

CAPÍTULO 3

CARACTERIZAÇÃO FITOSSOCIOLÓGICA DE *Rhizophora mangle* COMO CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA DINÂMICA DO MANGUEZAL DE MANGUE SECO, MUNICÍPIO DE RAPOSA, MARANHÃO

Data de submissão: 15/10/2024

Data de aceite: 10/01/2025

Lays Rodrigues Silva Santos

Universidade Federal do Maranhão,
Departamento de Oceanografia e
Limnologia, São Luís - Maranhão

Jade Vilas Boas de Oliveira Lima

Universidade Federal do Maranhão,
Departamento de Oceanografia e
Limnologia, São Luís - Maranhão
<https://orcid.org/0009-0007-5806-7397>

José Magno Pinheiro Alves

Universidade Federal do Maranhão,
Departamento de Oceanografia e
Limnologia, São Luís – Maranhão
<https://orcid.org/0009-0003-7212-4870>

Deuzanir da Conceição Amorim Lima

Mestrado em Geografia, Natureza e
Dinâmica do Espaço, Universidade
Estadual do Maranhão
São Luís - Maranhão
<https://orcid.org/0009-0009-8432-5016>

Flávia Rebelo Mochel

Universidade Federal do Maranhão,
Centro de Ciências da Saúde,
Departamento de Oceanografia e
Limnologia., São Luís - Maranhão
<https://orcid.org/0000-0001-5911-3171>

RESUMO: Este estudo visa realizar a caracterização fitossociológica do mangue vermelho *Rhizophora mangle* no manguezal da Praia do Mangue Seco, localizado no município de Raposa, Maranhão, como contribuição ao conhecimento da estrutura e dinâmica de manguezais. A vegetação arbórea predominante na área de estudo inclui as espécies *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia germinans*, com menor presença de *Conocarpus erectus*. Para o estudo do mangue vermelho *R. mangle* a metodologia empregada envolveu coletas e análises realizadas para medir a estrutura das árvores, avaliar as características foliares de *Rhizophora mangle* e analisar o sedimento e a água do estuário. Foi analisada a taxa de herbivoria e análises granulométricas do sedimento, além da análise dos parâmetros da água, como oxigênio dissolvido, turbidez, matéria orgânica, pH e salinidade. Os resultados obtidos mostram que *R. mangle* apresenta estrutura heterogênea, com indivíduos mais antigos mais desenvolvidos e indivíduos jovens que demonstram uma nova colonização da espécie em áreas anteriormente degradadas. A caracterização fitossociológica de *R. mangle* permitiu verificar que a dinâmica do manguezal está

relacionada aos impactos da ocupação da área. Recomendam-se ações de restauração ecológica e de educação ambiental, com estratégias de conservação e manejo sustentável, para a manutenção da biodiversidade e bem-estar das comunidades locais.

PALAVRAS-CHAVE: estrutura de manguezal, dinâmica de manguezal, herbivoria, manguê vermelho

PHYTOSOCIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF *Rhizophora mangle* AS A CONTRIBUTION TO THE STUDY OF MANGROVE DYNAMICS IN THE MUNICIPALITY OF RAPOSA, MARANHÃO

ABSTRACT: This study aims to perform the phytosociological characterization of the red mangrove *Rhizophora mangle* in the mangrove swamp of Praia do Manguê Seco, located in the municipality of Raposa, Maranhão, as a contribution to the knowledge of the structure and dynamics of mangroves. The predominant tree vegetation in the study area includes the species *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* and *Avicennia germinans*, with a lower presence of *Conocarpus erecta*. For the study of the red mangrove *R. mangle*, the methodology used involved collections and analyses carried out to measure the structure of the trees, evaluate the leaf characteristics of *Rhizophora mangle* and analyze the sediment and water of the estuary. The herbivory rate and granulometric analyses of the sediment were analyzed, in addition to the analysis of water parameters, such as dissolved oxygen, turbidity, organic matter, pH and salinity. The results show that *R. mangle* has a heterogeneous structure, with older, more developed individuals and young individuals that demonstrate a new colonization of the species in previously degraded areas. The phytosociological characterization of *R. mangle* allowed us to verify that the dynamics of the mangrove is related to the impacts of the occupation of the area. Ecological restoration and environmental education actions are recommended, with conservation and sustainable management strategies, for the maintenance of biodiversity and well-being of local communities.

