REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

ADAPTAÇÃO DE MANGUE BRANCO (*Avicennia marina)* NOS ECOSSISTEMAS DE ÁGUA DOCE NO COMPLEXO DE MARROMEU EM MOÇAMBIQUE

ADAPTATION OF WHITE MANGROVE (Avicennia marina) IN FRESHWATER ECOSYSTEMS IN THE MARROMEU COMPLEX IN MOZAMBIQUE

ADAPTACIÓN DEL MANGLAR BLANCO (Avicennia marina) EN ECOSISTEMAS DE AGUA DULCE EN EL COMPLEJO MARROMEU EN MOZAMBIQUE

Horácio Alberto Vilanculos[1], Américo Sabonete Ruchucho Muatendauafa[2], Lucídio Henriques Vote Fazenda[3], Cadaíto Aly Baraca[4], Castigo Mateus Tivane[5], Gervásio Castro Morais Magaia[6], Walter de Jesus Teixeira[7], Regina Gonçalves Saide Aleixo[8]

e6116822
https://doi.org/10.47820/recima21.v6i11.6822

PUBLICADO: 11/2025

RESUMO

A adaptação de espécies marinhas como a *Avicennia marina* aos ecossistemas de água doce pode ser influenciada por vários factores ambientais, como as variações na salinidade, temperatura e nutrientes disponíveis. O estudo objectiva avaliar os factores que contribuem para a adaptação da *Avicennia marina* nos ecossistemas de água doce no Complexo de Marromeu. A metodologia foi baseada em uma abordagem mista, devido à necessidade de analisar tanto as variáveis físicas e biológicas relacionadas à adaptação da *Avicennia marina* nos ecossistemas de água doce quanto a compreensão dos impactos ecológicos dessa adaptação. A pesquisa teve duas vertentes de estudo, sendo estudo de campo onde se aplicou a técnica de observação *in situ* das espécies de *Avicennia marina* ao longo dos taludes do Complexo de Marromeu, medição da temperatura da água no local e das variáveis biométricas, como diâmetro do caule e a cobertura vegetal. O estudo laboratorial consistiu na colecta de dados de campo com amostras de água e solos, para análise de parâmetros físicos e químicos como pH do solo e água, salinidade, turbidez e oxigénio dissolvido. Os resultados mostram que a *Avicennia marina* possui mecanismos fisiológicos e morfológicos que permitem sua adaptação parcial em ecossistemas de água doce. A influência das variáveis ambientais contribui na distribuição desta espécie. Concluiu-se que a *Avicennia marina* se adapta a ecossistemas de água doce sob determinadas condições ambientais favoráveis, especialmente em locais com baixa salinidade e presença de nutrientes adequados.

PALAVRAS-CHAVE: Ambiente. Espécies marinhas. Impactos ecológicos.

[1] Mestre em Gestão Ambiental e dos Recursos Hídricos pela Universidade Zambeze, Docente no Instituto Superior Politécnico de Manica (ISPM), Vanduzi, Moçambique.
[2] Mestre em Planeamento Territorial e Conservação da Biodiversidade pela Universidade Zambeze, Funcionário da Direcção Provincial da Agricultura e Pescas de Manica, Chimoio, Moçambique.
[3] Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal de Lavras (Brasil), Docente na Universidade Púngué (UniPúngué), Chimoio, Moçambique.
[4] Mestre em Planeamento Territorial e Conservação da Biodiversidade pela Universidade Zambeze, Funcionário do Parque Nacional de Chimanimani, Sussundenga, Moçambique.
[5] Mestre em Ciências Agrárias pela Universidade Federal do Recôncavo da Baia (Brasil), Docente da Universidade Zambeze, Chimoio, Moçambique.
[6] Mestrando em Recursos Naturais na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (Brasil), Campo Grande, Brasil.
[7] Mestre em Planeamento Territorial e Conservação da Biodiversidade pela Universidade Zambeze, Docente e Coordenador do Curso de Licenciatura em Ensino de Geografia na Universidade Aberta ISCED (UnISCED), Beira, Moçambique.
[8] Mestre em Irrigação e Recursos Hídricos Pela Universidade Zambeze, Docente na Universidade Zambeze (UniZambeze), Chimoio, Moçambique.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

ABSTRACT
The adaptation of marine species such as Avicennia marina to freshwater ecosystems can be influenced by several environmental factors, such as variations in salinity, temperature, and available nutrients. This study aims to evaluate the factors contributing to the adaptation of Avicennia marina to freshwater ecosystems in the Marromeu Complex. The methodology was based on a mixed approach, due to the need to analyze both the physical and biological variables related to the adaptation of Avicennia marina to freshwater ecosystems and to understand the ecological impacts of this adaptation. The research had two strands: a field study applying the in situ observation technique of Avicennia marina species along the slopes of the Marromeu Complex, measuring local water temperature and biometric variables, such as stem diameter and vegetation cover. The laboratory study consisted of collecting field data with water and soil samples for the analysis of physical and chemical parameters such as soil and water pH, salinity, turbidity, and dissolved oxygen. The results show that Avicennia marina possesses physiological and morphological mechanisms that allow it to partially adapt to freshwater ecosystems. The influence of environmental variables contributes to the distribution of this species. It was concluded that Avicennia marina adapts to freshwater ecosystems under certain favorable environmental conditions, especially in locations with low salinity and adequate nutrients.

