

## **DINÂMICA COSTEIRA: A MOVIMENTAÇÃO DAS DUNAS SOBRE OS MANGUEZAIS DA ILHA DE LENÇÓIS – MARANHÃO**

Nádia Gilma Beserra de Lima <sup>1</sup>

Ana Lucia Gomes do Santos<sup>2</sup>

Beatriz Sartori de Oliveira <sup>3</sup>

Flora Amador Junqueira <sup>4</sup>

Sueli Ângelo Furlan <sup>5</sup>

### **INTRODUÇÃO**

Os sistemas costeiros apresentam uma complexidade de processos ambientais atuantes, visto que estão localizados na área de confluência dos sistemas terrestre, marinho e atmosférico (SANTOS, 2014). O sistema costeiro também é conhecido pela forte atuação da dinâmica dos processos físicos, químicos e biológicos, além da dinâmica socioambiental existente, principalmente nos territórios que abrigam comunidades e núcleos urbanos.

A Ilha de Lençóis está localizada no município de Cururupu, no estado do Maranhão e possui cerca de 560 hectares. Faz parte das Reentrâncias Maranhenses, compreendendo o maior continuum de manguezais da costa brasileira, que se estende desde a desembocadura do Rio Oiapoque, no extremo norte, até o Golfão Maranhense (ICMBio, 2018). Essa região apresenta uma considerada cobertura de manguezais além da presença de dunas que ocupam lugar de destaque na ilha dos Lençóis. Também faz parte da Área de Proteção Ambiental das Reentrâncias Maranhenses (Decreto nº 11.901 de 11 de junho de 1991), da Reserva Extrativista Marinha de Cururupu (Decreto Federal 02 de junho de 2004), do Polo Ecoturístico da Floresta dos Guarás e da Reserva Hemisférica de Aves Limícolas e Zona Úmida de Importância Internacional – Sítio RAMSAR.

Os processos naturais atuantes na zona costeira são extremamente energéticos o que vem propiciando intensas modificações na paisagem costeira. Com a ação dos fortes processos hidrodinâmicos na zona litorânea, o efeito na vegetação costeira tem sido significativo. Mediante a ação de processos deposicionais associados à migração de bancos de areia sobre depósitos de

---

<sup>1</sup> Pesquisadora do Instituto de Pesquisas Ambientais e da Universidade de São Paulo - SP, nadia.lima@usp.br;

<sup>2</sup> Pesquisadora do Departamento de Geografia, da Universidade de São Paulo - SP, analuciageosantos@gmail.com;

<sup>3</sup> Graduanda do curso de Geografia da Universidade de São Paulo - SP, beatrizsartori@usp.br;

<sup>4</sup> Graduanda do curso de Geografia da Universidade de São Paulo - SP, florajunqueira@usp.br;

<sup>5</sup> Professora orientadora do curso de Geografia da Universidade de São Paulo - SP, sucaangf@usp.br.

manguezais, observa-se a destruição da floresta de mangues que, mesmo morta por asfixia de suas raízes, permanece em posição de vida, formando bosques paliteiros com até 10 m de altura, que em seguida são derrubados pela ação energética de ondas e correntes de maré, propiciando assim o recuo da linha de costa (MOCHEL et al., 2013).

A presente pesquisa teve como objetivo analisar as áreas de manguezais existentes na Ilha de Lençóis – MA, verificando como tem ocorrido o avanço das dunas sob as florestas ali existente. O objetivo dessa análise foi colaborar com estudos de conservação desse ecossistema, visto que uma das importantes contribuições dos serviços ecossistêmicos dos manguezais é justamente a manutenção da linha de costa, diminuindo a ocorrência de processos erosivos e o impacto das alterações climáticas.

## **METODOLOGIA**

Durante o trabalho de campo realizado na Ilha de Lençóis em janeiro de 2024, junto com a equipe do Projeto Vulnerabilidade Socioambiental na Zona Costeira Maranhense: usos múltiplos, serviços ecossistêmicos e alterações climáticas –CNPq/MCTI/FNDCT nº18/2021, foi possível observar *in loco* a atuação dos processos costeiros existente nessa região do litoral maranhense. Em campo foi possível aplicar a metodologia de estudo de manguezais proposta por Schaeffer-Novelli, Vale e Cintrón (2015) e posteriormente ao campo foi pesquisada a atuação da dinâmica costeira nas imagens de satélite da área.

