



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

JEMERSON DINIZ ARAUJO MELO RIBEIRO

**MAPEAMENTO DE CORPOS D'ÁGUA SUPERFICIAIS UTILIZANDO IMAGENS
MSI SENTINEL-2 VIA INSPEÇÃO VISUAL COM LIMIARIZAÇÃO ('THRESHOLD')**

Pinheiro - MA
2025

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

JEMERSON DINIZ ARAUJO MELO RIBEIRO

**MAPEAMENTO DE CORPOS D'ÁGUA SUPERFICIAIS UTILIZANDO IMAGENS
MSI SENTINEL-2 VIA INSPEÇÃO VISUAL COM LIMIAÇÃO ('THRESHOLD')**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Pesca do Centro de Ciências de Pinheiro 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

Ribeiro, Jemerson Diniz Araujo Melo. Mapeamento de corpos d'água superficiais utilizando imagens MSI Sentinel-2 via inspeção visual com limiarização 'Threshold' / Jemerson Diniz Araujo Melo Ribeiro. - 2025.

32 f.

Orientador(a): Adilson Mateus Borges Machado.
Curso de Engenharia da Pesca, Universidade Federal do Maranhão, Pinheiro, 2025.

1. Aquicultura. 2. Detecção Remota. 3. Imagens Multiespectrais. 4. NdwI. 5. Máscaras Binárias. I. Machado, Adilson Mateus Borges. II. Título.

JEMERSON DINIZ ARAUJO MELO RIBEIRO

**Mapeamento de corpos d'água superficiais utilizando imagens MSI Sentinel-2 via
inspeção visual com limiarização ('Threshold')**

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

Aprovada em: 30 / 07 / 2025

BANCA EXAMINADORA

Dr. Adilson Matheus Borges Machado (Orientador)
Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente
Universidade Federal do Maranhão, *Campus* Pinheiro

Dra. Jorgelia De Jesus Pinto Castro
Doutora em Aquicultura
Universidade Federal do Maranhão, *Campus* Pinheiro

Dra. Louize Nascimento
Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente
Universidade Federal do Ceará, *Campus* do Pici: Fortaleza

Aos meus pais, Carlos Ribeiro e Maria José Araújo e a minha madrinha, Eliana Dalva pelo apoio e incentivo.

“O sucesso não é definitivo, o fracasso não é fatal: é a coragem de continuar que conta.”
(WINSTON CHURCHILL)

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por iluminar meu caminho, me fortalecer nos momentos de dificuldade e jamais permitir que eu desistisse dos meus sonhos. Sua presença foi essencial nos períodos mais desafiadores desta jornada, fornecendo sabedoria, esperança e coragem que me sustentaram até aqui.

À minha família, meu alicerce, agradeço pelo amor incondicional e pelo apoio constante. Em especial, ao meu pai, Carlos Diniz, e à minha mãe, Maria José – meus portos seguros – que sempre acreditaram em mim, me transmitiram valores fundamentais e ofereceram amor e incentivo em todos os momentos. Sem vocês, nada disso faria sentido.

À minha namorada, Emanuelle Almeida, minha companheira incansável, agradeço por estar ao meu lado nos dias difíceis, pelas palavras de apoio, pela paciência, pelos conselhos e por acreditar em mim mesmo quando eu hesitava. Seu carinho e companheirismo foram essenciais ao longo desta caminhada.

À minha madrinha, Eliana Dalva, por ser como uma segunda mãe. Sua acolhida, no início dessa jornada, me proporcionou segurança e estabilidade. Sou imensamente grato por sua generosidade, apoio emocional e palavras de incentivo, que tantas vezes me impulsionaram a seguir em frente.

Ao meu orientador, professor Dr. Adilson, que foi mais do que um guia acadêmico — foi também um amigo durante esta trajetória. Agradeço por acreditar no meu potencial, por propor desafios que me fizeram crescer, e por sua orientação firme, paciente e respeitosa. Sua confiança e dedicação foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Aos colegas e amigos de jornada acadêmica — Frederico, Ângela, Gleidson, José Edson, Ronaldo, Rildo, Wemerson, Hélio Gabriel e a pequena, mas muito importante, Alene Nogueira — agradeço pela amizade, pelas conversas, pelas risadas e pelo apoio nos momentos de tensão. Cada um de vocês teve um papel especial nesta trajetória.

À Universidade Federal do Maranhão, pela base sólida de conhecimento, pelas oportunidades de crescimento e por me acolher em um ambiente acadêmico que me transformou como estudante e como pessoa.

Ao Laboratório LAGEOS, meu espaço de aprendizado e experiências práticas, sou grato por cada desafio, conquista e conhecimento construído. Foi ali que pude aplicar, de forma concreta, tudo o que aprendi.

Às minhas tias, Hilda e Izidória, por seu papel fundamental em minha formação. À tia Hilda, por me colocar no caminho dos estudos e sempre acreditar em mim; e à tia Izidória, pelo apoio constante, mesmo à distância, com palavras e gestos de incentivo.

Por fim, agradeço às minhas sobrinhas e a todos que, de alguma forma, me apoiaram nesta longa e gratificante jornada.