KEYWORDS: *Environment. Marine species. Ecological impacts.*

RESUMEN
La adaptación de especies marinas como Avicennia marina a los ecosistemas de agua dulce puede verse influenciada por factores ambientales, como la salinidad, la temperatura y los nutrientes disponibles. Este estudio tiene como objetivo evaluar los factores que contribuyen a la adaptación de Avicennia marina a los ecosistemas de agua dulce en el Complejo Marromeu. La metodología se basó en un enfoque mixto, debido a la necesidad de analizar tanto las variables físicas como biológicas relacionadas con la adaptación de Avicennia marina a los ecosistemas de agua dulce y comprender los impactos ecológicos de esta adaptación. La investigación tuvo dos vertientes: un estudio de campo aplicando la técnica de observación in situ de especies de Avicennia marina a lo largo de las laderas del Complejo Marromeu, midiendo la temperatura local del agua y variables biométricas, como el diámetro del tallo y la cobertura vegetal. El estudio de laboratorio consistió en la recopilación de datos de campo con muestras de agua y suelo para el análisis de parámetros físicos y químicos como el pH del suelo y el agua, la salinidad, la turbidez y el oxígeno disuelto. Los resultados muestran que Avicennia marina posee mecanismos fisiológicos y morfológicos que le permiten adaptarse parcialmente a los ecosistemas de agua dulce. La influencia de las variables ambientales contribuye a la distribución de esta especie. Se concluyó que Avicennia marina se adapta a ecosistemas de agua dulce bajo ciertas condiciones ambientales favorables, especialmente en lugares con baja salinidad y niveles adecuados de nutrientes.

PALABRAS CLAVE*: Ambiente. Especies Marinas. Impactos Ecológicos.*

1. INTRODUÇÃO

O mangal é um ecossistema costeiro de extrema importância para a biodiversidade e os serviços ecológicos, como a protecção das costas, a promoção da biodiversidade e o sequestro de carbono. Tradicionalmente, a *Avicennia marina* é uma planta holófita que ocupa zonas salinas, como estuários e áreas costeiras tropicais e subtropicais, mas as mudanças ambientais, incluindo o aumento da salinidade da água e o impacto da actividade humana, têm motivado uma adaptação dessas espécies a novos ecossistemas, como os de água doce, o que levanta questões sobre sua viabilidade e impacto nesses novos ambientes (Saenger, 2020).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Estudos sobre a adaptação da *Avicennia marina* em novos ambientes, como em zonas de água doce, têm sido limitados, mas a literatura existente aponta para uma grande capacidade de plasticidade ecológica desta espécie, que permite sua sobrevivência e até expansão em condições hídricas diversas. A plasticidade fisiológica dessa planta pode representar uma estratégia para a sua sobrevivência frente às mudanças ambientais que ocorrem em diferentes regiões. Através de adaptações como a modulação de estruturas fisiológicas e bioquímicas, como a capacidade de tolerar diferentes concentrações de sal e a resposta a estresses hídricos, a *Avicennia marina* pode se adaptar a ambientes de água doce, mas o impacto dessa adaptação no ecossistema local e na biodiversidade ainda não é bem compreendido (Carvalho *et al.,* 2022).

A introdução dessa espécie em áreas de água doce, como os rios, levanta questões sobre a sustentabilidade desse processo e seus efeitos a longo prazo sobre os ecossistemas locais. O comportamento da espécie nesses novos habitats pode representar um desafio para a preservação da biodiversidade e para a manutenção dos serviços ecológicos essenciais fornecidos pelos mangais originais (Duarte *et al.,* 2013).

O estudo objectiva avaliar os factores que contribuem para a adaptação da *Avicennia marina* nos ecossistemas de água doce no Complexo de Marromeu. No contexto da Reserva Nacional de Marromeu (RNM), em especial no rio N`céu, as mudanças no ambiente natural, incluindo a possível alteração da salinidade das águas e o aumento de actividades humanas na região, podem estar influenciando o comportamento ecológico da *Avicennia marina*.

2. ESTRUTURA TEÓRICA

Conceito de Mangais e Características Gerais

Os mangais são definidos como um ecossistema costeiro, de transição entre os ambientes terrestres e marinho, característico de regiões tropicais e subtropicais, sujeito ao regime das marés. É constituído de espécies vegetais lenhosas típicas (angiospermas), além de micro e macroalgas (criptógamas), adaptadas à flutuação de salinidade e caracterizadas por colonizarem sedimentos predominantemente lodosos, com baixos teores de oxigénio (Novelli, 1999). Estas plantas possuem uma série de adaptações: a presença de raízes especializadas (pneumatóforos, raízes escoras, raízes de joelho), viviparia e as glândulas de exclusão salina que lhes permitem viver em ambientes com larga variação de níveis de maré e de salinidade e em solos instáveis e anaeróbios (Macamo; Sitoe, 2017).

Distribuição Global dos Mangais

As maiores extensões de mangais do mundo estão presentes na região Indo Pacífica (Femar, 2001). A sua distribuição é dividida em um grupo oriental e um grupo ocidental. O grupo

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

oriental inclui África Oriental, Índia, Sudeste Asiático, Austrália e Pacífico Ocidental. O grupo ocidental inclui África Ocidental, Atlântico da América do Sul, Caribe, Flórida, América Central e Pacífico Norte e América do Sul (Mcleod; Salm, 2006).

