

Recebido: 12/2024

Avaliação/correção:
03/2025

**VULNERABILIDADE AMBIENTAL NA RESERVA
NACIONAL DE POMENE NA PROVINCIA DE
INHAMBANE EM MOÇAMBIQUE**

**ENVIRONMENTAL VULNERABILITY IN THE POMENE
NATIONAL RESERVE IN THE PROVINCE OF INHAMBANE IN
MOZAMBIQUE**

**VULNERABILIDAD AMBIENTAL EN LA RESERVA NACIONAL
DE POMENE EN LA PROVINCIA DE INHAMBANE EN
MOZAMBIQUE**

113

Alvar Pedro Almeida Luis

Licenciado em Engenharia Florestal pelo Instituto Superior Politécnico de Gaza (Moçambique).

pedroalvar80@gmail.com

Cleonício Sérgio Chipatine

Licenciado em Engenharia Florestal e Mestre em Mudanças climáticas e Gestão de Recursos Naturais pelo Instituto Superior Politécnico de Gaza (Moçambique)

cleoniciochipatine@gmail.com

RESUMO

A preservação dos ecossistemas nas áreas de conservação é de extrema importância, tendo em vista o seu potencial ecológico e ambiental, assim como, o seu interesse para o desenvolvimento socioeconômico. A Reserva Nacional de Pomene está localizada na zona costeira, Província de Inhambane, no sul de Moçambique. Neste cenário, o objetivo deste trabalho é analisar a vulnerabilidade ambiental, com auxílio de geociologias, no âmbito da conservação de espécies protegidas na Reserva Especial de Pomene, situado na zona costeira da província de Inhambane, no distrito de Massinga. Para a obtenção da varável de uso e ocupação da terra, usou-se imagens digitais correspondentes à área do RNP. Foram abordados os procedimentos metodológicos adotados para a análise e caracterização da vulnerabilidade desde o uso e ocupação da terra, distância euclidiana das variáveis antrópicas, lógica fuzzy das variáveis matriciais antrópicas, e vulnerabilidade ambiental por meio da fuzzyficação Gama. Os resultados da análise da vulnerabilidade ambiental da Reserva Nacional de Pomene situada na província de Inhambane no distrito da Massinga, mostraram que as regiões nordeste e sudeste da Reserva com maior habitação e agricultura apresentaram maior vulnerabilidade de 39.22% cobrindo uma área de 19.81%, ou seja vulnerabilidade muito alta, com características da componente graminal devido as atividades de agricultura e pousio.

Palavras chave: Área de conservação, Vulnerabilidade ambiental, fuzzyficação.

ABSTRACT

The preservation of ecosystems in conservation areas is extremely important, given their ecological and environmental potential, as well as their interest for socioeconomic development. The Pomene National Reserve is located in the coastal zone, Inhambane Province, in southern Mozambique. In this scenario, the objective of this work is to analyze environmental vulnerability, with the help of geocologies, within the scope of the conservation of protected species in the Pomene Special Reserve, located in the coastal zone of the province of Inhambane, in the district of Massinga. To obtain the land use and occupation variables, digital images corresponding to the RNP area were used. The methodological procedures adopted for the analysis and characterization of vulnerability were addressed from land use and occupation, Euclidean distance of anthropogenic variables, fuzzy logic of anthropogenic matrix variables, and environmental vulnerability through Gamma fuzzyfication. The results of the analysis of the environmental vulnerability of the Pomene National Reserve located in the province of Inhambane in the district of Massinga, showed that the northeast and southeast regions of the Reserve with greater housing and agriculture presented a greater vulnerability of 39.22% covering an area of 19.81%, that is, very high vulnerability, with characteristics of the grass component due to agricultural and fallow activities.

Keywords: Conservation area, Environmental vulnerability, fuzzyfication.

INTRODUÇÃO

A preservação dos ecossistemas nas áreas de conservação é de extrema importância, tendo em vista o seu potencial ecológico e ambiental, assim como, o seu interesse para o desenvolvimento socioeconômico. Agressões antrópicas, como ocupação desordenada e uso indevido do solo, podem gerar modificações nos processos associados a estes sistemas. O estudo destes e suas variações, sejam por causas naturais ou por influência das ações antrópicas frente à ocupação das zonas costeiras, têm orientado as decisões necessárias e intervenções adequadas, visando à redução dos impactos ambientais e proteção dessas áreas.