KEYWORDS: mangrove structure, mangrove dynamics, herbivory, red mangrove

INTRODUÇÃO

Manguezais são ecossistemas costeiros encontrados em regiões tropicais e subtropicais ao longo de costas, estuários e deltas de rios. A costa amazônica brasileira está localizada dentro dessa região produtiva que possui grande aporte hídrico, altas taxas de deposição sedimentar e temperaturas frequentemente acima dos 20°C, onde os manguezais encontram as condições mais favoráveis para o seu estabelecimento e desenvolvimento (Silva 2021, p.12, apud Souza-Filho, 1995). Esta região está também associada às grandes amplitudes de maré, dessa forma, aumentando a dispersão das espécies de manguê e resultando em extensos cinturões de florestas de manguê (Silva 2021, p.12, apud Walsh, 1974).

A vegetação arbórea que caracteriza os manguezais amazônicos é composta por três espécies de manguê vermelho, *Rhizophora mangle*, *R. racemosa* e *R. harrisonii*, duas espécies de siriba, *Avicennia germinans* e *A. schaueriana*, pela tinteira *Laguncularia racemosa* e pelo manguê-de-botão *Conocarpus erecta* (Mochel, 2011).

A fitossociologia estuda as causas e efeitos da coabitação de plantas em dado ambiente, o surgimento, constituição e estrutura dos agrupamentos vegetais e os processos que implicam sua continuidade ou sua mudança ao longo do tempo (Martins,2003). No contexto dos manguezais, a fitossociologia investiga a estrutura e composição das comunidades vegetais deste ecossistema costeiro. A composição florística e a estrutura fitossociológica de um bosque pode auxiliar na constituição de uma base teórica útil na construção de projetos de conservação e recuperação de áreas florestais degradadas, cooperando para o seu manejo (Arruda & Daniel, 2007).

No Brasil as espécies de mangue vermelho: *Rhizophora mangle*, que ocorre em todo o litoral brasileiro, *Rhizophora racemosa* e *Rhizophora harrisonii*, ambas na costa amazônica, do Maranhão ao Amapá (Mochel, 2011). O gênero *Rhizophora*, popularmente conhecido como mangue vermelho, apresenta suas espécies com rizóforos que escoram seus troncos em sedimentos lamosos, frequentemente muito moles, encharcados de água estuarina e sem ar (Tomlinson, 2016)

O manguezal e Mangue Seco, no município costeiro de Raposa, enfrenta desafios com a crescente a ocupação da zona costeira e a supressão da vegetação para usos diversos. Segundo Lyra (2022), a retirada da vegetação nos cordões litorâneos da área estuda aumentaram consideravelmente a partir de 2004, coincidindo com o crescimento urbano, expansão das atividades agrícolas e turísticas desordenadas. Além disso, a deposição de resíduos e efluentes domésticos tornou-se comum nesses ambientes, acarretando na poluição do solo e contaminação das águas subterrâneas. Esses impactos alteram profundamente a dinâmica das unidades geoecológicas, reduzindo sua capacidade de regeneração e autorregulação, promovendo desequilíbrios ecológicos.

Enfatiza-se a necessidade de estudos sobre estrutura e funcionamento das espécies para compreensão da dinâmica do ecossistema manguezal. Portanto, realizou-se a caracterização fitossociológica da espécie de mangue vermelho *Rhizophora mangle*, como contribuição ao conhecimento do papel desta espécie na dinâmica do manguezal da Praia do Mangue Seco no município de Raposa – Ma.