Distribuição e Ocorrência de Mangais em Moçambique

O mangal em Moçambique ocupa uma área estimada de 390 000 hectares (FAO[1], 2007), que se estendem ao longo dos 2.770 quilómetros de costa e geralmente ocorre ao longo de estuários, baías e lagunas (FAO, 2005). Em Moçambique, as florestas de mangal ocorrem em aglomerados ao longo de toda a linha de costa, sendo mais abundantes na região centro e norte (Macamo; Sitõe, 2017), destacando-se o Delta do Zambeze que se estende numa distância de 180 Km ao longo da costa e 50 Km para o interior e alberga cerca de 50% dos mangais em Moçambique.

De acordo com Bandeira (2012), o delta do rio Zambeze foi a maior área com cobertura de mangal em toda costa do leste da África ocupando uma área de cerca de 100 000 ha. Com diversidade de oito (8) espécies de mangal: Avicennia marina, Rhizophora mucronata, Ceriops tagal, Bruguiera gymnorrhiza, Sonneratia alba, Lumnicera racemosa e Xilocarpus granatum (Barbosa *et al.,* 2001; Hoguane, 2007). No Norte de Moçambique, os mangais são encontrados a partir do rio Rovuma em Cabo Delgado, até Angoche em Nampula, com áreas de notável desenvolvimento em Lumbo, Ibo- Quissanga e baia de Pemba. No Sul do país, os mangais ocorrem com notável desenvolvimento em Morrumbene, baia de Inhambane, baía de Maputo, e na Ilha de Inhaca (MITADER, 2015). Conforme o estudo feito pela *World Wide Fund for Nacture* [WWF] (2017) cerca de 11 espécies de mangal ocorrem em Moçambique e as dominantes são as seguintes: Avicennia marina, Bruguiera gymnorrhiza, Ceriops tagal, Rhizophora mucronata, Sonneratia alba; e as menos dominantes são: Xylocarpus granatum, Lumnitzera racemosa, Acrostichum aureum, Barringtonia racemosa, Hibiscus filiaceus, e Thespesia populnea.

Mangue branco (*Avicennia marina)*

Avicennia marina é a espécie mais dominante dentre os mangais que se podem encontrar no delta de oceano indico (Aziz; Khan, 2000), Tolera elevados índices de salinidade, diferentes regimes de inundação, substrato compacto, substratos arenosos e sedimentos recentemente depositados. Como resultado, é a espécie amplamente distribuída na região e no país. Essa espécie pode ser encontrada na margem terrestre, na parte do mar e na zona do meio da floresta (MITADER[2], 2015).

[1] Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura.
[2] Ministério da Terra, Ambiente e Desenvolvinebto Rural em Moçambqiue.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Zonação da *Avicennia marina*

A *Avicennia marina* é uma planta holófita que ocupa tanto as margens terrestres quanto marinhas, mais predominante na Reserva Nacional de Marromeu, na província de Sofala. A zonação desta planta resulta da preferência diferenciada das espécies às condições hidrológicas dos locais de ocorrência, ao longo da zona entre-maré, tais como, a altura das marés, frequência de inundação, tempo de inundação, salinidade, disponibilidade de água doce do lençol freático (InOM[3], 2022).

A este conjunto de parâmetros ambientais da zona entre-maré, denominamos condições hidrológicas ou hidrologia da zona. Quando essas espécies são introduzidas em ambientes de água doce, pode ocorrer uma competição com as espécies nativas, o que pode afectar a biodiversidade local e alterar as dinâmicas dos ecossistemas. Além disso, a mudança no regime de salinidade e a adaptação das plantas às novas condições podem modificar a estrutura do mangal e os processos ecológicos que ele suporta (Ribeiro *et al.,* 2021).

Ecologia da *Avicennia marina*

O habitat favorável para o crescimento e desenvolvimento do mangal é zona entre marés, supra litoral, franja litoral, com salinidade variável, substratos lodosos, compactos, plataformas de areia dependendo das adaptações de cada espécie. O solo do mangal caracteriza-se por ser húmido, salgado, lodoso, pobre em oxigénio e muito rico em nutrientes Perrin *et al.,* (2002). *Avicennia marina* tolera elevados índices de salinidade, diferentes regimes de inundação, substrato compacto, substratos arenosos e sedimentos recentemente depositados. Como resultado, é a espécie amplamente distribuída na região e no país. Essa espécie pode ser encontrada na margem terrestre, na parte do mar e na zona do meio da floresta (Duarte *et al.,* 2013).

Reprodução Padrão da *Avicennia marina*

Todas as espécies de mangais são plantas espermatófitas. Produzem flores que são polinizadas principalmente por insectos. A maioria das espécies de mangais desenvolve sementes vivíparas chamadas propágulos. Esta condição verifica-se também na *Avicennia marina*, cujas sementes ocorrem nos meses de Dezembro a Abril de cada época. A viviparia é uma característica na qual os propágulos desenvolvem cedo e germinam enquanto ainda estão ligados na árvore progenitora (InOM, 2022). Esta adaptação permite manter os propágulos por muito tempo saudável depois de eles caírem na água e durante o tempo de flutuação com as marés até que encontrem um lugar bom para crescer. Os propágulos e frutos de mangais são flutuantes.