Cada parcela de estudo da vegetação de manguezais foi delimitada com um tamanho, de acordo com o desenvolvimento estrutural e a densidade da floresta, de modo que cada uma compreendesse no seu interior no mínimo trinta exemplares arbóreos, conforme a proposta metodológica adotada (SCHAEFFER-NOVELLI; VALE; CINTRÓN, 2015). O tamanho e as características das parcelas estudadas na Ilha de Lençóis constam na Tabela 1:

Tabela 1: Parcelas de estudo de manguezais – Ilha de Lençóis / MA.

Parcela	Área	Principal Característica
1	400 m <sup>2</sup>	Existencia de dunas nas proximidades com avanço inicial para a área de manguezais.
2	100 m <sup>2</sup>	Sem proximidade imediata a dunas (fronteira).
3	250 m <sup>2</sup>	Existencia de dunas nas proximidades com avanço intenso para a área de manguezais.

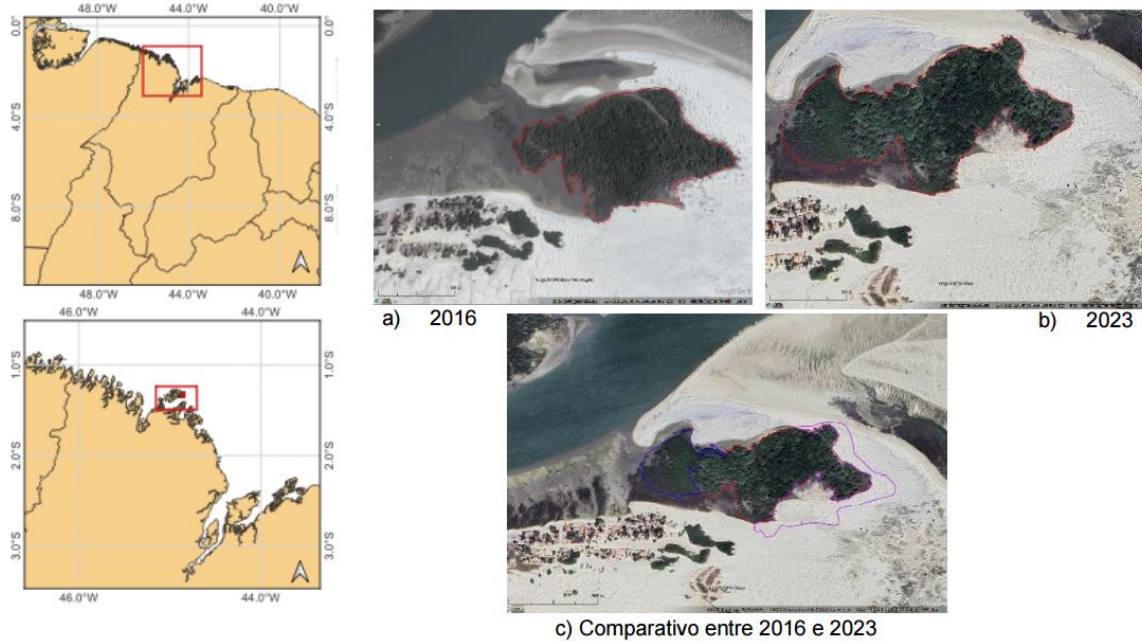
Após o trabalho de campo realizou-se a análise do histórico das imagens de satélite da Ilha de Lençóis disponíveis no *software Google Earth PRO* para delimitar as áreas de ocorrência de manguezais nos anos de 2016 e 2023. Também foi realizada a análise das imagens *Sentinel* disponíveis para essa região, sendo calculado o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), no QGIS 3.36.0.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na presente pesquisa foi analisado as imagens de satélite dos anos de 2016 e 2023, disponíveis no *software Google Earth PRO*, com essa análise foi possível verificar que os manguezais no trecho norte da Ilha de Lençóis – MA apresentaram, no ano de 2016, uma cobertura de área equivalente a 115.246 m<sup>2</sup>, conforme Figura 1. A pesquisa também verificou uma diminuição significativa dessa área no ano de 2023, com uma cobertura representando apenas 104.362 m<sup>2</sup>. Assim, no período de apenas oito anos constatou-se uma diminuição de área equivalente a 10.884 m<sup>2</sup>, ou seja, nesse curto período de tempo, menos de uma década, a dinâmica costeira intensa existente nessa região ocasionou uma redução significativa da área de manguezais.