METODOLOGIA

A área de estudo é o bosque de manguezal localizado na região do Mangue Seco, no município de Raposa que, juntamente com outros três municípios: São José de Ribamar, Paço do Lumiar e a capital maranhense São Luís, faz parte da ilha do Maranhão. O município da Raposa se encontra a noroeste da ilha do Maranhão, entre as coordenadas 2° 27' 06,86" e 2° 27' 21,81" S e 44° 09' 20,33" e 44° 09' 45,76" W. O clima da região pode ser enquadrado, de acordo com a classificação de Köppen (1953), como clima do tipo quente e úmido As, com temperatura média de 27.8°C e índice pluviométrico anual de 1977.3 mm. A figura 1 mostra o manguezal da Praia do Mangue seco, onde os pontos verdes em quadrados vermelhos mostram as áreas em que foram coletadas as medidas morfométricas, as folhas, os propágulos e o sedimento.



Figura 1: Mapa da área de estudo (Bosque de Manguezal da Praia do Mangue Seco).

Fonte: Autoria própria, 2024.

As coletas foram efetuadas em maré baixa, entre os meses de janeiro e fevereiro de 2024, uma vez que, considerando a condições climáticas locais, há uma tendência de haver maior produção de propágulos e ocorrência de inflorescência de *Rhizophora mangle* e de outras espécies do manguezal neste período. As amostragens foram realizadas em uma região isenta de influência da zona industrial da Ilha do Maranhão.

Foram feitas duas idas ao campo, onde estabeleceu-se um perfil paralelo à linha de costa, do mar em direção à terra firme. Nesse perfil foram delimitadas duas parcelas totalizando 260 m², dentro das quais realizaram-se as medidas e coletas de material biológico. Dados estruturais de altura das árvores foram obtidos pela média de três das árvores mais altas dentro da parcela, a partir da determinação subjetiva da homogeneidade do dossel. Os dados de circunferência à altura do peito (CAP) foram obtidos em centímetros com fita métrica e posteriormente divididos pela constante $\pi = 3,146$ para a obtenção do diâmetro à altura do peito (DAP). Conforme descrito em Schaeffer- Novelli & Cintrón (1986) a medida de diâmetro a altura do peito em *Rhizophora mangle* é obtida a partir da medição acima da inserção da última raiz escora. A autora sugere a fórmula abaixo para calcular a área basal a partir dos dados de diâmetro.

$$g = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{(DAP)^2}{10.000} \text{ were}$$

g = área basal em m²;

π = 3,146;

DAP = diâmetro à altura do peito em cm.

Para posteriores análises foliares da espécie *R. mangle*, em cada parcela foram coletadas manualmente 50 folhas verdes, expostas ao sol e 30 folhas senescentes. As folhas foram transportadas em sacos lacrados para o laboratório e os parâmetros medidos foram: comprimento e largura das folhas, área da superfície foliar e porcentagem/taxa de herbívora.

O número de folhas foi obtido por contagem direta; a área foliar foi determinada por medidas de comprimento/largura e uso de um fator de correlação. As medições de comprimento e largura das folhas verdes foram feitas com o auxílio de uma régua de 30 cm. A medida de comprimento foi feita em todo o limbo foliar, com a utilização da régua posicionada verticalmente no centro de sua superfície, a partir da base em direção a ponta da folha; os valores de largura foram obtidos a partir do posicionamento horizontal da régua na metade da folha, medindo-a de uma lateral a outra. Os dados coletados foram dispostos em tabelas Excel (tabelas 2 e 3).

As folhas senescentes foram contornadas em papel milimetrado, em seguida fotografadas e com o auxílio do programa ImageJ foram feitas as análises de superfície total, área remanescente e área herbivorada em cada folha, a partir desses dados foi possível calcular a taxa de herbivoria da espécie estudada (Tabela 3), tendo como base a seguinte fórmula: herbivoria = área consumida/área total x 100 (Costa et al., 2019).

