



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DE PINHEIRO - CCPi
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA

EFRAIM RIBEIRO CORREIA

**ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZANDO IMAGENS DO SENTINEL-2A,
BAÍA DE CUMÃ, SÍTIO RAMSAR, MARANHÃO, BRASIL**

Pinheiro - MA
2026

Centro de Ciências de Pinheiro- CCPi
Estrada de Pacas, KM 10, Bairro Enseada - Pinheiro - MA - CEP: 65200-000
Fones: (98) 3272-9743
E-mail: eng.pesca@ufma.br

EFRAIM RIBEIRO CORREIA

**ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZANDO IMAGENS DO SENTINEL-2A,
BAÍA DE CUMÃ, SÍTIO RAMSAR, MARANHÃO, BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Pesca do Centro de Ciência de Pinheiro (CCPi) da Universidade Federal do Maranhão para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Pesca.

Orientador: Dr. Adilson Matheus Borges Machado

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Correia, Efraim Ribeiro.

ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZANDO IMAGENS DO
SENTINEL-2A, BAÍA DE CUMÃ, SÍTIO RAMSAR, MARANHÃO, BRASIL
/ Efraim Ribeiro Correia. - 2026.

32 p.

Orientador(a): Adilson Matheus Borges Machado.

Curso de Engenharia da Pesca, Universidade Federal do
Maranhão, Pinheiro, Maranhão, 2026.

1. Sensoriamento Remoto. 2. Clorofila-a. 3.
Turbidez. 4. Sólidos Suspensos Totais. I. Machado,
Adilson Matheus Borges. II. Título.

EFRAIM RIBEIRO CORREIA

**ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZANDO IMAGENS DO SENTINEL-2A,
BAÍA DE CUMÃ, SÍTIO RAMSAR, MARANHÃO, BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Engenharia de Pesca do Centro de Ciência
de Pinheiro (CCPi) da Universidade Federal do
Maranhão para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Pesca.

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Dr. Adilson Matheus Borges Machado (Orientador)

Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente

Engenharia de Pesca - UFMA

Me. Andre Augusto Guimaraes Da Silva

Mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura

Engenharia de Pesca - UFMA

Dra. Louize Nascimento

Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente

Universidade Federal do Ceará - UFC

Dedico este trabalho a Deus, que me fortaleceu e guiou em todos os momentos desta caminhada. “*Tudo posso naquele que me fortalece.*” (Filipenses 4:13)

Aos meus pais, pelo amor, apoio incondicional e por nunca desistirem de mim. Esta conquista também é de vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, fonte da minha vida, inspiração e sabedoria. Foi sua mão que me conduziu até aqui, seu amor que foi meu refúgio e sua fidelidade que nunca falhou. Reconheço que cada conquista é, antes de tudo, uma expressão do seu cuidado constante.

Aos meus pais, José Pedro e Dulcinalva, pela educação que me proporcionaram e pela educação, pelas oportunidades e por todo apoio que foram essenciais para o meu crescimento pessoal e profissional. Gostaria de ressaltar minha gratidão por vocês se preocuparem com o meu futuro e por ter confiado em mim todos estes anos de formação acadêmica que só acaba de iniciar, me aconselhando e dando força para prosseguir.

Agradeço de todo o coração ao meu avô Dionízio (*in memoriam*) e minha avó Marindalva pelo apoio no meu início de minha graduação, me acolhendo em sua casa, pois eu ainda morava em outro estado. Também pelos ensinamentos e conselhos que levarei para toda a minha vida.

Ao meu orientador, Professor Adilson Borges Machado, por ter me aceitado como orientando, demonstrando imensa generosidade. Agradeço por todo o apoio na realização deste estudo, por sua dedicação, amizade e pelo entusiasmo científico que soube transmitir ao longo do ano de 2025. A confiança que depositou em mim desde o primeiro dia que pedi para me orientar, e a abertura de ideias e compartilhar suas linhas de pesquisa foram fundamentais e hoje colhemos juntos os frutos desse trabalho. É um prazer e uma honra aprender com um pesquisador que está sempre em busca de novos desafios e não teme inovar.

Agradeço, com profunda gratidão, a cada professor que foi arquiteto desta jornada acadêmica. Em especial, ao meu orientador, Adilson Borges Machado, por ter me acolhido em um momento decisivo. Ao longo dos anos, fui privilegiado por aprender com a dedicação e o conhecimento de cada professor ao qual pude passar seus conhecimentos que vou levar para o resto da vida.

A professora Adriana Cristina Bordignon, obrigado por me dar a oportunidade de fazer parte de seu Laboratório de Tecnologia e Processamento do Pescado (LATEPPE), ao qual passei 2 anos e pude aprender muito sobre a vasta área do beneficiamento do pescado. No seu laboratório pude dar os primeiros passos na pesquisa acadêmica, onde escrevi e publiquei meus primeiros trabalhos. Você contribuiu muito para que eu pudesse seguir na área da Engenharia de pesca.