A determinação da vulnerabilidade ambiental das áreas de conservação é de significativa importância, uma vez que, a análise da vulnerabilidade de uma região permite identificar e avaliar espacialmente áreas de maior susceptibilidade a mudanças, assim como reconhecer as causas das modificações, permitindo a determinação de medidas adequadas para o desenvolvimento sustentável e a reestruturação dos ambientes da região, buscando minimizar e evitar os impactos ambientais causados por atividades naturais ou antrópicas (Amaro 2011, & Oliveira 2017).

As mudanças climáticas têm trazido vários desafios a população global. As Inundações, secas prolongadas, tornados e tempestades severas são apenas alguns exemplos de desastres que têm ocorrido em diversos locais, deixando grandes devastações, o que sugere a adaptabilidade ou resiliência das comunidades face a estes impactos climáticos (Queiroga *et al.*, 2022).

Reflexões sobre teorias da ocorrência dos eventos climáticos nas comunidades tem-se intensificado, com abrangência sobre a variação cronológica da sua ocorrência de modo a encontrar melhores bases teórico/metodológicas para identificação, previsões de oscilações e pulsações (Rubira & Perez Filho, 2021).

Moçambique possui uma superfície total de 799,380 Km² sendo 2 ou 3 ocupada pela floresta de Miombo que se estende desde o Rio Rovuma a Norte até ao Rio Save no Sul do País. A sua estrutura e composição são modificadas pelo clima, solo e altitude, distinguindo-se de uma região para outra. As florestas de miombo húmido são dominadas pela *Brachystegia spiciformis* com altura de 15 a 22 m, ocorrendo em simultâneo com as florestas semi-decíduas mesoplanálticas de *Pteleopsis* sp, *Erythrophleum* sp e *Newtonia* sp (Cangela, 2014).

A Reserva Nacional de Pomene está localizada na zona costeira, Província de Inhambane, no sul de Moçambique, especificamente no posto administrativo de Chicomo, no distrito de Massinga, á aproximadamente 60 km a nordeste da sede do distrito.

A Reserva Nacional de Pomene devido a sua localização na zona costeira, anualmente ocorrem ciclones de leve e grave impacto e as mesmas tem ocasionado vulnerabilidade ambiental, como consequência tem ocorrido grandes perdas do ecossistema de mangal, perdas de espécies aquáticas e terrestres que fazem parte da biodiversidade. Nos últimos anos tem se registrado perda de maior parte das espécies protegidas pela IUCN, devido a vulnerabilidade ambiental pela localização geográfica da área de conservação.

Neste cenário, o objectivo deste trabalho é analisar a vulnerabilidade ambiental, com auxílio de geotecnologias, no âmbito da conservação de espécies protegidas na Reserva Especial de Pomene, situado na zona costeira da província de Inhambane, no distrito de Massinga.