Foram feitas análises granulométricas do sedimento da área de estudo para caracterização sedimentológica das parcelas, estas análises ocorreram em laboratório e foram feitas a partir dos procedimentos de peneiramento e pipetagem, que ajudam a caracterizar e classificar os grãos de acordo com seus respectivos tamanhos. Essa classificação é importante porque favorece o entendimento da distribuição das espécies ao longo do perfil, uma vez que as espécies de mangue possuem uma tendência de zonação de acordo com os tipos de sedimentos. As análises da água do estuário foram feitas em laboratório. Os níveis de oxigênio dissolvido, turbidez, matéria orgânica e ph foram coletados utilizando o multiparâmetro Hanna HI 98494, a salinidade foi medida com auxílio de um Refratômetro manual modelo S-28.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área estudada apresenta quatro espécies arbóreas: *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia germinans* e *Conocarpus erecta*.

Os resultados obtidos das análises estruturais das árvores de *Rhizophora mangle* revelam importantes aspectos sobre o desenvolvimento e a saúde do manguezal. A medição do diâmetro à altura do peito (DAP) e a determinação da área basal permitem avaliar a produtividade e a capacidade de suporte do ecossistema. Além disso, a coleta de folhas e propágulos em diferentes estágios de maturação fornece informações sobre os processos reprodutivos e a regeneração natural das espécies de mangue. A análise foliar de *R. mangle* fornece dados essenciais sobre a fisiologia vegetal e suas interações com os fatores ambientais.

A espécie *R. mangle* apresentou desenvolvimento foliar com médias de comprimento e largura das folhas elevadas, especialmente na parcela 2, onde o comprimento médio foi de 11,3 cm e a largura média de 5,2 cm (Tabelas 1 e 2)

Parcela 1		
	Comprimento (cm)	Largura (cm)
MÉDIA	9,91	3,90
DESVIO PADRÃO	0,99	0,57
VARIÂNCIA	0,98	0,32

Tabela 1: Resultados para medidas foliares em 50 folhas verdes expostas ao sol da espécie *R. mangle* (n=50) na parcela 1.

Fonte: Autoria própria 2024

Parcela 2		
	Comprimento (cm)	Largura (cm)
MÉDIA	11,35	5,16
DESVIO PADRÃO	1,37	0,66
VARIÂNCIA	1,88	0,44

Tabela 2: Resultados para medidas foliares em 50 folhas verdes expostas ao sol da espécie *R. mangle* (n=50) na parcela 2.

Fonte: Autoria própria 2024

Os resultados da mensuração da estrutura foliar, por meio do comprimento e largura das folhas (Tabelas 1 e 2) juntamente com as medidas estruturais das árvores (Tabela 3) e troncos (Tabela 4) mostraram que o manguezal do Mangue Seco era composto por indivíduos adultos de *R. mangle*. Porém, observou-se o crescimento de indivíduos jovens, ainda em desenvolvimento. A presença de estruturas reprodutivas como flores, frutos e propágulos, indicaram que a espécie mantém seu vigor reprodutivo no bosque estudado.

Dados Estruturais. <i>Rhizophora mangle</i> . Mangue Seco. Todas as parcelas. 21/05/2024		
árvore 1	árvore 2	árvore 3
altura: 4,80 m	altura: 4,80 m	altura: 3,20 m
CAP: 46,0 cm	CAP: 49,5 cm	CAP: 31,5 cm
DAP: 14,62 cm	DAP: 15,73 cm	DAP: 10,01 cm
área basal: 0,0167874	área basal: 0,0194333	área basal: 0,0078697

Tabela 3. Dados estruturais de *R. Mangle* no Mangue Seco

Fonte: Autoria própria 2024

Dados Estruturais. <i>Rhizophora mangle</i> . Mangue Seco. Todas as parcelas. 21/05/2024	
Densidade (%)	
troncos	indivíduos
16,67	50,00
Dominância (%)	
troncos	indivíduos
absoluta: 17,63	absoluta: 12,0
relativa: 73,8	relativa: 0,50

Tabela 4: Resultados para densidade e dominância de árvores de *R. mangle* no manguezal de Mangue Seco.