[3] Instituto Oceanográfico de Moçambique

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Possuem diversos formatos e tamanhos, facto pelo qual também a flutuação difere entre as diversas espécies de mangais. Frutos pequenos como de *Avicennia marina*, flutuam para longe em correntes de maré normal. Por terem tamanho pequeno, estes frutos e propágulos facilmente alcançam áreas novas ou transtornadas e, se as condições de terra forem certas, se estabelecem rapidamente. Esta espécie é conhecida como colonizadora (Mauseth, 1998).

Importância dos Mangais

Os ecossistemas de mangais são valiosos de forma económica e ecológica, proporcionando uma ampla gama de bens e serviços do ecossistema que fornecem argumentos convincentes para Protecção, gerenciamento e monitoramento de áreas de restauração de mangal (Schmitt; Duke, 2015). Esse ecossistema funciona como barreira mecânica à acção erosiva das ondas e marés, área de retenção de sedimentos carregados pelos rios, área de retenção de metais pesados, área de concentração de nutrientes; área de reprodução, de abrigo e de alimentação de inúmeras espécies e área de renovação da biomassa costeira e estabilizador climático (FEMAR[4], 2001).

Segundo Burguer (2005), os mangais fixam solos estáveis e actuam como quebra ventos e quebra marés. Possuem capacidade reguladora de erosão e amortecimento de tempestades, são sequestradores de carbono (C) e prestam serviços culturais para o uso directo da população (WWF[5], 2017). São exportadores de nutrientes responsáveis pelo enriquecimento das águas estuarinas e costeiras, influenciando directamente na produção pesqueira, locais de desova e berçário natural para diversas espécies, (Schaeffer-Novelli, 1995).

Em Moçambique a vegetação de mangal é explorada para a construção de habitações, canoas, carvão vegetal, combustível lenhoso, estacas, áreas para produção de sal e abertura de áreas para a aquacultura (Armando, 2011 não publicado; WWF, 2017). Dentre várias importâncias do mangal destaca-se o papel dos mangais na mitigação das mudanças climáticas e muitos deles referem que os mangais são equivalentes a florestas tropicais na medida em que eles armazenam carbono orgânico no solo (MITADER, 2015). De acordo com a mesma fonte, os mangais são conhecidos por realizar serviços ambientais divididos nas seguintes categorias: regular os serviços (processos naturais, como a protecção do litoral, a regulação da atmosfera e clima, controle de doenças humanas, processamento de água, controle de inundações e controlo de erosão); serviços de aprovisionamento (bens e produtos que incluem madeira e combustível lenhoso, processamento de pescado, a produção de sal, carvão, construção); serviços culturais (benefícios não materiais, tais como valor estético, recreação / turismo, áreas sagradas, pomadas e medicamentos tradicionais); e serviços de apoio (processos naturais que mantêm outros

[4] Fundação de Estudos do Mar.
[5] Fundo Mundial para a Natureza.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

serviços dos ecossistemas, tais como reciclagem de nutrientes, a prestação de habitats de viveiro de peixes, sedimentos, armadilhas, a filtragem de água e tratamento de resíduos).

De acordo com FAO (2007), os mangais desempenham a função de conservação da biodiversidade, sendo encontrados nesses ecossistemas répteis, anfíbios, grandes mamíferos como tigres, aves marinhas, caranguejos, peixes de importância comercial e não comercial. Os Mangais ajudam também a proteger os recifes de coral, tapetes de ervas marinhas e rotas de navegação por aprisionamento de sedimentos transportados por erosão.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia deste estudo foi baseada em uma abordagem mista (qualitativa e quantitativa), devido à necessidade de analisar tanto as variáveis físicas e biológicas relacionadas à adaptação da *Avicennia marina* nos ecossistemas de água doce quanto a compreensão dos impactos ecológicos dessa adaptação. A pesquisa teve duas vertentes de estudo, sendo estudo de campo onde se aplicou a técnica de observação *in situ* das espécies de *Avicennia marina* ao longo dos taludes do Complexo de Marromeu, medição da temperatura da água no local e das variáveis biométricas, como altura, diâmetro do caule e a cobertura vegetal.

O estudo laboratorial consistiu primeiro na colecta de dados de campo com amostras de água e solos, para análise de parâmetros físicos e químicos como pH do solo e agua, turbidez e oxigénio dissolvido. A colecta de dados foi realizada por meio de técnicas combinadas de observação de campo e medições quantitativas. As variáveis ambientais como salinidade, temperatura da água e qualidade da água foram medidos utilizando equipamentos adequados, como medidores de pH, salinidade e termómetros de imersão. Os taludes e a zona de inundação do CM[6] ao longo do rio N`céu são áreas amostrais onde se encontra estabelecido o mangal na RNM[7], cuja escolha foi aleatória para garantir a heterogeneidade do ecossistema de água doce e as variações associadas ao habitat da *Avicennia marina.*

Neste artigo foram selecionadas duas comunidades, sendo Sacasse-Mulico e Malingampansi, numa extensão de 12 Km via fluvial, num critério de representatividade ecológica e variação nas condições ambientais ao longo do rio N`céu. As comunidades selecionadas incluem regiões onde a *Avicennia marina* já se encontra estabelecida, e também áreas onde a espécie pode estar em processo de adaptação, oferecendo uma visão ampla sobre as condições ecológicas envolvidas.

