



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ - UFPI  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO - PRPG  
NÚCLEO DE REFERÊNCIAS EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS DO TRÓPICO  
ECOTONAL DO NORDESTE - TROPEN  
PROGRAMA REGIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E  
MEIO AMBIENTE - PRODEMA  
MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE - MDMA**

**GIOVANNA SANTOS DE SOUZA**

**CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA DO RIO ÁGUA DOCE E PERCEPÇÃO  
AMBIENTAL DE PESCADORES DO MUNICÍPIO DE ÁGUA DOCE DO  
MARANHÃO, MARANHÃO, BRASIL**

**TERESINA - PI  
2020**

GIOVANNA SANTOS DE SOUZA

**CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA DO RIO ÁGUA DOCE E PERCEPÇÃO  
AMBIENTAL DE PESCADORES DO MUNICÍPIO DE ÁGUA DOCE DO  
MARANHÃO, MARANHÃO, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (Mestrado) da Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/ TROPEN /UFPI), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de Concentração: Desenvolvimento do Trópico Ecotonal do Nordeste. Linha de Pesquisa: Biodiversidade e Utilização Sustentável dos Recursos Naturais.

**Orientadora:** Profa. Dra. Ivanilza Moreira de Andrade  
**Coorientadora:** Profa. Dra. Ruceline Paiva Melo Lins

FICHA CATALOGRÁFICA  
Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco  
Serviço de Processamento Técnico

S729c Souza, Giovanna Santos de.  
Caracterização limnológica do Rio Água Doce e percepção ambiental de pescadores do município de Água Doce do Maranhão, Maranhão, Brasil / Giovanna Santos de Souza. – 2020.  
100 f.

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2020.  
“Orientadora: Profa. Dra. Ivanilza Moreira de Andrade”.  
“Co-Orientadora: Profa. Dra. Ruceline Paiva Melo Lins”.

1. Delta do Parnaíba. 2. Estuário. 3. Pescadores artesanais.  
I. Título.

CDD 574.5

GIOVANNA SANTOS DE SOUZA

**CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA DO RIO ÁGUA DOCE E PERCEPÇÃO  
AMBIENTAL DE PESCADORES DO MUNICÍPIO DE ÁGUA DOCE DO  
MARANHÃO, MARANHÃO, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (Mestrado) da Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/ TROPEN /UFPI), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de Concentração: Desenvolvimento do Trópico Ecotonal do Nordeste. Linha de Pesquisa: Biodiversidade e Utilização Sustentável dos Recursos Naturais.

Aprovada em:

---

Profa. Dra. Ivanilza Moreira de Andrade  
Universidade Federal do Piauí - PRODEMA/UFPI  
Orientadora

---

Profa. Dra. Roseli Farias Melo de Barros  
Universidade Federal do Piauí - PRODEMA/UFPI  
Membro Interno

---

Dr. Simon Joseph Mayo  
Royal Botanic Gardens, Kew  
Membro Externo

TERESINA - PI  
2020

## DEDICATÓRIA

À minha bisavó Cantídia Loiola e minhas avós Francisca Batista de Souza e Raimunda Araújo dos Santos que, com suas histórias de vida, me ensinaram que não há limites no esforço por aquilo e aqueles que amamos. Que eu possa ter a metade da garra que elas tiveram e passe para meus filhos e netos esse legado.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu Senhor, meu Pai, meu Amigo que me deu o dom da vida e me sustentou em todos os momentos, me mostrando que a felicidade só é completa na Sua presença, todo o louvor e glória a ti Jesus. Em todas as etapas desse mestrado pude sentir Seu amor nos detalhes e quero poder resplandecer Sua face na minha vida e profissão sempre.

Agradeço à Universidade Federal do Piauí – *Campus* Petrônio Portella e ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA/UFPI em sua coordenação, professores e funcionários do TROPEN.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Fundação de Amparo à Pesquisa do estado do Piauí (FAPEPI), pela concessão da bolsa de estudos.

À Universidade Federal Delta do Parnaíba e ao Laboratório de Ecologia Aquática pela estrutura e condições para realização da pesquisa.