Fonte: Autoria própria 2024

O desenvolvimento estrutural juntamente com a avaliação da herbivoria, permite uma melhor compreensão das estratégias adaptativas das plantas de manguezal às condições desafiadoras, como salinidade elevada e inundação periódica. Adicionalmente, o estudo da herbivoria fornece indícios relevantes sobre a dinâmica trófica e a manutenção do equilíbrio ecológico dentro do ecossistema. Na Tabela 5 observa-se, pela média da área consumida de todas as folhas, que a taxa de herbivoria de 2,56 indica que a espécie apresentou baixo ataque por herbívoros. É esperado que as plantas possuam defesas naturais eficazes, como a produção de compostos químicos repelentes. A presença desses compostos pode limitar a taxa de herbivoria, como observado em outras espécies vegetais que possuem mecanismos de defesa efetivos (CAMPOE et al., 2014). Portanto, a taxa relativamente baixa de herbivoria em *R. mangle* sugere que essa espécie se mantém resiliente à dinâmica de herbívoros.

	Área total (cm)	Área remanescente (cm)	Área consumida (cm)	Taxa de herbivoria
MÉDIA	31,50	30,70	0,80	2,56
DESVIO PADRÃO	9,74	9,72	1,18	3,74
VARIÂNCIA	94,91	94,47	1,39	13,98

Tabela 5: Resultados para herbivoria em 30 folhas senescentes de *R. mangle* (n=30) em duas parcelas (520 m²).

Fonte: Autoria própria 2024

As análises granulométricas do sedimento e a determinação do teor de matéria orgânica oferecem informações cruciais sobre a composição e a qualidade do substrato do manguezal. A caracterização dos grãos e a quantificação da matéria orgânica permitem compreender os processos de sedimentação, erosão e acumulação de nutrientes no ambiente estuarino, que desempenham um papel fundamental na sustentabilidade do ecossistema.

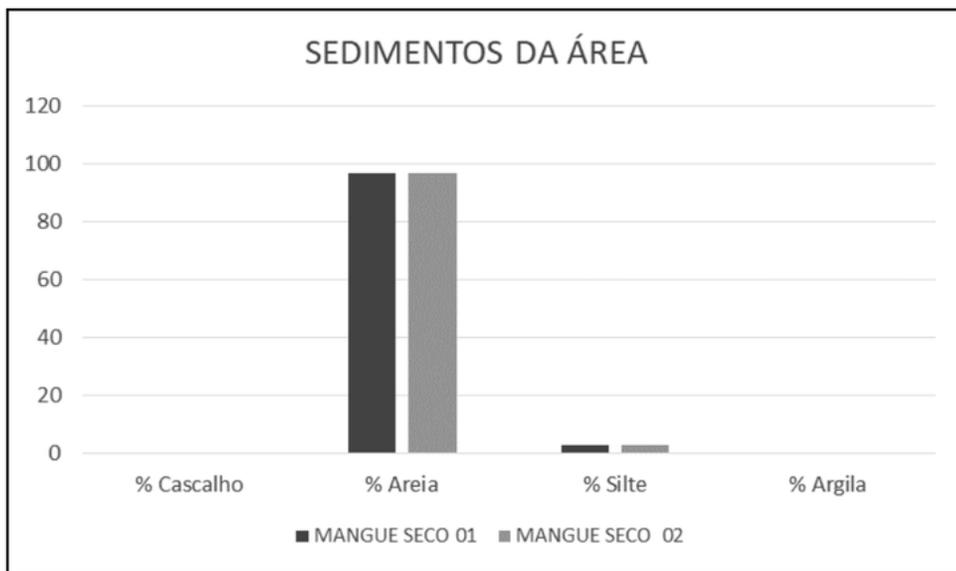


Gráfico 1: Resultado em da análise granulométrica do sedimento nas parcelas 1 e 2

Fonte: Autoria própria

As análises da água do estuário fornecem dados importantes sobre a qualidade e a saúde do ambiente aquático. A medição dos níveis de oxigênio dissolvido, turbidez, matéria orgânica, pH e salinidade permite avaliar os impactos das atividades humanas e das mudanças climáticas na hidrologia e na biogeoquímica do manguezal. Além disso, esses parâmetros são indicadores-chave da saúde dos ecossistemas costeiros e da sua resiliência às perturbações antropogênicas.