É preciso ponderar que houve uma maior diminuição da floresta de manguezais no setor leste da área analisada na Figura 1, com uma redução de 33,8% do trecho original apresentado, entre os anos de 2016 e 2023, isso ocorreu devido ao avanço das dunas sobre a área de manguezais. Entretanto, analisando a imagem de 2023 verifica-se que no setor oeste da mancha de manguezais houve um aumento da área ocupada por esse ecossistema, indicando um aumento da área de manguezais no sentido oeste nesse período.

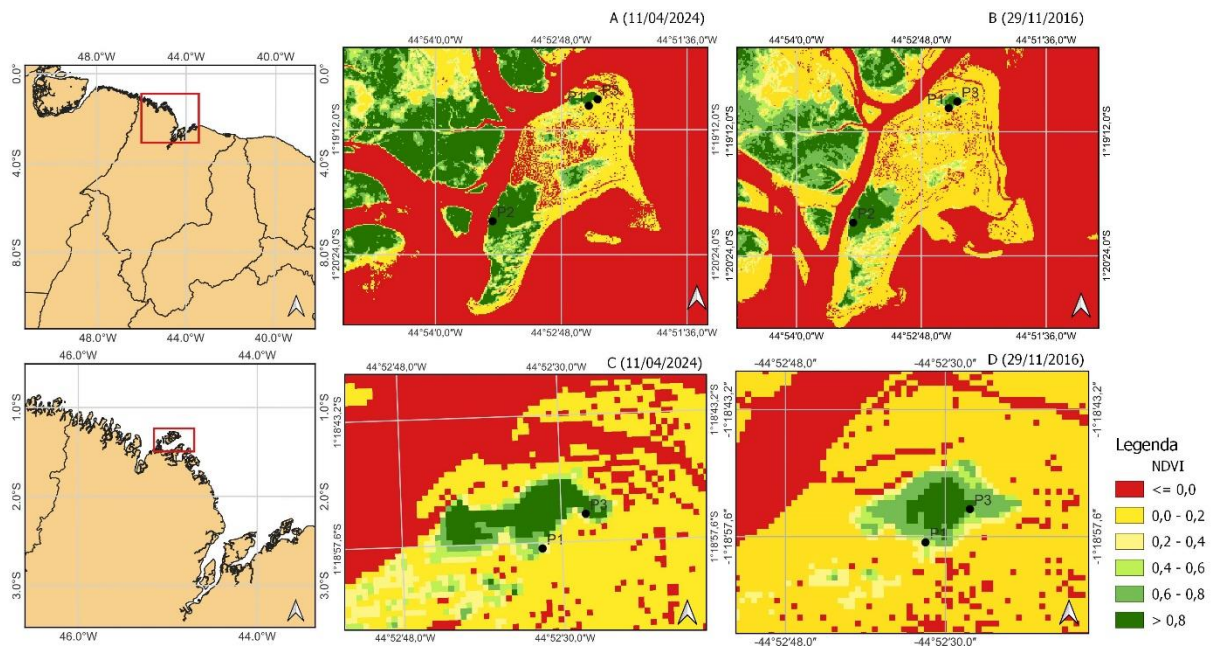
Figura 1: Delimitação de floresta de mangue nos anos de 2016 (a), 2023 (b) e comparativo entre os anos (c) - Lençóis / MA.



Em azul, trecho de avanço do manguezal, em roxo, perda da área de manguezal entre 2016 e 2024

Fonte: Google Earth (2024).

Figura 2: NDVI para os manguezais da Ilha de Lençóis / MA (A e B) e em detalhe para a floresta de mangue mais impactada pelo avanço das dunas no setor norte da ilha (C e D) em 11/04/2024 e 29/11/2016.



Na figura 02 - P1, P2 e P3 representam, respectivamente, as três parcelas delimitadas para análise da fisionomia da floresta de mangue. Observa-se que nas florestas identificadas

como P1 e P3 há uma grande alteração no formato do fragmento, justamente pelo avanço das dunas no setor nordeste/leste do fragmento. Por outro lado, na floresta de mangue P2 observa-se que em 2024 há uma maior área de NDVI com classes superiores a 0,8, o que demonstra uma maior vitalidade para a vegetação presente nesse trecho da ilha dos Lençóis. Em 2016, na floresta identificada como P2 observa-se um grande fragmento classificado com NDVI entre 0,6 a 0,8. Esse mesmo trecho na imagem de 2024, aparece classificado com NDVI superior a 0,8.