[6] Complexo de Marromeu.
[7] Reserva Nacional de Marromeu.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Caracterização da Área de Estudo

A Reserva Nacional de Marromeu (RNM) está localizada no distrito de Marromeu, província de Sofala, com o objectivo primário de proteger a população de búfalos. O limite Norte da RNM é a Coutada 14 e parte da coutada 11, a Sul é limitada pelo Oceano Índico, a Este pelo Rio Zambeze e a Oeste a RNM faz fronteira com a coutada10 e parte da coutada 11.

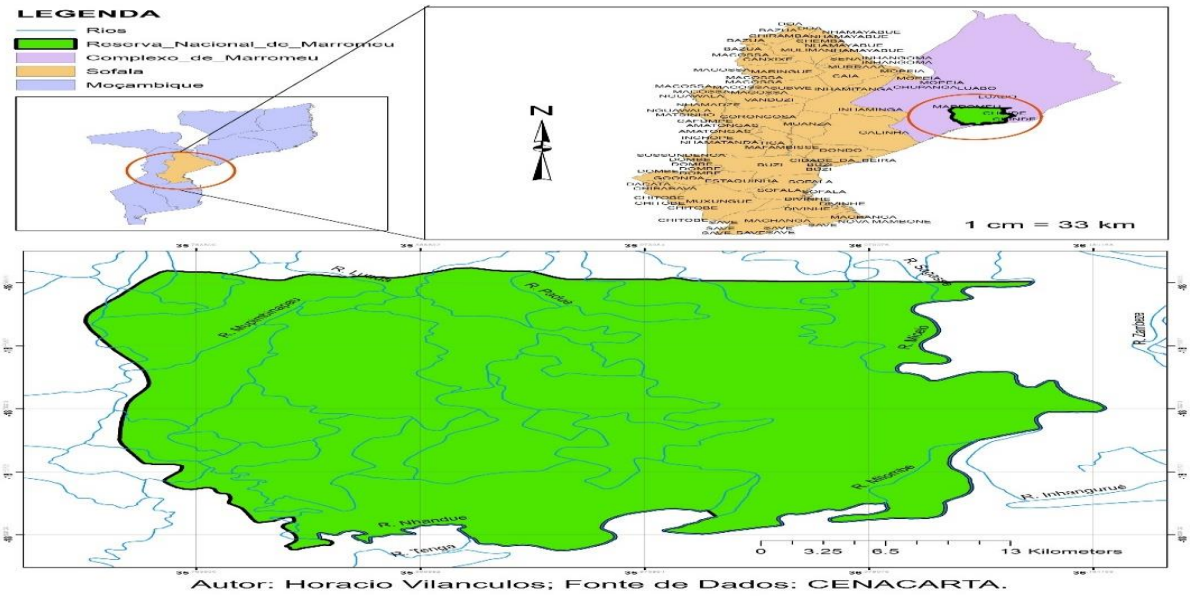

Fig. 1. Mapa de localização da Reserva Nacional de Marromeu
Fonte: Autores (2025)

A sua localização geográfica, o clima e o relevo, fazem com que esta seja habitada por uma elevada diversidade de espécies de fauna e flora marinha, costeira, aquática e terrestre. Ao nível regional, a RNM ocupa a parte mais baixa e pantanosa do Complexo de Marromeu (CM), o qual é parte da paisagem Gorongosa-Marromeu, uma área vasta, rica em diversidade e com várias iniciativas de conservação. O CM, para além da RNM, inclui duas reservas florestais (Reserva Florestal de Nhampacué e Reserva Florestal de Inhamitanga), quatro coutadas oficiais (Coutada Oficial nº 10, 11, 12, e 14), extensas terras para a agricultura comercial (notavelmente as da Companhia de Sena, a maior plantação de cana de açúcar em Moçambique), concessões florestais, fazendas do bravio e terras comunitárias.

Determinação de Variáveis Analíticas

Foram determinados dois (2) parâmetros que nortearam a pesquisa sobre a adaptação da espécie de *Avicennia marina* nos ecossistemas de água doce, no Complexo de Marromeu, tendo considerado:

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

- Parâmetro Biométrico: Diâmetro do caule da *Avicennia marina*, saúde das plantas e cobertura vegetal.
- Parâmetros Químicos e Físicos: Oxigénio dissolvido (OD), pH do solo e água, temperatura da água, salinidade e turbidez.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do estudo de campo e laboratorial, foram apresentados e discutidos mediante a cada parâmetro, a saber: parâmetro biométrico, parâmetro ambiental e os parâmetros físico-químico. Os resultados apresentados em tabelas para as duas comunidades (Sacasse, Mulico e Malingampansi) na Reserva Nacional de Marromeu, apontam cenários diferentes no que concerne a adaptação da *Avicennia marina* ao longo do rio N`Céu no Complexo de Marromeu. Todavia, os dados da tabela 1, ilustram as variações biométricas encontradas nas duas comunidades (SacasseMulico e Malingampansi) na Reserva Nacional de Marromeu. Nota-se que a comunidade de Sacasse-Mulico, possui plantas de *Avicennia marina* com DAP = 7,1cm, o que significa plantas não maduras, apesar do amarelecimento das folhas de acordo com a observação *in situ*. Estudo feito por Ricardo *et al.,* (2005) mostra que das 842 plantas medidas em 34 parcelas, dentre os quais Avicennia marina, tomando como referência DAP de 10 cm; segundo a literatura plantas com DAP =10cm é considerado maduro. Plantas com DAP < 50% do DAP das plantas maduras (DAP≥ 10) são mais suscetíveis a morte por stress causado por fatores ambientais. Na comunidade de Malingampansi, as plantas de *Avicennia marina* na sua maioria ainda não atingiram a maturação, estando com DAP=5,6cm e algum murchamente das folhas.