MATERIAL E MÉTODOS

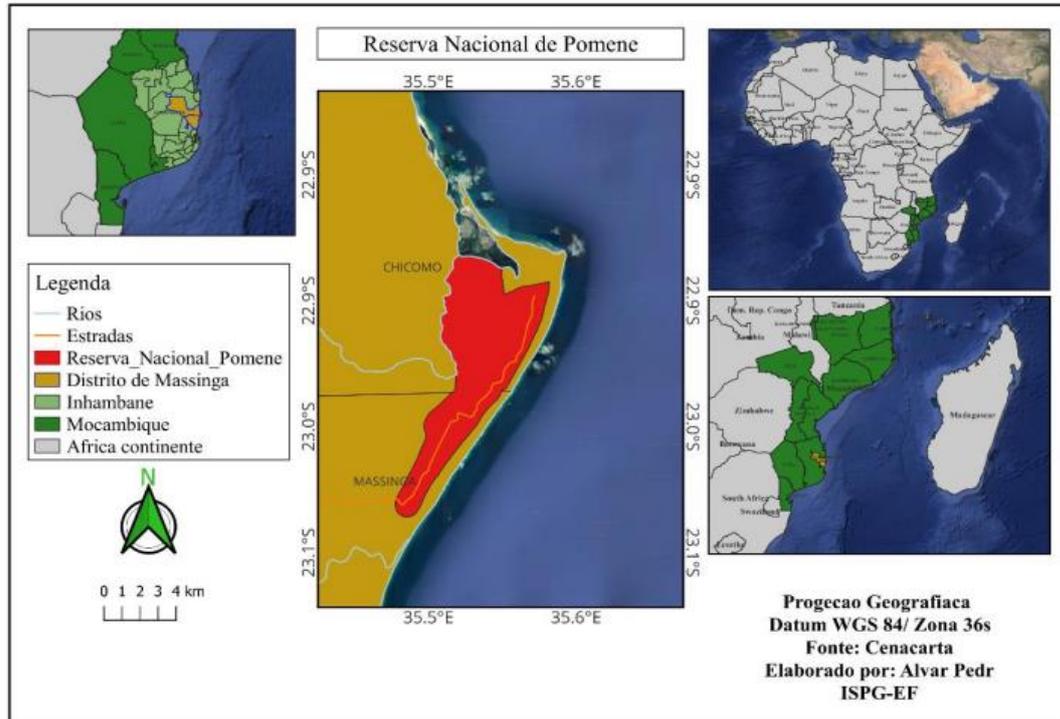
Localização geográfica

A RNP está situada na zona costeira da Província de Inhambane, no sul de Moçambique, especificamente no posto administrativo de Chicomo, no distrito de Massinga, á aproximadamente 60 km a nordeste da sede do distrito. Suas coordenadas são Longitude E 34° 54” a 35° 36” e Latitude S 22° 39” a 23° 31”, situada ao sul da baía e da barra falsa, com uma área atual de cerca de 50 km². O limite ao norte é formado por uma vasta mancha de mangal, a maior parte dos quais está fora da área protegida. Ao sul, a reserva é limitada pela localidade de Guma, a leste pelo Oceano Índico e, a oeste, pelo rio Muducha (Macandza et al., 2015).

Hidrologia, Vegetação

Dois pequenos rios estão localizados próximos à RNP: o Rio Muducha, que forma o limite oeste da reserva, e o Rio das Pedras, situado perto do limite sudeste. Foram identificados seis tipos de vegetação, listados em ordem decrescente de acordo com a sua extensão: miombo (tanto denso quanto aberto), pradaria arbustiva, vegetação das dunas, vegetação herbácea ribeirinha, pradaria temporariamente inundada e manguezal. (PEA, 2016; Macandza, et al., 2015).

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo

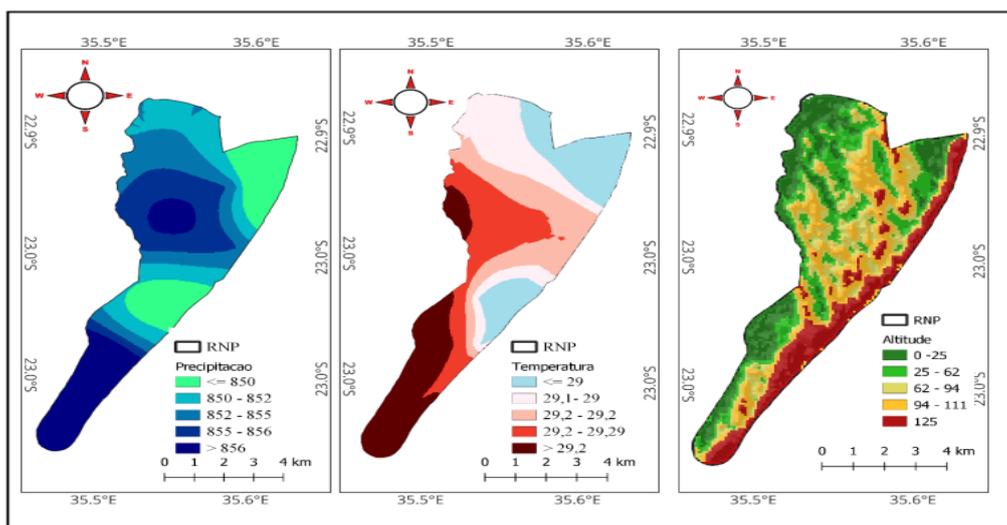


Fonte: autores, (2025)

Precipitação, Temperatura, e altitude

A Reserva Nacional de Pomene possui uma precipitação média que varia de 852 a 855 mm, com uma temperatura média de 29.2 °C e altitude média de 62 a 94 m.