Na análise dos dados estruturais das parcelas de estudo foi possível verificar como o ecossistema manguezal responde a toda essa dinâmica costeira. A Tabela 2 sintetiza os dados levantados em campo sobre a estrutura fitossociológica dos manguezais:

Tabela 2: Estrutura da floresta de manguezais na Ilha de Lençóis – MA em janeiro de 2024.

Parcela	Tronco/ Indivíduo	Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	DAP médio (cm)	Densidade (troncos/ha)	Altura Média (m)
P1 (Com interferência de dunas)	2	33,98	7	1.700	3,9
P2 (Sem interferência de dunas)	1,1	28,43	5	8.300	7,4
P3 (Com interferência de dunas)	1,2	72,63	27	848	4,4

Fonte: Projeto Vulnerabilidade Socioambiental na Zona Costeira Maranhense: usos múltiplos, serviços ecossistêmicos e alterações climáticas –CNPq/MCTI/FNDCT nº18/2021

De acordo com Schaeffer-Novelli e Cintrón (1986), a densidade de uma floresta de manguezais é representada tanto pela sua idade quanto pelo nível de amadurecimento dessa floresta. Dessa forma, em uma floresta jovem é comum haver grande número de árvores de pequeno diâmetro, como na Parcela 2 (sem interferência de dunas), que apresentou em uma parcela de 10 X 10 metros (0,01 ha) um total de 73 (setenta e três) indivíduos arbóreos, totalizando 83 (oitenta e três) troncos, com a maior densidade entre as três parcelas estudadas de 8.300 troncos/ha, com o menor DAP médio 5 cm, a menor área basal 28,43 m<sup>2</sup>/ha e a maior altura média 7,4 metros, entre as florestas analisadas.

Conforme essa floresta torna-se madura a densidade de árvores diminui e o seu diâmetro aumenta, como nas Parcelas 1 e 3 (com interferência de dunas). Sendo que a Parcela 1 representou uma área de 20 X 20 metros (0,04 ha), com um total de 34 (trinta e quatro) indivíduos arbóreos, totalizando 68 (sessenta e oito) troncos, com uma densidade mediana entre as parcelas analisadas 1.700 troncos/ha, com um DAP médio de 7 cm, classificado como intermediário ( $\geq 2,5$  e  $< 10$  cm), uma área basal de 33,98 m<sup>2</sup>/ha e uma altura média de 3,9 metros.

A Parcela 3 representou a floresta mais madura analisada, com uma área de 25 X 25 metros (0,0625 ha), totalizando 43 (quarenta e três) indivíduos arbóreos e 53 (cinquenta e três) troncos, com a menor densidade entre as três parcelas estudadas 848 troncos/ha, o maior DAP médio 27 cm, a maior área basal 72,63 m<sup>2</sup>/ha e altura média de 4,4 metros.

Essa configuração estrutural da floresta de manguezais ocorre, pois à medida que as árvores aumentam o seu diâmetro, há maior competição por espaço e energia, tanto nas raízes, devido ao aumento do sistema radicular, como nas copas das árvores à procura de luz, por esse motivo em florestas maduras há menor número de indivíduos com maior área basal e DAP médio, como constatado na presente pesquisa.

Além disso, a Parcela 1 (com interferência de dunas) apresentou uma relação tronco/indivíduo de 2, a maior entre as áreas analisadas. Quanto mais próximo de 1 a relação tronco/indivíduo significa que a floresta possui árvores menos ramificadas. O gênero *Avicennia* foi o que apresentou a maior dominância relativa nessa floresta, com 72,3%, seguida da *Laguncularia* com 24,5%, sendo que 3% foram representados por indivíduos mortos sem identificação.

A Parcela 2 (sem interferência de dunas) apresentou uma relação tronco/indivíduo de 1,1, a menor entre as áreas analisadas, demonstrando que os troncos quase não apresentaram ramificações. Nessa floresta o gênero *Rhizophora* apresentou a maior dominância relativa com 72,4% e a *Avicennia* representou 27,6%, não sendo registrado indivíduos mortos.

