



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA E GEOQUÍMICA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 639**

**FORÇANTES NATURAIS E ANTRÓPICAS SOBRE OS  
MANGUEZAIS DE SALINÓPOLIS-PARÁ**

**Dissertação apresentada por:**

**IZABELLE CAROLINE GOES SERRÃO**

**Orientador: Prof. Dr. Marcelo Cancela Lisboa Cohen (UFPA)**

**BELÉM – PARÁ**  
**2023**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará**  
**Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

---

S487f Serrão, Isabelle Caroline Goes.  
Forçantes naturais e antrópicas sobre os manguezais de  
Salinópolis - Pará. / Isabelle Caroline Goes Serrão. — 2023.  
xiii, 42 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Marcelo Cancela Lisboa Cohen  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,  
Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em  
Geologia e Geoquímica, Belém, 2023.

1. Sensoriamento remoto. 2. Manguezal. 3. Expansão  
populacional. 4. Salinópolis. 5. Amazônia. I. Título.

CDD 621.3678098115

---



**Universidade Federal do Pará**  
**Instituto de Geociências**  
**Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica**

## **FORÇANTES NATURAIS E ANTRÓPICAS SOBRE OS MANGUEZAIS DE SALINÓPOLIS-PARÁ**

**Dissertação apresentada por:**

**IZABELLE CAROLINE GOES SERRÃO**

**Como requisito parcial à obtenção de Grau de Mestre em Ciências na Área de  
GEOLOGIA e Linha de Pesquisa GEOLOGIA MARINHA E COSTEIRA.**

**Data de Aprovação: 05 / 10 / 2023**

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Marcelo Cancela Lisboa Cohen  
(Orientador – UFPA)

---

Prof. Dr. José Francisco Berrêdo Reis da Silva  
(Membro – MPEG)

---

Prof. Dr. Marlon Carlos França  
(Membro – IFES)

Dedico à toda minha família e amigos, todos que estiveram envolvidos como apoio emocional e acadêmico, à Deus e Nossa Senhora.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por me dar a vida, saúde e consciência, me permitindo ultrapassar todos os obstáculos, barreiras e medos encontrados ao longo da realização deste trabalho.

Aos meus pais, sempre incansáveis e dispostos a tudo por mim e meu irmão. Sem o incentivo e insistência deles, jamais teria conseguido. Minha mãe e minha melhor amiga, por todos os dias repetir que preciso enfrentar meus medos, que sou capaz e por todas as orações. Meu pai, carinhoso, direto e sábio, usou as palavras certas para me levantar. Sem vocês não estaria aqui.

Ao meu esposo, Rafael, fiel companheiro de vida, com quem dividi todo o processo e me ajudou a passar por momentos tenebrosos, segurando minha mão a cada passo. Pela sua tolerância, pelo seu apoio em cada triunfo e cada fracasso, por me dar força para seguir meu objetivo e me recordar todos os dias que eu sou capaz. Obrigada por todas as vezes em que ajudou a tornar meus sonhos realidade, preserve esse coração maravilhoso. À minha sogra, por todas as orações.

Ao meu irmão, meu segundo pai e maior exemplo de pessoa e profissional, por tanto me incentivar, apoiar e ajudar. À minha cunhada, Luiza e à minha sobrinha Cecília, luz das nossas vidas.

À toda minha família, minha base. Aos meus avós, *in memoriam*, pela contribuição na formação do meu caráter.

Ao meu orientador Professor Dr. Marcelo Cohen, pela ajuda, conselhos, orientações e pela paciência.

À Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, PPGG e ao Laboratório de Dinâmica costeira e colegas: Sérgio, Ericka, Nauza, Fernando, Bettina, Júlian e Sérgio Molano

A CAPES, pela concessão de bolsa de estudo. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e o apoio do projeto "Impactos das mudanças climáticas nos manguezais austrais e boreais do continente americano" CNPq - Processo:307497/2018-6

Aos meus amigos, sempre companheiros, dispostos a me ajudar e apoiar: Rafael, Hellen, Rayssa, Alan, Acácio, João Paulo, Gabriel e Taynara.