À minha orientadora Prof<sup>a</sup> Dra. Ivanilza Moreira de Andrade por toda paciência e atenção que teve comigo durante esses anos de trabalho. Palavras me faltam para explicar a importância de cada gesto, “puxão de orelha”, incentivo, abraços e sorrisos em tudo que sou hoje. Saio desta etapa com outro olhar sobre a pesquisa e o pesquisador, o valor e a real função desse título não só na ciência, mas no que posso fazer pelo outro. Como faz diferença ser ponte para os sonhos de alguém e isso a prof<sup>a</sup> Ivanilza sabe fazer como ninguém! Agrega, acolhe, encaminha, orienta, zela e isso tudo com mil coisas pra resolver (Divanilza mesmo!). Creio que nem eu tenho dimensão ainda de tudo que cresci e mesmo com minhas dificuldades pude perceber que é possível sim melhorar, deixar o medo de lado e me abrir para aprender com o outro. Serei eternamente grata!

À minha coorientadora Prof<sup>a</sup> Dra. Ruceline Paiva Melo Lins, por ter me dado à oportunidade de ser sua orientanda ainda na graduação e ter visto em mim todo o potencial que eu mesma nunca vi. Realizamos mais um sonho juntas! Mesmo com tantas dificuldades sua amizade, carinho e orientação na ciência e na vida nunca faltaram. Obrigada por tanto amor em cada detalhe, por me lapidar no facão, por ser minha parceira, me defender e fazer propaganda de mim, pela paciência em me ensinar, por brigar e dar colo, por me entender e me ajudar a ser uma pessoa e uma profissional melhor a cada dia!

À banca examinadora composta pela Profa. Dra. Roseli Farias Melo de Barros e Prof. Dr. Simon Joseph Mayo e as suplentes Profa. Dra. Giovana Mira de Espindola e Profa. Dra. Luciana Gomes Barbosa, pela disponibilidade e contribuições com este trabalho.

Ao Raimundo Nonato Souza, nosso querido seu Raimundinho, que foi muito mais do que nosso motorista oficial, foi pai, segurança, conselheiro, professor e principalmente um amigo pra todas as horas. Essa pesquisa não seria possível sem sua ajuda seus conhecimentos, seu dom de fazer amizades, sua humildade em aprender e ensinar com toda a paciência. Aproveito e agradeço também ao Eduardo Sousa e Leonardo Miranda que não mediram esforços em organizar o que era possível em relação ao nosso transporte. O cuidado com que fizeram dar certo nossa logística foi fundamental!

Aos pescadores de Água Doce do Maranhão, em especial ao Chico Rodrigues, Edino Sousa, seu Airton Silva e dona Maria Silva por estarem sempre dispostos a ajudar, pelo acolhimento e amizade. Agradeço também ao seu Salomão Rocha pelo apoio da Colônia Z-78 e ao seu Chico Silva, dona Conceição Silva e Marcelo Costa que foram minha família nesses anos de pesquisa, me acolhendo em sua casa, tendo todo o cuidado e o carinho comigo.

À Gracelia Paiva, por todo o companheirismo, parceria, amizade, zelo, incentivo, todas as risadas, conversas, memes, ideias, perrengues e barracas compartilhadas para fugir dos mosquitos. Uma amizade que nasceu no meio do mangue, de repelentes, antialérgicos, medo do barco afundar, baldes de água com rã, comidas e misturas muito loucas. Foram tantas aventuras que não tenho como detalhar aqui, mas guardo com carinho todas no coração.

Às equipes do Herbário HDelta, LAMOVE e NACIPE, que me acolheram e me ajudaram a crescer na pesquisa como grupo, como apoio, como estudante, como futura docente. Prefiro não citar nomes, pois todos foram fundamentais! Nenhum momento de parar para tomar café é mais animado do que com vocês!

À Ana Karoline Costa, Anderson Sousa, Bianca Galeno, Eduardo Costa, Júlia Sampaio e Mariana Souza que fazem parte da equipe do Laboratório de Ecologia Aquática – LEA, que compartilham comigo o amor pela limnologia e à Priscilla Denise Almeida, pelas contribuições com as diatomáceas. Em tudo que construímos até agora e que vamos continuar trabalhando para contribuir com a pesquisa limnológica no Piauí! Vocês foram meu suporte, meus olhos, braços e pernas em tudo, sem vocês nada seria possível. Obrigada por todo esforço, dedicação, companheirismo e amizade em tantas coletas com o sol rachando nossas cabeças, os olhos cansados de ficar no microscópio e as mãos doendo de pipetar amostras e reagentes, não teria sido a mesma coisa sem vocês.