Aos professores do curso de Engenharia de Pesca, vocês foram muito importantes para minha formação acadêmica, me ensinaram o que é ser um engenheiro de pesca, sempre mostrando profissionalismo em todas as aulas teóricas e práticas, sempre tirando dúvidas quando necessárias, muito obrigado por compartilharem não apenas o conteúdo das disciplinas, mas a paixão pela Engenharia da Pesca e pelo saber.

À minha turma 2020.2, meu agradecimento especial. Vocês foram a primeira comunidade acadêmica que encontrei, e compartilhar com vocês as dúvidas, descobertas e conquistas dessa jornada tornou a formação muito mais enriquecedora. As minhas amigas, Laenna, Elisia e Rayla, onde formamos o “Quarteto fantástico”, vocês fizeram parte da minha caminhada cheia de desafios, vocês foram essenciais sempre me ajudando a estudar para provas e seminários. Em especial minha amiga Laenna, amiga fiel desde o primeiro período, vou levar sua amizade para a vida toda.

Agradeço também aos meus amigos Igor Roberlando, Josiana, Pablo, Maikon, Miguel, Rafael, Wlielton, João Vicente e João Victor, pelos momentos de estudo, descontração e mútuo apoio ao longo desses anos, levo para a vida não apenas colegas, mas amigos feitos nessa trajetória única.

Agradeço também a Universidade Federal do Maranhão Campus Pinheiro.

A todos que diretamente ou indiretamente contribuíram para que a minha trajetória acadêmica se tornasse mais agradável e mais prazerosa. Meu muito obrigado!

RESUMO

O sensoriamento remoto e o geoprocessamento têm se consolidado como ferramentas fundamentais para o monitoramento da qualidade ambiental, especialmente em ecossistemas costeiros vulneráveis. No Maranhão, que fica localizado no Nordeste do Brasil a intensificação das ações antrópicas, como o despejo de efluentes, processos erosivos e mudanças no uso e cobertura da terra, tem contribuído para a degradação dos recursos hídricos. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo avaliar a qualidade da água na Baía de Cumã, Sítio Ramsar, por meio da análise da turbidez e da sedimentação utilizando os parâmetros Sólidos Suspensos Totais (TSS), Índice de Turbidez por Diferença Normalizada (NDTI) e Índice de Clorofila de Diferença Normalizada (NDCI), a partir de imagens Sentinel-2A (10 m), no período de 2021 a 2024. As imagens foram processadas na plataforma Google Earth Engine, com aplicação de filtragem temporal, máscara de nuvens, delimitação dos corpos hídricos via NDWI e cálculo dos índices espectrais. Os resultados indicaram baixas concentrações de clorofila, especialmente no período chuvoso, associadas à diluição e à limitação de luz na coluna d'água. Observou-se maior turbidez e concentrações elevadas de TSS durante o período seco, sugerindo influência da ressuspensão de sedimentos, da dinâmica de marés e da redução do fluxo hídrico. Conclui-se que a sazonalidade exerce papel determinante na dinâmica da qualidade da água da Baía de Cumã, evidenciando o potencial do sensoriamento remoto como ferramenta eficaz para o monitoramento ambiental em áreas costeiras protegidas.

Palavras-chaves: Sensoriamento Remoto, Clorofila-a, Turbidez, Sólidos Suspensos Totais.

ABSTRACT

Remote sensing and geoprocessing have become fundamental tools for monitoring environmental quality, especially in vulnerable coastal ecosystems. In Maranhão, located in Northeast Brazil, the intensification of anthropogenic actions, such as effluent discharge, erosion processes, and changes in land use and cover, has contributed to the degradation of water resources. In this context, this study aimed to evaluate the water quality in Cumã Bay, a Ramsar site, through the analysis of turbidity and sedimentation using the parameters Total Suspended Solids (TSS), Normalized Difference Turbidity Index (NDTI), and Normalized Difference Chlorophyll Index (NDCI), from Sentinel-2A (10 m) images, from 2021 to 2024. The images were processed on the Google Earth Engine platform, with the application of temporal filtering, cloud masking, delimitation of water bodies via NDWI, and calculation of spectral indices. The results indicated low chlorophyll concentrations, especially during the rainy season, associated with dilution and limited light in the water column. Higher turbidity and elevated TSS concentrations were observed during the dry season, suggesting the influence of sediment resuspension, tidal dynamics, and reduced water flow. It is concluded that seasonality plays a determining role in the water quality dynamics of Cumã Bay, highlighting the potential of remote sensing as an effective tool for environmental monitoring in protected coastal areas.

Keywords: Remote Sensing, Chlorophyll-a, Turbidity, Total Suspended Solids.