## RESUMO

Os manguezais se destacam pela sua resiliência e pelo importante papel no equilíbrio ambiental, porém, globalmente, as áreas de manguezais têm sofrido perdas em torno de 35% entre 1980 e 2000, causadas por mudanças nos gradientes de salinidade, ação das ondas e correntes, variação do nível relativo do mar e expansão urbana. A zona costeira brasileira está distribuída em 395 municípios, entre eles Salinópolis, localizado no litoral paraense, com ampla ocorrência de manguezais que também tem apresentado degradações. Para investigar os principais agentes controladores da dinâmica natural e antropogênica dos manguezais em Salinópolis, foram utilizadas imagens de satélites Landsat, Quickbird e de drone. Esses dados permitiram individualizar as unidades de vegetação e geomorfologia entre 2009 e 2019. Levantamento aerofotogramétrico baseado em dados de drone entre Fev/2019 e Set/2019 viabilizou a identificação das mudanças na topografia das planícies de maré e falésias. Esses dados indicaram um aumento nas áreas de manguezais em torno de 104 ha entre 2009 e 2017. No entanto, houve perda dessa floresta em torno de 52,3 ha entre 2017 e 2019, quando houve um aumento das invasões em zonas costeiras. A zona que compreende a chamada “Praia do Maçarico” apresentou perdas de manguezais em torno de 15,2 e 28,8 ha no período de 2010 - 2017 e 2017 – 2019, respectivamente. Na zona do Atalaia, ocorreu uma perda em torno de 23,5 ha entre 2017 e 2019. A expansão dos manguezais ocorreu sobre planícies costeiras mais elevadas (~2.8 m acima do nível médio do mar), distante da intervenção humana, e provavelmente causada pelo aumento do nível relativo do mar. Entretanto, a retração das áreas de manguezais ocorreu principalmente devido a expansão urbana não regulamentada sobre as planícies de maré mais elevadas. Além disso, a análise espaço-temporal indicou erosão na falésia do Maçarico, com recuo do topo da falésia de até 20 m entre Fev/2019 e Set/2019. No ano de 2022 houve uma obra de infraestrutura urbana nessa zona com aporte sedimentar para tentar estabilizar a falésia. Deve ser destacado que o material erodido da falésia causou um aumento de até 1 m na planície de maré próximo a base da falésia, onde ocorre alguns manguezais causando o soterramento das suas raízes e a morte dessas árvores. Os dados mostraram que as intervenções na costa com manguezais têm causado perdas nas áreas dessas florestas que tendem a migrar para setores topograficamente mais elevados por causa do aumento do nível relativo do mar, caracterizando um conflito entre a atual tendência de expansão desse ecossistema e as intervenções antrópicas na costa. A costa de Salinópolis com grau de vulnerabilidade entre muito alto (4,6) e alto (3,6) necessita da inclusão de projetos com uma análise quali-quantitativa da interação das

principais características dessa área (p.ex. geomorfologia, gradientes topográficos da costa, amplitude de maré, vegetação, ângulo e velocidade de ação das correntes e escoamento superficial das águas da chuva) antes da implementação de obras na costa de Salinópolis.

**Palavras-chave:** sensoriamento remoto; manguezal; expansão populacional; Salinópolis; Amazônia; Nordeste paraense.

## ABSTRACT

Mangroves stand out for their resilience and important role in environmental balance. Still, globally, mangrove areas have suffered losses of around 35% between 1980 and 2000, caused by changes in salinity gradients, wave and current action, relative sea level changes and urban expansion. The Brazilian coastal zone is distributed in 395 municipalities, among them Salinópolis, located on the Paraense coast, with a wide occurrence of mangroves that have also presented degradation. A spatial-temporal analysis based on Landsat, Quickbird and drone images was used to investigate the main forces driving the natural and anthropogenic mangrove dynamics in Salinópolis. These data allowed for individualizing the vegetation and geomorphology units between 2009 and 2019. An aerial photogrammetric survey based on drone data between Feb / 2019 and Sep / 2019 enabled the identification of changes in the topography of the tidal flats and cliffs. These data indicated an increase in mangrove areas of around 104 ha between 2009 and 2017 in the study area. However, there was a loss of this forest of approximately 52.3 ha between 2017 and 2019, when there was an increase in unregulated urbanization of coastal areas. The area comprising the so-called “Praia do Maçarico” presented losses of mangroves of around 15.2 and 28.8 ha in 2010 - 2017 and 2017 – 2019 periods, respectively. In the Atalaia area, there was a loss of about 23.5 ha between 2017 and 2019. The expansion of the mangroves occurred over higher coastal plains (~2.8 m above mean sea level), distant from human intervention, and probably caused by a relative sea level rise. However, the retraction of mangrove areas occurred mainly due to unregulated urban expansion over the higher tidal flats. In addition, the spatio-temporal analysis indicated erosion on the Maçarico cliff, with a retreat from the top of the cliff of up to 20 m between Feb / 2019 and Sep / 2019. In the year 2022 there were urban infrastructure works in this area with new sediment input to try to stabilize the cliff. It should be highlighted that the eroded material from the cliff caused an increase of up to 1 m on the tidal flat near the base of the cliff, where some mangroves occur, causing the burial of their roots and the death of these trees. The data showed that interventions on the coast with mangroves have caused losses in these forest areas that tend to migrate to topographically higher sectors due to the relative sea level rise, characterizing a conflict between the current expansion trend of this ecosystem and anthropogenic interventions on the coast. The coast of Salinópolis, with a vulnerability degree between very high (4,6) and high (3,6) requires the inclusion of projects with a quali-quantitative analysis of the interaction of the main coastal characteristics (e.g. geomorphology, topographic gradients of the coast, tidal



range, vegetation, angle and speed of currents and surface runoff) before implementing works on the Salinópolis coast.

**Keywords:** remote sensing; mangrove; population expansion; Salinópolis; Amazon; Northeastern Pará.