À toda minha turma 2018-2020, os “The Flash”! Vocês foram a melhor turma que eu poderia ter tido! Guardarei com carinho todas as aventuras, invenções, filas e almoços no R.U bambu/campeiro, os trabalhos em grupo, as discussões, as viagens, os laços de amizade

criados e estreitados pelas dificuldades e alegrias. Estarão sempre em meu coração! Somos Tropen!

À Dênia Elice Oliveira, Lana Raysa Araujo, Karol Karvalho, Joze Lucas Silva e Kayan Linhares, que foram minha família em Teresina, por todo cuidado, zelo, incentivo, pelas partilhas e orações que foram fundamentais para passar por tantas etapas de crescimento! O muquifo ficará para a história!

Aos meus pais Luiz Giovanni Batista de Souza e Maria Irma Santos de Souza, pelo apoio incondicional em todos os meus passos, pelo amor, incentivo e confiança. Tudo o que eu sou é fruto do amor e oração de vocês e, mesmo em minhas falhas, quero fazer o que estiver ao meu alcance para vê-los felizes e orgulhosos de tudo que eu construir nessa vida. Ao meu irmão Gilvan Santos de Souza, que me ajuda em cada passo, cada sonho, cada dia da minha vida. Sem o seu amor demonstrado em tantos detalhes, quem seria eu? Obrigada de todo meu coração. À minha cunhada Thays Vilarinho e meu namorado Gilberto de Simone Jr, por todo apoio e incentivo, vocês são promessa de Deus em nossas vidas! Amo vocês!

À Comunidade Face de Cristo, pelo suporte espiritual em todos os momentos de alegria, de medo, de ansiedade, de incertezas, de crescimento. Aos meus amigos que, graças a Deus, são tantos que nem me atrevo a escolher quem colocar aqui. Todos são essenciais na minha vida e sou grata a cada um, são meus tesouros nesse mundo e fazem a diferença nos meus dias.

A todos que contribuíram de forma indireta para a realização dessa pesquisa.

De coração, obrigada a todos!

## RESUMO

A riqueza de organismos encontrada em regiões estuarinas tem sido atingida pelas relações que o homem estabelece com o ambiente. Este pode gerar impactos tanto na qualidade dos ecossistemas quanto na forma de interação e uso dos recursos naturais. Assim, objetiva-se com esse estudo avaliar as variáveis físicas, químicas e biológicas da água do rio Água Doce, município de Água Doce do Maranhão, Maranhão, Brasil, e a percepção ambiental dos pescadores em relação à qualidade da água deste ecossistema. No período de julho de 2017 a junho de 2018 variáveis como: temperatura da água, pH, salinidade, turbidez, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, transparência, sólidos totais e nutrientes (N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>2</sub>, N-NO<sub>3</sub>, nitrogênio total e fósforo total), foram analisadas, em seis pontos do rio Água Doce, durante os períodos de preamar e baixamar, assim como a composição e biomassa (clorofila a) da comunidade fitoplanctônica. Dados de precipitação pluviométrica também foram levantados. As análises estatísticas foram Shapiro-Wilk, Bartlett, Fligner-Killeen, Kruskal-Wallis, análise de variância (ANOVA) e correlação de Spearman foram realizadas. A percepção ambiental dos pescadores foi analisada com auxílio de formulários semiestruturados, em uma abordagem quali-quantitativa. Temporalmente foram evidenciados dois períodos climáticos distintos: um seco de julho a dezembro de 2017 e um chuvoso de janeiro a junho de 2018. O rio Água Doce apresentou águas quentes ( $\geq 28$  °C) e salinas (média=34,47 ‰), com transparência e zona eufótica extensa. Valores de pH, sólidos totais, condutividade elétrica, fósforo total, clorofila a e oxigênio dissolvido foram maiores no período seco. Já a turbidez e o nitrito aumentaram seus valores durante o período chuvoso. Diferenças estatísticas significativas ocorreram principalmente entre os meses. Correlações negativas significativas ocorreram entre a precipitação pluviométrica e os valores de salinidade, pH e condutividade elétrica da água e entre os valores de turbidez com a transparência e nitrogênio total com nitrato. O oxigênio dissolvido e o pH apresentaram valor abaixo do exigido na classe 1 pela Resolução nº357/2005 da CONAMA tanto para corpos aquáticos salinos quanto para salobros. A comunidade fitoplanctônica foi representada por 27 gêneros e 32 espécies distribuídas nas divisões Bacillariophyta (22 táxons), Dinophyta (oito táxons) e Cyanophyta (dois táxons). O período chuvoso interferiu na dinâmica físico-química da água e riqueza da comunidade fitoplanctônica, com dominância de diatomáceas durante todo o estudo. Apesar da ausência de diferenças significativas entre os pontos e marés, os impactos antrópicos podem causar maiores interferências em longo prazo, sendo necessário monitoramento do corpo d'água visando à conservação do ambiente e dos múltiplos usos das águas do rio Água Doce. A atividade de pesca no rio Água Doce se mostrou pouco atrativa para os jovens e bastante para as mulheres. O rio Água Doce tem grande importância para o desenvolvimento da região e das famílias de pescadores que consideram a água de boa qualidade, ressaltando mudanças de coloração apenas em alguns períodos, associados ao fluxo de marés e épocas do ano, corroborando com os dados observados nas variáveis físicas, químicas e biológicas, o que influencia diretamente na escolha de técnicas e apetrechos de pescas utilizados. Assim a fiscalização e conscientização dos pescadores são importantes ferramentas de auxílio à conservação do rio Água Doce.