Tabela 1. Parâmetro Biométrico

Comunidades	Parâmetro Biométrico (*Avicennia marina*)	Resultados
Sacasse - Mulico	Saúde das plantas	Amarelecimento das folhas
	Diâmetro do caule	DAP[8]`=7,1cm
	Cobertura vegetal	15% - 65%
Malingampansi	Saúde das plantas	Murchamento das folhas
	Diâmetro do caule	DAP=5,6cm
	Cobertura vegetal	15% - 65%

Fonte: Autores (2025).

O mapa da figura 2 mostra a diferenciação vegetal que faz a cobertura na Reserva Nacional de Marromeu, desde a vegetação herbácea a arbórea constituída por plantações

[8] DAP: Diâmetro a Altura do Peito, uma medida muito importante para avaliar o tamanho e a qualidade de uma arvore e é utilizado em estudos florestais e na produção de madeira.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

florestais, incluindo uma pequena porção do Mangal. A espécie do mangal *Avicennia marina* se desenvolve melhor nas margens terrestres e marinhas ao longo do rio N`Céu.

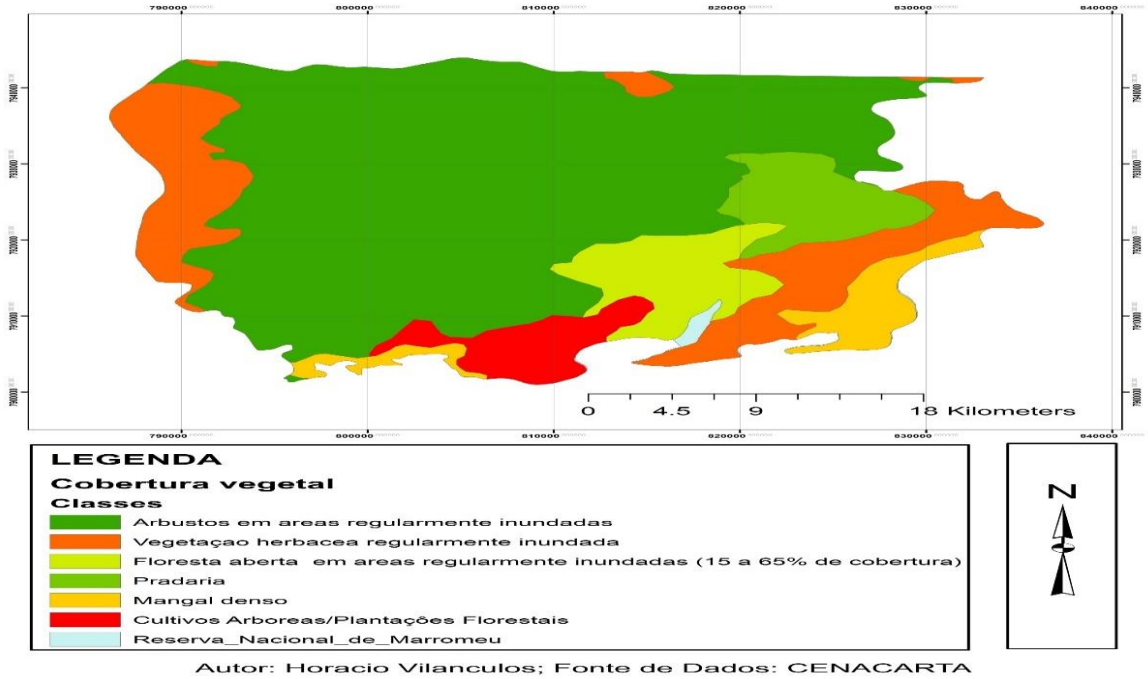

Fig. 2. Mapa de Cobertura Vegetal na Reserva Nacional de Marromeu.
Fonte: Autores (2025)

Os resultados do parâmetro físico-químico, vem ilustrado na tabela 2 para as duas comunidades (Sacasse-Mulico e Malingampansi) na Reserva Nacional de Marromeu. A salinidade ideal para *Avicennia marina* (mangue-branco) varia entre 5 e 20 ppt (parte por mil), com a maioria das plantas conseguindo sobreviver até 35 ppt. A *Avicenia marina* prospera em ambientes costeiros salinos e tolera altas concentrações de sal, sendo capaz de lidar com inundações de água salgada (Dawes, 1986). A sua adaptação aos ecossistemas de água doce, em parte deve-se a capacidade que esta espécie tem de excretar o sal por meio de glândulas salinas. Estudo feito por Ricardo *et al.,* (2005) mostra que *Avicennia* marina excreta rapidamente o sal que entra no sistema de circulação. Estes mecanismos podem incluir tolerância à variação de salinidade e eficiência no uso de nutrientes, como indicado por estudos prévios (Krauss *et al.,* 2008). Para tal algumas plantas como a *Avicennia, Sonneratia e Acanthus* desenvolveram umas glândulas de sal que lhes permitem expelir eficientemente o sal do sistema, sendo estas denominadas de secretoras de sal.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Tabela 2. Parâmetro Físico-químico

