



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

ELISIA DE JESUS CABRAL PEREIRA

**Análise da Produtividade Primária Líquida na superfície oceânica das bacias
sedimentares da Foz do Amazonas, Pará-Maranhão, Barreirinhas e Ceará**

Pinheiro - MA
2025

ELISIA DE JESUS CABRAL PEREIRA

Análise da Produtividade Primária Líquida na superfície oceânica das bacias sedimentares da Foz do Amazonas, Pará-Maranhão, Barreirinhas e Ceará

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Humanas, Naturais, Saúde e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Pesca.

Orientador: Dr. Adilson Matheus Borges Machado

Pinheiro - MA
2025

BIBLIOTECA

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

Cabral Pereira, Elísia de Jesus.

Análise da Produtividade Primária Líquida na superfície oceânica das bacias sedimentares da Foz do Amazonas, Pará-Maranhão, Barreirinhas e Ceará / Elísia de Jesus Cabral Pereira. - 2025.

33 p.

Orientador(a): Adilson Matheus Borges Machado.

Curso de Engenharia da Pesca, Universidade Federal do Maranhão, Pinheiro, 2025.

1. Ecossistemas Marinhos. 2. Margem Equatorial Brasileira. 3. Descarga do Rio Amazonas. 4. Plataforma Continental. 5. Variabilidade Sazonal. I. Borges Machado, Adilson Matheus. II. Título.

ELISIA DE JESUS CABRAL PEREIRA

Análise da Produtividade Primária Líquida na superfície oceânica das bacias sedimentares da Foz do Amazonas, Pará-Maranhão, Barreirinhas e Ceará

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Humanas, Naturais, Saúde e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Pesca.

Aprovada em: 01/08/2025

BANCA EXAMINADORA

Dr. Adilson Matheus Borges Machado (Orientador)

Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente

Engenharia de Pesca - UFMA

Me. André Augusto Guimarães da Silva (Membro Interno)

Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura

Engenharia de Pesca - UFMA

Me. Milena Monteiro Feitosa (Membro Externo)

Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente

Universidade Federal do Ceará

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais Idenilda e Aldair que não mediram esforços para que eu pudesse chegar até aqui, e em memória da minha avó materna Elísia França Cabral, cuja presença permanece viva em cada lembrança, gesto e ensinamentos. Sua luz, sabedoria e afeto continuam a nos inspirar, mesmo na ausência. Esta obra é um tributo ao legado que deixou e à saudade que permanece.

“A natureza não faz nada em vão.”
Aristóteles.

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste trabalho marca não apenas o fim de uma etapa acadêmica, mas também a realização de um sonho construído com o apoio de muitas pessoas especiais, e que tem um lugarzinho no meu coração.

Agradeço em primeiro lugar, a Deus, por ter me dado força, saúde e perseverança para seguir adiante, mesmo nos momentos mais desafiadores e que quase me fizeram desistir.

Agradeço a Universidade Federal do Maranhão-UFMA, que me permitiu acesso a universidade só quem vem de baixo, sabe tamanha importância que a educação tem em nossas vidas, educação de fato transforma — meu muito obrigada.

Aos meus pais Idenilda e Aldair, meus irmãos e familiares, por todo o amor, incentivo e suporte incondicional ao longo dessa jornada (que não foi curta). Sem o apoio de vocês, este momento não seria possível. Obrigada, amo vocês!

Agradeço também aos meus professores pelos ensinamentos durante esses cinco anos e, em especial, ao meu orientador Dr. Adilson Matheus Borges Machado, por toda paciência, dedicação e orientação durante a elaboração deste trabalho. Suas contribuições foram fundamentais para o meu crescimento acadêmico e pessoal.

Agradeço, de todo o coração, aos meus amigos mais próximos: Wlielton, Rafael e Lívia. Obrigada por fazerem parte da minha vida de forma tão especial e verdadeira. Obrigada por tantas risadas, conversas, apoio mútuo e por estarem sempre presentes, mesmo nos momentos mais difíceis. Amo vocês e sou muito feliz por termos caminhado juntos nessa jornada.

Não posso deixar de mencionar com muito carinho os meus amigos Efraim, Laenna e Rayla, com quem formei o nosso inesquecível “Quarteto Fantástico”, como carinhosamente diz a Rayla. Cada momento compartilhado com vocês foi único e significativo, e sou imensamente grata a Deus pela amizade sincera que construímos ao longo do tempo. Vocês têm um espaço eterno no meu coração, e saibam que os amo profundamente.

Meus sinceros agradecimentos também aos queridos amigos Josiana, João Victor, Ruan Pablo, Igor e Maikon. Cada um de vocês esteve ao meu lado durante essa etapa tão importante da minha vida. Compartilhamos não apenas o ambiente acadêmico, mas também aprendizados valiosos, desafios superados e conquistas celebradas juntos. Obrigada por toda parceria, incentivo e companheirismo ao longo dessa caminhada.

Deixo minha gratidão à minha amiga e confidente Pâmela Taynara, que teve um papel essencial na minha trajetória durante a graduação.