Figura 2: Mapa de precipitação, temperatura e altitude clima da RNP

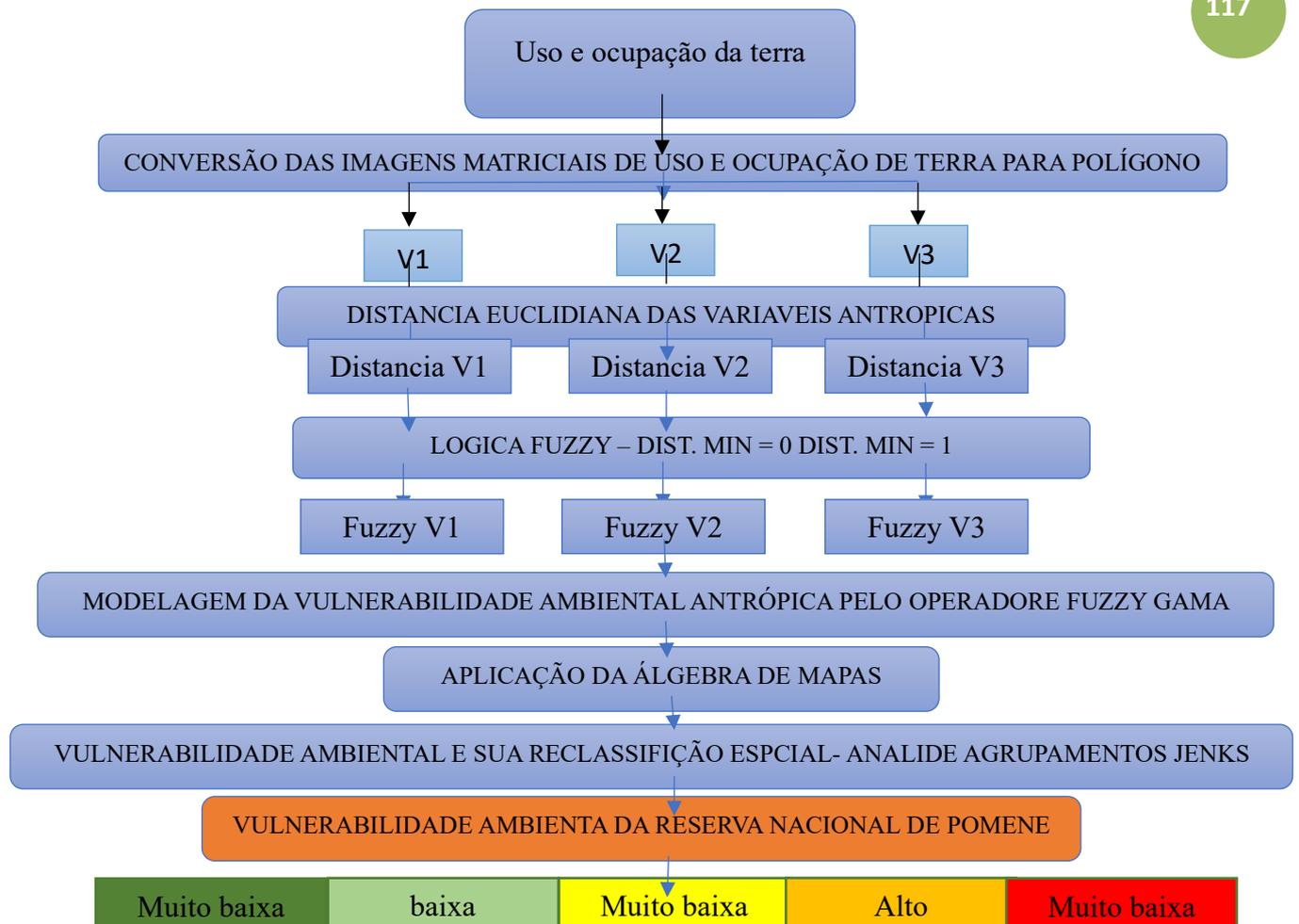


Fonte: autores, (2025)