Comunidades	Parâmetro Físico-químico	Resultados
Sacasse-Mulico	Temperatura da água (tª)	28,5ºC
	Turbidez	14,2 NTU
	Salinidade	5,6- 25,5 ppt[9]
	pH da agua	7,6 - 8,9
	pH do solo	6,5 - 7,1
	Oxigénio dissolvido (OD)	5,8 mg/L
Malingampansi	Temperatura da água (tª)	27,9ºC
	Turbidez	12,2 NTU
	Salinidade	5,5 - 27,3 ppt
	pH da agua	7,9 - 9,1
	pH do solo	6,2 - 6,9
	Oxigénio dissolvido (OD)	6,1 mg/L

Fonte: Autores (2025)

Para o mangal, os níveis de oxigénio dissolvido (OD) para um ambiente saudável e desenvolvimento é de 5 mg/L. Este elemento sofre influência da temperatura da água que afecta sua quantidade, com níveis altos no inverno e mais baixos no verão. O pH do solo ideal para *Avicennia maria* é ligeiramente ácido a neutro, e varia entre 6,5 e 7,5. Esta planta tolera também solos com pH mais baixo, tendo a faixa ideal de 6,5 e 7,5. A *Avicennia marina*, cresce em zonas com relevo elevado onde a inundação da maré ocorre em poucos dias por mês e onde há influência da *água* doce. Não há um valor único de turbidez considerado ideal para um mangal, podendo variar de acordo com as condições climáticas. Os níveis mais elevados de turbidez da água do mar, denunciam factores ambientais como a erosão e a poluição. Para Lima (2011), ele defende que a presença de partículas em suspensão, que causa a turbidez, pode concorrer para o agravamento da poluição. A turbidez limita a penetração de raios solares, restringindo a realização da fotossíntese que, por sua vez, reduz a reposição do oxigênio.

5.CONSIDERAÇÕES

Este artigo serviu para avaliar os factores que contribuem para a adaptação da *Avicennia marina* nos ecossistemas de água doce no Complexo de Marromeu. Os factores avaliados (parâmetro biométrico e físico-químico) mostraram pequenas discrepâncias com os valores ideais para o desenvolvimento normal da espécie *Avicennia marina*, com excepção da turbidez que não possui um valor recomendado, mas que não chegue a altas taxas, sob risco de estar em situações de erosão e poluição. O mangue branco possui mecanismos fisiológicos e morfológicos que permitem sua adaptação parcial em ecossistemas de água doce, embora possa ter um

[9] Ppt: Partes por mil (parts per thousand). É uma unidade para expressar a concentração de sais dissolvidos em um corpo de água do mar.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

crescimento reduzido em condições de água muito salinas, ela pode crescer em toda a altura em águas com água salgada e doce.

A espécie libera sais pelas folhas para suportar uma alta salinidade, através das glândulas salinas, característica que garante uma adaptação específica. A plasticidade fisiológica da *Avicennia marina* nos ecossistemas de água doce, deve-se a determinadas condições ambientais favoráveis nas comunidades de Sacasse-Mulico e Malingampansi. A maioria das espécies observadas *in situ* nas duas comunidades, grande parte não tem DAP=10 cm que corresponde a maturidade, devido a factores antrópicos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Faculdade de Engenharia Ambiental e dos Recursos Naturais (FEARN-Chimoio), da Universidade Zambeze (Moçambique), pelo incentivo e disponibilização de fundos para o apoio a pesquisa e publicação deste presente artigo científico.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P.; SOARES M.; KAMPEL M. **Monitoramento de uma área de manguezal na região metropolitana do Rio de Janeiro através de técnicas de sensoriamento remoto**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2008.

ARMANDO, L. M. **Estudo da Dinâmica da Floresta do Mangal no Estuário dos Bons Sinais**. Tese (licenciatura em biologia marinha) - ESCMC-UEM, Maputo, 2011.

AZIZ, A.; KHAN, M. **Physiological adaptation of Avicennia marina to seawater concentration in the Indus Delta**. Pakistan: Vision Editor, 2000.

BALIDY, H.; LAISSONE, J. **O ambiente costeiro e marinho de Moçambique**. Maputo: UEM, 2011

BANDEIRA, S.; BENTO, C.; RAFAEL, J.; SAMUSSONE, D. **Zambezi River Delta - central Mozambique**. **Ecologically or Biologically Significant Marine Areas Technical Report**. Maputo: UEM, 2012.

BARBOSA, F. M. A.; CUAMBE, C. C.; BANDEIRA, S. O. Status and distribution of mangroves in Mozambique. **South African Journal of Botany,** Maputo, 2001.