Agradeço também aos meus amigos Suane, Paloma, Lygia, Kedma, Inácio Vinícius e Ithallo, que caminharam comigo durante essa etapa, que já dividiram dúvidas, desafios e conquistas — meu sincero obrigada.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para que este trabalho se tornasse realidade. Cada gesto, palavra de apoio ou incentivo fez a diferença.

Muito obrigada!

RESUMO

O presente estudo objetiva analisar a relação da Produtividade Primária Líquida (PPL) e a salinidade da superfície do mar entre os anos de 1998 à 2023 das bacias sedimentares Foz do Amazonas, Pará-Maranhão, Barreirinhas e Ceará que estão situadas na Margem Equatorial Brasileira (MEB), representa um ambiente ideal para investigar as respostas dos ecossistemas marinhos a mudanças climáticas e impactos antrópicos, pois a produtividade primária é a base da cadeia alimentar marinha e influencia a captura de carbono atmosférico. A metodologia utiliza dados espaciais e ferramentas computacionais como *Marine Environment Monitoring Service* (CMEMS), Python, QGIS e SciPy para processar e mapear os dados de PPL e salinidade. A PPL na Margem Equatorial Brasileira variou entre 0 e 4.500 mg C m⁻² dia⁻¹, com os maiores valores registrados na Foz do Amazonas (até 1.800 mg C m⁻² dia⁻¹) durante o período chuvoso, e os menores no litoral do Ceará ($\approx$ 400 mg C m⁻² dia⁻¹), em áreas oligotróficas. A salinidade da superfície do mar (SSM) nas Bacias Sedimentares da Margem Equatorial Brasileira variou entre 32,9 e 34,8 PSU entre 1998 e 2023. Os valores mínimos ocorreram no auge da estação chuvosa (abril a junho), principalmente na Foz do Amazonas, devido à intensa descarga fluvial. A correlação entre salinidade e PPL variou entre as bacias, com valores negativos fortes em Pará-Maranhão ($r = -0,89$) e Foz do Amazonas ($r = -0,98$), indicando maior produtividade sob baixa salinidade. Já no Ceará ($r = -0,03$) e Barreirinhas ($r = -0,01$), a relação foi insignificante. A correlação entre a salinidade e a produtividade é negativa, sendo influenciada especialmente pelo Rio Amazonas, em contrapartida às bacias de Barreirinhas e Ceará, que demonstraram menor influência fluvial e não exercem influência relevante sobre a variabilidade da PPL. Os resultados destacam a importância das interações entre salinidade, descarga fluvial e produtividade primária na MEB, demonstrando que a baixa salinidade associada ao aporte de nutrientes favorece a produtividade especialmente nas bacias influenciadas pelos rios Amazonas e Pará.

Palavras-chave: ecossistemas marinhos, Margem Equatorial Brasileira, descarga do rio Amazonas, plataforma continental, variabilidade sazonal.

ABSTRACT

This study analyzes the relationship between Net Primary Productivity (NPP) and sea surface salinity from 1998 to 2023 in the sedimentary basins of the Amazon River mouth, Pará-Maranhão, Barreirinhas, and Ceará, located on the Brazilian Equatorial Margin (BEM). This area represents an ideal environment for investigating the responses of marine ecosystems to climate change and anthropogenic impacts, as primary productivity is the foundation of the aquatic food chain and influences atmospheric carbon capture. The methodology utilizes spatial data and computational tools, including the Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS), Python, QGIS, and SciPy, to process and map the PPL and salinity data. Net primary productivity (NPP) in the Brazilian Equatorial Margin varied between 0 and 4,500 mg C m⁻² day⁻¹, with the highest values recorded at the Amazon River mouth (up to 1,800 mg C m⁻² day⁻¹) during the rainy season, and the lowest along the coast of Ceará (≈400 mg C m⁻² day⁻¹), in oligotrophic areas. Sea surface salinity (SSS) in the Brazilian Equatorial Margin sedimentary basins ranged from 32.9 to 34.8 PSU between 1998 and 2023. Minimum values occurred at the peak of the rainy season (April to June), mainly at the mouth of the Amazon River, due to the intense river discharge. The correlation between salinity and primary production varied between basins, with strong negative values in the Pará-Maranhão basin ($r = -0.89$) and the Amazon River mouth ($r = -0.98$), indicating higher productivity at lower salinity levels. In Ceará ($r = -0.03$) and Barreirinhas ($r = -0.01$), the relationship was insignificant. The correlation between salinity and productivity is negative, being especially influenced by the Amazon River. In contrast, the Barreirinhas and Ceará basins showed less fluvial influence and do not exert a significant impact on the variability of primary productivity. The results highlight the importance of interactions between salinity, river discharge, and primary productivity in the Amazon Estuary, demonstrating that low salinity, associated with nutrient input, favors productivity, especially in basins influenced by the Amazon and Pará rivers.

Keywords: marine ecosystems, Brazilian Equatorial Margin, Amazon River discharge, continental shelf, seasonal variability.