre/alocacao-de-agua/oficina-escassez-hidrica/legislacao-sobre-escassez-hidrica/uniao/lei-no-11-445-2007-saneamento-basico/view>. Acesso em: 21 maio 2019.

\_\_\_\_\_. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.. **Resolução no 430, de 13 de Maio de 2011**. DOU, BRASIL, 16 maio 2011. n. 92, p. 89. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 27 jun. 2019.

\_\_\_\_\_, Agência Nacional de Águas. **Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas**. Brasília: Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2017. 88 p. Disponível em: <<http://atlasesgotos.ana.gov.br/>>. Acesso em: 13 jan. 2019.

\_\_\_\_\_, Agência Nacional das Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2018: Informe Anual**. Brasília: Ana, 2018. 72 p. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/portal/publicacao/Conjuntura2018.pdf>>. Acesso em: 06 jul. 2019.

CRISPIM, Maria Cristina Basílio et al. Nutrient uptake efficiency by macrophyte and biofilm: practical strategies for small-scale fish farming. : practical strategies for small-scale fish farming. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Rio Claro, v. 21, n. 4, p. 387-391, nov. 2009.

DIAS, Reinaldo. Gestão Ambiental: **Responsabilidade Social e Sustentabilidade**. 3. ed. – [3. reimpr.]. São Paulo: Atlas, 2019. Minha Biblioteca. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597011159/>

ESTEVEES, Francisco de Assis. **Fundamentos de Limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 606 p.

HENRY-SILVA, Gustavo Gonzaga; CAMARGO, Antônio Fernando Monteiro. Tratamento de efluentes de carcinicultura por macrófitas aquáticas flutuantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 2, p.181-188, 01 fev. 2008. Mensal. Disponível em: <<https://www.rbz.org.br/article/treatment-of-shrimp-effluents-by-free-floating-aquatic-macrophytes/>>. Acesso em: 13 maio 2018.

LAMEGO, Fabiane Pinto; VIDAL, Ribas Antonio. FITORREMEDIAÇÃO: PLANTAS COMO AGENTES DE DESPOLUIÇÃO? **Pesticidas**: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente, Curitiba, v. 17, n. 1, p. 09-18, jan. 2007. Anual. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/pesticidas/article/view/10662>. Acesso em: 24 ago. 2017.

LIMA, José Ronaldo Oliveira; SANTOS, Érica Luana Nunes dos; MEDEIROS, Jassio Pereira de. SANEAMENTO E SAÚDE PÚBLICA: ANÁLISE DAS RELAÇÕES ENTRE INDICADORES NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**: RMS, Natal, v. 7, n. 2, p.134-151, 2017. Quadrimestral. Disponível em: <<http://www.revistaseletronicas.fmu.br/index.php/rms/article/view/1274>>. Acesso em: 13 jun. 2017.

MANAHAM, Stanley E.. **QUÍMICA AMBIENTAL**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 912 p. Tradução Felix Nonenmacher.

MARTELO, Jorge; BORRERO, Jaime A. Lara. Macrófitas flotantes en el tratamiento de aguas residuales: una revisión del estado del arte. **Ingeniería y Ciencia, Ing. Cienc.**, Medellín, v. 8, n. 15, p.221-243, janeiro – junho de 2012. Semestral. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83524069011>>. Acesso em: 15 jan. 2017.

MILLER, G. Tyler. **Ciência Ambiental**. 11. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2007. 123 p. Tradução da 11ª edição Norte-Americana. Revisão técnica Welington Braz Carvalho Delitti.

PÉREZ, Jhazaira Mantilla. **BIOFILME E MACRÓFITAS COMO FERRAMENTA DE RECUPERAÇÃO EM ECOSISTEMAS AQUÁTICOS E TRATAMENTO DE ESGOTOS**. 2015. 160 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento - Prodema, Universidade Federal da Paraíba - UFPB, João Pessoa, 2015.

PETRUCIO, M. M.; ESTEVES, F. A.. Uptake rates of nitrogen and phosphorus in the water by Eichhornia crassipes and Salvinia auriculata. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 60, n. 2, p.229-236, maio 2000. Trimestral. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-71082000000200006>.

PINAFFI, C. D.; SANTOS, C. H.. Volatilization of ammonia in systems of treatment of swine manure with aquatic macrophytes. **Brazilian Journal Of Biology**, São Carlos, v. 79, n. 3, p.423-431, set. 2019. Trimestral. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.181476>.

REIS, André Luiz Queiroga et al. Avaliação do desempenho do índice de sustentabilidade pelo dashboard sustainability nas bacias hidrográficas dos rios Jaguaribe, Cabelo e Cuiá na cidade de João Pessoa (PB). **Gaia Scientia**, João Pessoa, v. 11, n. 2, p.177-202, 30 jun. 2017. Trimestral. Portal de Periódicos UFPB. <http://dx.doi.org/10.22478/ufpb.1981-1268.2017v11n2.33778>. Acesso em: 29 jan. 2018.

ROCHA, Mariana Ferreira; SANTOS, Bernadete; CARVALHO, Gilson Lemos de. A BIOTECNOLOGIA DOS JARDINS FILTRANTES DA DESPOLUIÇÃO DA LAGOA DA PAMPULHA / MG. **Revista Científica Semana Acadêmica**, Fortaleza, v. 1, n. 85, p. 1-11, 30 jun. 2016. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/artigo/biotecnologia-dos-jardins-filtrantes-da-despoluicao-da-lagoa-da-pampulha>. Acesso em: 24 ago. 2017.

SILVA, Jaqueline de Santana da; SANTOS, Shalene da Silva; GOMES, Felipe George Gatti. A biotecnologia como estratégias de reversão de áreas contaminadas por resíduos sólidos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental - REGET**, Santa Maria - RS, v. 18, n. 4, p. 1361-1370, dez. 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/14943>. Acesso em: 24 ago. 2017

SOUSA, Cyntya Eustáquio de. **AVALIAÇÃO DE SISTEMAS BIORREMEDIADORES EM EFLUENTES DA LAGOA FACULTATIVA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTOS DE ESGOTOS EM MANGABEIRA, JOÃO PESSOA/PB**. 2014. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - Prodema, Universidade Federal da Paraíba - UFPB, João Pessoa, 2014.

## **ANEXOS**





nunca encheu  até uma vez por ano  demora mais de ano para encher

8. Você separa, em sua casa o lixo orgânico do lixo seco?

SIM  NÃO

9. Você entende o que é compostagem?

SIM  NÃO

Se sim, descreva

---

10. Você sabe o nome deste Rio?

SIM  NÃO Se sim qual é? \_\_\_\_\_

11. Em uma palavra o que representa este Rio para você?

---

12. O que você entende por Natureza, em poucas palavras?

---

13. Para você de quem é a responsabilidade de cuidar do meio ambiente?

de todos

dos órgãos Públicos

do setor privado

14. Qual a sua frequência na comunidade Doce Mãe de Deus?

a.  diário

b.  até três vezes por semana

c.  semanal

d.  quinzenal

e.  mensal

**15. Qual a sua motivação para vir a comunidade Doce Mãe de Deus?**

- a)  Por motivos religiosos
- b)  Para praticar esportes
- c)  Para contemplar a paisagem
- d)  Outros \_\_\_\_\_

**16. Para você existem problemas ambientais na Comunidade Doce Mãe de Deus?**

SIM  NÃO

Quais? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**17. Você se incomoda com esses problemas Ambientais**

a.  Sim. Por que?

b.  Não. Por que?

**18. Se houvesse uma maneira de melhorar a qualidade ambiental você gostaria de participar?**

Sim  Não