BURGUER, B. **Wave Attenuation in Mangrove Forests. Numerical modelling of wave attenuation by implementation of a physical description of vegetation in SWAN**. Swan: ABC Vision, 2005.

CAMARA, I. **Estratégias para uso e conservação do Mangal do Icidua - Província da Zambézia**. Quelimane: UEM, 2013.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

CARVALHO, A. L.; PEREIRA, P. A.; LIMA, D. P. Ecological adaptation of mangrove species in altered hydrological environments. **Journal of Coastal Research**, 2022.

DAWES, Clinton J. **Botánica Marina**. Barcelona: Editorial Limusa, 1986.

DUARTE, C. M. *et al.* Seagrass ecosystems: Their role in coastal carbon cycling and climate change mitigation. **Journal of Environmental Management**, 2013.

DUKE, N. C.; SCHMITT, K. **Mangroves:** unusual forests at the sea edge. Tropical Forestry Handbook. Tanzania: Forest Vision, 2015.

FAO. **Global forest resources assessment**. Rome: Thematic study on mangroves, 2005.

FAO. **The worlds mangroves**. Rome: Thematic study on mangroves, 2007.

FUNDAÇÃO DE ESTUDOS DO MAR- FEMAR. **Manguezais:** educar para proteger. Rio de Janeiro: FEMAR, 2001.

HOGUANE, A. M. Perfil Diagnóstico da Zona Costeira de Moçambique. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, Maputo, 2007.

HUBER, M. **Estudo comparativo de três projectos de restauração de áreas degradadas de manguezais da grande Florianópolis.** Florianopolis: UFSC, 2004.

INOM - INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE MOÇAMBIQUE. **Guião de técnicas básicas de restauração do mangal**. Maputo: InOM, 2022.

KRAUSS, K. W.; LOVELOCK, C. E. *et al.* Environmental drivers in mangrove establishment and early development: A review. Pretoria: Aquatic Botany, 2008.

LIMA, E. B. N. R. **Modelagem Integrada para Gestão da Qualidade da água na bacia do Rio Cuiabá.** 2011. Tese (Doutorado no Programa de Pós-graduação de Engenharia) – UFRJ, Rio de Janeiro, 2011.

MACAMO, C.; SITOE, A. Relatório de Governação Ambiental 2016 - Governação e gestão de mangais em Moçambique. Maputo: UEM, 2017.

MAPAI, S. **Influência da densidade arbórica e da humidade no carbono contido no solo na floresta de mangal de Mirazane, estuário dos bons sinais.** Quelimane: UEM, 2015.

MARIANO, J. **Técnicas usadas para restauração de ecossistemas de mangal degradados**. Maputo: UEM, 2015.

MAUSETH, James D. **Botany, An introduction to plant biology**. London: Multimedia ed, 1998.

MCLEOD E.; SALM, R. **Managing Mangroves for Resilience to Climate Change**. London: Station, 2006.

MEGA, P. **Condições hidrológicas nos campos de recuperação de Mangal de Icidua**. Quelimane: UEM, 2017.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

MENEZES, G. **Recuperação de manguezais:** um estudo de caso na baixada Santista, Estado de São Paulo. São Paulo: UFRJ, 1999.

MITADER. **Estratégia e plano de acção nacional para restauração de mangal**. Maputo: MITADER, 2015.

NOVELLI. **Avaliação e acções prioritárias para conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha**. São Paulo: UFRJ, 1999.

ONDU, V.; KAIRO, J.; KIYANHAMARIO MWUARA, F.; BOSIRE, J.; KOEDAM, N. Phenology of Avicennia marina (Forsk.) Vierh. *In*: **A disjunctly-zoned mangrove stand in Kenya**. Kenya: Sure Edtor, 2010.

PERRIN, William et al. **Encyclopedia of Marine Mammals**. London: Academic Press, 2002.

PROBIO - PROGRAMA NACIONAL DA BIODIVERSIDADE. **Projecto de Conservação e utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira**. Rio de Janeiro: PROBIO, 2013.

RIBEIRO, L. M.; SILVA, T. R.; SANTOS, M. L. Mangrove species adaptation to environmental stress: Avicennia marina in freshwater habitats. **Environmental Research Letters**, 2021.

RICARDO, N. *et al.* **Mangais, Berçário biológico, Boto e habitante espécie**. Portugal: Monte Caparica, 2005.

SAENGER, P. **Mangrove ecology, silviculture and conservation**. New York: Springer, 2020.

SAKETT, M.; MATUSSE, R. Study for the determination of the rate of deforestation of the mangrove vegetation in Mozambique. Maputo: DNFFB, 1994.

SCHMITT, K.; DUKE, N. **Mangrove Management, Assessment and Monitoring**. London: Tech Editor, 2015.

TÁVORA, B. **Monitoramento de mudas de plantas manguezal, rhizophora mangle replantadas em áreas degradadas, na região do rio santo amaro, no município do Guarujá**. São Paulo: UFSC, 2011.

TEMBE, D. **Caracterização da estrutura da vegetação e estado de exploração do mangal da Ponta Olinda**. Maputo: UEM, 2010.

UNEP. **Mangroves of East Africa**. Kenya: UNEP, 2003.

WWF. **Ecosystem Services Valuation of Mangrove Forests in the Zambezi delta**. Quelimane: WWF, 2017.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.