A Parcela 3 (com interferência de dunas), representou 1,2 de troncos/indivíduos. O gênero *Rhizophora* apresentou a maior dominância relativa, com 59,1%, seguida pela *Avicennia*, com 29,7% e com 10,6% de dominância relativa de indivíduos mortos. Essa maior representatividade de indivíduos mortos nessa parcela se justifica pela forte interferência do avanço das dunas na floresta de mangue.

Dessa forma, apesar da Parcela 3 (com interferência de dunas) representar a floresta de manguezal mais madura, entre as áreas analisadas, essa é a área que também representa o maior impacto pelo avanço das dunas nos manguezais. No trabalho de campo foi possível verificar indivíduos arbóreos de manguezais totalmente soterrados pelas dunas.

Os dados fitossociológicos coletados em campo corroboraram com a análise realizada pelas imagens de satélite, sendo que as Parcelas 1 e 3 estão localizadas no setor leste apresentado na Figura 1, sendo suas áreas impactadas diretamente pelo avanço das dunas nos

manguezais e a Parcela 2 se localiza no setor oeste da Figura 1, demonstrando uma floresta jovem de manguezais.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A presente pesquisa identificou que a dinâmica costeira existente na Ilha de Lençóis no Maranhão é representada principalmente pela movimentação das dunas ao longo do sistema costeiro. Sendo possível verificar nas parcelas de estudo de manguezais que essa dinâmica consegue alterar a configuração espacial dos manguezais em um curto período de tempo, visto que em menos de uma década foi possível constatar uma diminuição significativa da área ocupada pelos manguezais devido ao avanço das dunas. Foi possível identificar que o avanço das dunas sobre os manguezais na Ilha de Lençóis – MA resultou no soterramento de uma área significativa de manguezais maduros e mesmo com a nova colonização de áreas de manguezais, esse ecossistema jovem ainda não fornece todos os serviços ecossistêmicos, entre eles a proteção costeira que um ecossistema maduro forneceria frente aos processos erosivos e a ocorrência de alterações climáticas. Assim, foi possível constatar que na Ilha de Lençóis há setores que apresentaram diminuição da cobertura de área de manguezais, ocasionados principalmente pelo avanço das dunas sobre os manguezais, e em outras áreas houve colonização de espécies de mangue, proporcionando uma nova ocupação por esse ecossistema

Novos estudos poderão ser realizados em outras áreas de manguezais existentes na Ilha de Lençóis ou nas áreas adjacentes, para verificar se houve, nos últimos anos, uma intensificação do soterramento de manguezais por dunas e como esse ecossistema está reagindo, se a colonização de novas áreas de manguezais conseguem diminuir o impacto desse avanço das dunas e o quanto esse ecossistema funciona como barreira para o avanço das dunas nas áreas de ocupação humana.

**Palavras-chave:** Mangue; processos costeiros, impacto

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao Projeto: Vulnerabilidade Socioambiental na Zona Costeira Maranhense: usos múltiplos, serviços ecossistêmicos e alterações climáticas – CNPq/MCTI/FNDCT nº18/2021 pela disponibilização dos dados coletados no trabalho de campo realizado em janeiro de 2024.

## REFERÊNCIAS

ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de Manejo da Reserva Extrativista Marinha de Cururupu**. Versão simplificada e resumida. 2016.

ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de Manejo da Reserva Extrativista Marinha de Cururupu**. Versão simplificada e resumida. 2016.

ICMBio, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Atlas dos Manguezais do Brasil**. Brasília: ICMBio, 2018. 176 p.

MOCHEL, F. et al. Degradação dos manguezais na Ilha de São Luís (MA): processos naturais e impactos antrópicos. *In*: PROST, M. T.; MENDES, A. C. (Org.). **Ecosistemas costeiros: impactos e gestão ambiental**. 2. Ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2013.

SANTOS, A. L. G. **Cartografia dos níveis hierárquicos dos manguezais: uma visão sistêmica**. 2014. 352 f. Tese (Doutorado), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y; CINTRÓN, G. **Guia para estudo de áreas de manguezal: estrutura, função e flora**. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1986. 150 p.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; VALE, C.C.; CINTRÓN, G. Monitoramento do Ecossistema Manguezal: estrutura e características funcionais. *In*: Turra, A. & Dedanai, M.R. (orgs.). **Protocolos de campo para o monitoramento de habitats bentônicos costeiros**. Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros – ReBentos. São Paulo – SP: IOUSP, p. 65 – 83. 255p.,Capítulo 4, 2015.