Palavras-chave: Estuário; Delta do Parnaíba; Pescadores artesanais.

## ABSTRACT

The richness of organisms found in estuarine regions has been affected by the relationships that man establishes with the environment. This can generate impacts both on the quality of ecosystems and on the way natural resources interact and are used. Therefore, this study aims to evaluate the physical, chemical and biological variables of the Freshwater River, municipality of Água Doce do Maranhão, Maranhão, Brazil, and the environmental perception of fishermen in relation to the water quality of this ecosystem. In the period from July 2017 to June 2018 variables such as: water temperature, pH, salinity, turbidity, electrical conductivity, dissolved oxygen, transparency, total solids and nutrients (N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>2</sub>, N-NO<sub>3</sub>, total nitrogen and total phosphorus), were analyzed in six points of the Água Doce River, during the periods of high tide and low tide, as well as the composition and biomass (chlorophyll a) of the phytoplankton community. Rainfall data were also collected. Statistical analyses were Shapiro-Wilk, Bartlett, Fligner-Killeen, Kruskal-Wallis, analysis of variance (ANOVA) and Spearman correlation. The environmental perception of fishermen was analyzed with the aid of semi-structured forms, in a qualitative approach. Temporally, two distinct climatic periods were highlighted: a dry period from July to December 2017 and a rainy period from January to June 2018. The Água Doce River presented hot water ( $\geq 28$  °C) and salt water (average=34.47 ‰), with transparency and extensive euphotic zone. pH values, total solids, electrical conductivity, total phosphorus, chlorophyll a and dissolved oxygen were higher in the dry period. Turbidity and nitrite increased their values during the rainy season. Significant statistical differences occurred mainly between the months. Significant negative correlations occurred between rainfall and salinity values, pH and electrical conductivity of water and between turbidity values with transparency and total nitrogen with nitrate. Dissolved oxygen and pH were below the value required in class 1 by CONAMA's Resolution n°357/2005 for both saline and brackish water bodies. The phytoplankton community was represented by 27 genera and 32 species distributed in the divisions Bacillariophyta (22 taxa), Dinophyta (eight taxa) and Cyanophyta (two taxa). The rainy period interfered with the physical-chemical dynamics of the water and richness of the phytoplankton community, with dominance of diatoms throughout the study. Despite the absence of significant differences between points and tides, the anthropic impacts may cause higher interference in the long term, being necessary to monitor the water body in order to conserve the environment and the multiple uses of the Agua Doce River waters. Fishing activity in the Água Doce River has proven to be unattractive to young people and quite attractive to women. The Água Doce River has great importance for the development of the region and the families of fishermen who consider the water to be of good quality, highlighting changes in color only in some periods, associated with the flow of tides and times of year, corroborating with the data observed in physical, chemical and biological variables, which directly influences the choice of techniques and fishing gear used. Therefore, the inspection and awareness of fishermen are important tools to assist in the conservation of the Água Doce River.