RESUMO

Os satélites desempenham papel fundamental em diversos setores, como o monitoramento remoto e o geoprocessamento, que englobam o estudo da vegetação, das correntes de ar, do clima, entre outros aspectos ambientais, a partir da observação orbital. Dentre as abordagens mais utilizadas no sensoriamento remoto para detecção de corpos d'água, destaca-se o índice NDWI (*Normalized Difference Water Index*), proposto por McFeeters em 1996. A detecção, o monitoramento e o mapeamento de recursos hídricos e viveiros de aquicultura por sensoriamento remoto ainda representam um desafio, dificultando a compreensão da sua real magnitude e valor, o que compromete a gestão sustentável dos ecossistemas aquáticos. Essa gestão está diretamente relacionada à aquicultura, que vem crescendo com a produção de peixes por meio da piscicultura, a qual, segundo a FAO (2022), tem promovido aumento significativo na oferta de alimentos com ganhos expressivos em produtividade e qualidade proteica animal. Por ser uma atividade de grande relevância no meio rural, novas pisciculturas surgem constantemente. Nesse contexto, destaca-se a comunidade de Itans (MA), onde a piscicultura emergiu como atividade complementar em 2010 e apresentou rápido crescimento nos anos seguintes. Este trabalho teve como objetivo realizar o mapeamento automático e a delimitação de corpos hídricos — áreas alagadas e possíveis tanques de aquicultura — na comunidade de Itans, no município de Matinha (MA), com base em técnicas de sensoriamento remoto e processamento digital de imagens utilizando dados multiespectrais. O processo metodológico foi estruturado em dois eixos: o primeiro analisou cinco imagens do Google Earth, e o segundo considerou sete imagens anuais (de 2018 a 2024) do satélite Sentinel-2. A pesquisa demonstrou a viabilidade do uso de ferramentas computacionais acessíveis, como Python e Google Colab, para a extração vetorial. Nas imagens do Google, essa extração foi bem-sucedida em regiões onde os corpos d'água apresentaram contraste de coloração em relação ao entorno, especialmente em áreas agrícolas com padrões geométricos regulares. A aplicação do NDWI com imagens multiespectrais do Sentinel-2 permitiu resultados expressivos na identificação e delimitação de corpos hídricos, com geração de máscaras binárias e contornos vetoriais das áreas de interesse no período de 2018 a 2024. Observou-se um crescimento das áreas hídricas destinadas à aquicultura, corroborando os dados do IBGE (2022), que apontam para a intensificação dessa atividade nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. A comparação com os dados do MapBiomas evidenciou que o NDWI precisa ser complementado por classificação temática ou inspeção visual para garantir maior precisão, especialmente em áreas com turbidez, vegetação ou sombra. Assim, a integração entre as abordagens NDWI (com alta resolução temporal) e MapBiomas (com maior precisão temática) pode potencializar o monitoramento contínuo da aquicultura, contribuindo para políticas de

ordenamento territorial sustentável. Constatou-se que o limiar entre 0,0 e 0,15 gerou resultados satisfatórios para a classificação das áreas úmidas estudadas, e que as informações derivadas das bandas do Sentinel-2 são valiosas para o monitoramento de ecossistemas naturais.

Palavras-chave: Aquicultura. Detecção remota. Imagens multiespectrais. NDWI. Máscaras binárias. Nordeste. Monitoramento ambiental.

ABSTRACT

Satellites play a fundamental role in various sectors, including remote monitoring and geoprocessing, which encompasses the study of vegetation, air currents, and climate, among other environmental aspects, through orbital observation. Among the most widely used approaches in remote sensing for water body detection is the Normalized Difference Water Index (NDWI), proposed by McFeeters in 1996. Detecting, monitoring, and mapping water resources and aquaculture ponds through remote sensing remains a challenge, hindering a full understanding of their magnitude and value, which compromises the sustainable management of aquatic ecosystems. This management is directly linked to aquaculture, which has been expanding through fish farming, a practice that, according to FAO (2022), has significantly increased food production with notable gains in productivity and animal protein quality. Due to its growing relevance in rural areas, new fish farms are emerging constantly. In this context, the community of Itans (MA) stands out, where fish farming emerged as a complementary activity in 2010 and has grown rapidly in recent years. This study aimed to perform the automatic mapping and delineation of water bodies — including flooded areas and potential aquaculture ponds — in the community of Itans, municipality of Matinha (MA), based on remote sensing techniques and digital image processing using multispectral satellite data. The methodological process was structured into two axes: the first analyzed five Google Earth images, and the second focused on seven annual Sentinel-2 images (from 2018 to 2024). The study demonstrated the feasibility of using accessible computational tools, such as Python and Google Colab, for vector extraction. In the Google images, this extraction was successful in areas where water bodies showed contrasting coloration in relation to the surroundings, especially in agricultural zones with clearly visible geometric patterns. The application of NDWI to Sentinel-2 multispectral images yielded expressive results in identifying and delineating water bodies, allowing for the generation of binary masks and vector contours of areas of interest from 2018 to 2024. A growth in water areas designated for aquaculture was observed, consistent with data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE, 2022), which points to the intensification of aquaculture in northern and northeastern Brazil. A comparison with MapBiomas data showed that NDWI requires complementary thematic classification or visual inspection to ensure accuracy, particularly in areas with turbidity, vegetation, or shadow. Therefore, integrating NDWI (with high temporal resolution) and MapBiomas (with thematic accuracy) can enhance continuous monitoring of aquaculture and support sustainable territorial planning policies. It was found that thresholds ranging from 0.0 to 0.15 produced satisfactory results for classifying the

studied wetland areas, and that Sentinel-2 spectral data are highly useful for monitoring natural ecosystems.

Keywords: Aquaculture. Remote sensing. Multispectral imagery. NDWI. Binary masks. Northeastern Brazil. Environmental monitoring.