Breve descrição metodológica

Nesta fase foram abordados os procedimentos metodológicos adaptados para a análise e caracterização da vulnerabilidade desde o uso e ocupação da terra, distância euclidiana das variáveis antrópicas, lógica fuzzy das variáveis matriciais antrópicas, e vulnerabilidade ambiental por meio da fuzzyficação Gama. O fluxograma da Figura 3 exemplifica as etapas de desenvolvimento da análise.

Figura 3: Fluxograma com as etapas metodológicas para a elaboração da carta de vulnerabilidade ambiental.



Fonte: Adaptado pelos autores, (2025)

Base de dados

Para a obtenção da varável de uso e ocupação da terra, usou-se imagens digitais correspondentes à área do RNP, disponibilizadas pelo satélite Sentinel-2 mediante o acesso a página <https://earthexplorer.usgs.gov>.

Uso e Ocupação da Terra

Para o mapeamento do Uso e Ocupação da Terra, primeiramente foi realizada a composição colorida (cor verdadeira) das bandas espectrais (R-04, G-03 e B-02) das imagens do Sentinel-2, através do uso da ferramenta *COMPOSITE BAND* do software ArcGIS 10.5. A área da Reserva Nacional de Pomene foi classificada em 11 diferentes classes, (Corpos hídricos, Dunas, Estradas/solo exposto, Habitação/ agricultura, Mangal, Pastagem, Pradaria arbustiva, vegetação das dunas vegetação de miombo e miombo denso, vegetação herbácea ribeirinha). Para apoiar a interpretação visual foram utilizadas imagens de alta resolução disponíveis no Google Earth, Mapa da Vegetação da Reserva Nacional de Pomene (Plano de Maneio da RNP, 2016). A classificação supervisionada da imagem foi realizada utilizando o algoritmo da Máxima Verossimilhança (Maxver) disponível através do Semi-automatic Classification Plugin.

Depois de detetar as diferentes classes fez-se a avaliação da acurácia da classificação das mesmas imagens, por meio do índice Kappa, com a finalidade de medir o grau de concordância na classificação.

Geração das Variáveis antrópicas de Estudo

Após a classificação do uso do solo, foram identificadas as variáveis antrópicas na imagem vetorial de uso do solo e foram classificadas como: V1-Habitacao/Agricultura, V2- Estradas/Solo exposto e Pastagem. A imagem vetorial do uso do solo foi convertida em imagens matriciais individualizadas representando cada uma das três variáveis antrópicas definidas para o estudo usando o aplicativo de computador QGIS, versão 3.28.4.

Distância euclidiana

Nesta etapa, para cada uma das três variáveis de entradas rasterizadas na etapa anterior, foi aplicada a função “proximity raster”, que utiliza a métrica euclidiana, com o objetivo de gerar as três imagens de matriz contínua de distância euclidiana, em metros, para a área de estudo. A análise permite inferir que, quanto mais próximo de uma variável antropogénica, maior será a vulnerabilidade ambiental.

Aplicação de funções de pertinência fuzzy e fuzzificação das imagens

Nesta etapa, para cada uma das três imagens matriciais contínuas de distância euclidiana das variáveis de entrada, foi aplicada a função de pertinência fuzzy intitulada “matrix fuzzification (decrecente associação linear)”, com o objetivo de gerar três imagens matriciais contínuas fuzzificadas para a área de estudo RNP, com valores variando de 0 a 1. A menor distância, em metros, em relação à variável estudada recebeu o valor 1, e a distância mais significativa recebeu o valor 0.

Modelagem da vulnerabilidade ambiental antrópica pelo operador fuzzy gama

Para desenvolver a modelagem da vulnerabilidade ambiental antropogénica para a área de estudo, foi escolhido operador fuzzy gama.