**Keywords:** Artisanal fishermen; Delta do Parnaíba; Estuary.

## LISTA DE FIGURAS

**MANUSCRITO 1:** Variáveis ambientais e composição da comunidade fitoplanctônica do rio Água Doce, Maranhão, Brasil

Figura 1- Localização dos pontos de coleta de água no rio Água Doce, município de Água Doce do Maranhão, Maranhão. ....	37
Figura 2 – Pontos de coleta no rio Água Doce, município de Água Doce do Maranhão, Maranhão. ....	37
Figura 3 – Média da precipitação pluviométrica mensal histórica (1998-2018) e a do período de julho de 2017 a junho de 2018, na cidade de Parnaíba, Piauí.....	40
Figura 4 – Boxplots das variáveis físico-químicas do rio Água Doce, Maranhão, em épocas de seca e chuva, no período de julho de 2017 a junho de 2018. ....	41
Figura 5 - Espécies com frequência de ocorrência acima de 66,66% (muito frequente) do rio Água Doce, no período de julho de 2017 a junho de 2018. ....	48

## LISTA DE TABELAS

**MANUSCRITO 1:** Variáveis ambientais e composição da comunidade fitoplanctônica do rio Água Doce, Maranhão, Brasil

Tabela 1. Descrição dos pontos de coleta no rio Água Doce, município de Água Doce, Maranhão.....	36
Tabela 2. Mínimo (Mín), máximo (Máx), média (Méd) e desvio padrão (DP) das variáveis físico-químicas do rio Água Doce, Maranhão, no período de julho de 2017 a junho de 2018.	40
Tabela 3. Variáveis físicas e químicas, que apresentaram correlações estatísticas significativas, no rio Água Doce no período de julho de 2017 a junho de 2018 utilizando a correlação de Spearman.....	42

**MANUSCRITO 2:** Socioeconomia e percepção ambiental de pescadores artesanais em uma comunidade do Maranhão, Brasil

Tabela 1. Dados sociais de pescadores do município de Água Doce do Maranhão, Maranhão.....	62
Tabela 2. Dados de moradia de pescadores do município de Água Doce do Maranhão no ano de 2019.....	64
Tabela 3. Dados de renda de pescadores do município de Água Doce do Maranhão no ano de 2019.....	68

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	15
2.1 Sistemas estuarinos.....	15
2.2 Qualidade de água .....	18
2.3 Comunidade fitoplanctônica.....	19
2.4 Percepção ambiental e pescadores artesanais .....	21
3 REFERÊNCIAS .....	24
4 MANUSCRITOS .....	31
4.1 Manuscrito 1: Variáveis ambientais e composição da comunidade fitoplanctônica do rio Água Doce, Maranhão, Brasil .....	31
RESUMO .....	32
ABSTRACT .....	33
INTRODUÇÃO.....	34
MATERIAL E MÉTODOS.....	35
Área de estudo e desenho amostral.....	35
Coleta e análise dos dados .....	38
RESULTADOS .....	39
DISCUSSÃO .....	49
REFERÊNCIAS .....	53
4.2 Manuscrito 2: Socioeconomia e percepção ambiental de pescadores artesanais em uma comunidade do Maranhão, Brasil .....	59
Referências .....	73
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	79
APÊNDICE B - Roteiro de Entrevista .....	82
ANEXO A – Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética/UFPI .....	85
ANEXO B – Cadastro no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado - SISGEN .....	88

ANEXO C – Autorização para atividades com finalidade científica do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO .....	89
ANEXO D – Normas da Revista Acta Limnologica Brasiliensia .....	92
ANEXO E – Normas da Revista Brasileira de Educação Ambiental-RevBEA.....	95

PÁGINAS SUPRIMIDAS

13 a 99