Em suma, os resultados obtidos neste estudo proporcionam uma compreensão abrangente da estrutura, função e dinâmica do manguezal da Praia do Manguê Seco, na região da Raposa, Maranhão. Essas informações são essenciais para a elaboração de estratégias eficazes de conservação e manejo sustentável desse importante ecossistema costeiro, que desempenha um papel crucial na proteção da biodiversidade, na mitigação das mudanças climáticas e no bem-estar das comunidades locais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo permitiu verificar que estrutura heterogênea de *R. mangle*, com indivíduos mais antigos mais desenvolvidos e indivíduos jovens menores, indicam uma nova colonização da espécie em áreas anteriormente degradadas. A caracterização fitossociológica de *R. mangle* permitiu, também, observar que a dinâmica do manguezal é afetada pelos impactos da ocupação da área. Recomendam-se ações de restauração ecológica e de educação ambiental, com estratégias de conservação e manejo sustentável, para a manutenção da biodiversidade e bem-estar das comunidades locais.

REFERÊNCIAS

Arruda, L.; Daniel, O. Florística e diversidade em um fragmento de floresta estacional semidecidual aluvial em Dourados, MS. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 2, p. 187-199, 2007.

Costa, A. M.; Silveira, M. J.; Sérgio, M. Fatores relacionados com a herbivoria de uma macrófita invasora em seu ambiente nativo. In: ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA JÚNIOR, 28, 8., 2019. Maringá. **Resumos [...]**. Paraná: Universidade Estadual de Maringá, 2019.

Lyra, Ingrid Nicolly Oliveira. **Estudo geocológico da paisagem costeira do município de Raposa – MA: bases para o planejamento ambiental**. 2022. 160 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2022.

Martins, F. R.; Jardim, M.A.G.; Bastos, M.N.C.; Santos, J.U.M. Para que serve a fitossociologia. Desafios da Botânica Brasileira no Novo Milênio: inventário, sistematização e conservação da diversidade vegetal. **EMBRAPA Amazônia Oriental**, Belém, p.252-254, 2003.

Mochel, F. R. Structural variability of mangrove forests in Turiaçu Bay, Amazonian Coast of Maranhão, Brazil. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, São Luís, v. 23.1: p. 27-32, 2011.

Mochel, F. R. Manguezais amazônicos: status para a conservação e a sustentabilidade na zona costeira maranhense. In: Martins (org.) **Amazônia maranhense: diversidade e conservação**, Editora do Museu Paraense Emílio Goeldi Belém, p. 94-117, 2011.

Novelli, Y.S.; Cintron, G. Status of mangrove research in Latin America and the Caribbean. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v. 38, p. 93-97, 1990.

Silva, H. C. P.; Virgulino-Junior, P. C. C.; Rabelo, M. T. B. V.; Paixão, E. S. M.; Mendes, D. S.; Nascimento, A. A. M.; Galvão, M. L.; Fernandes, M. E. B. Distribuição, Estrutura e Produtividade das Florestas das Florestas de Mangue. In: Fernandes, M. E. B. *et al.* (org.). **Projeto Mangues da Amazônia: uma abordagem socioambiental**. Bragança: PETROBRAS; Mangues da Amazônia, 2023. cap 2, p. 11-34

Souza-Filho, P.W.M. 1995. A planície costeira bragantina (NE do Pará): influência das variações do nível do mar na morfoestratigrafia costeira durante o Holoceno. Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências. Belém. p.122

Tomlinson, P. B. The Botany of Mangroves. Second Edition. In: *The Botany of Mangroves*. Cambridge University Press; 2016:i-i.

Walsh, Gerald E. Mangroves: a review. In: REIMOLD, R. J *et al* (org.). **Ecology of halophytes**. New York: Academic Press Inc, 1974, cap.2-2, p. 51-174.