O operador fuzzy gama consiste no produto entre a soma algébrica fuzzy e o produto fuzzy. A Equação abaixo apresenta este operador:

$$\mu = \left(1 - \prod_{i=1}^n \mu_i (1 - \mu_1) \right)^{\gamma} \cdot \left(\prod_{i=1}^n \mu_i \right)^{1-\gamma}$$

onde o índice gama (γ) é um parâmetro escolhido no intervalo (0,1). Se $\gamma = 0$, a combinação fuzzy resulta no produto algébrico, e quando $\gamma = 1$, esta equivale à soma algébrica. Bonham-Carter (1994) aponta que os valores do intervalo $0 < \gamma > 0,35$ são de carácter “diminutivo”, desse modo, sempre menores ou iguais ao menor membro fuzzy de entrada; os valores do intervalo $0,0 < \gamma > 1,0$ apresentam um carácter “aumentativo”, em que o valor de saída será maior, ou igual, ao valor do maior membro fuzzy de entrada, e os valores do intervalo $0,35 < \gamma > 0,8$ não se enquadram nem como “aumentativo” nem como “diminutivo”. Sendo que os valores de saída, neste caso, cairão sempre entre os valores menor e maior de entrada.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Uso e Ocupação da Terra

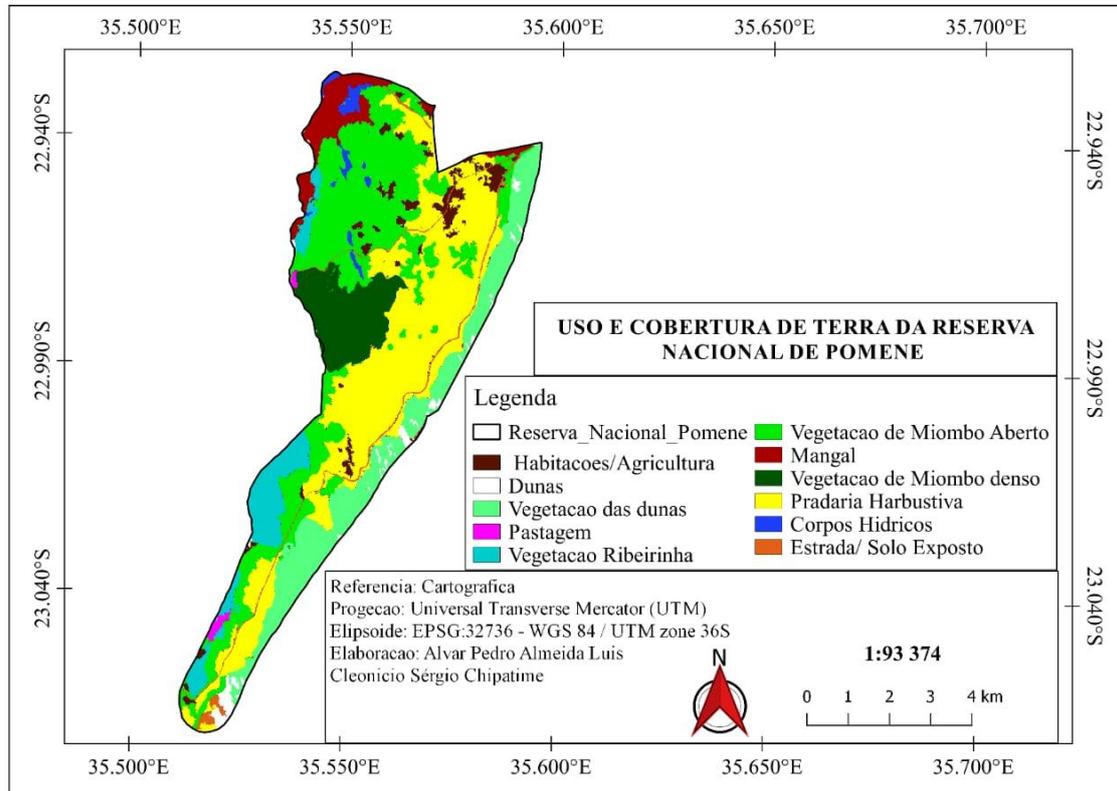
O mapeamento das formas de uso e ocupação da terra, permitiu a representação, compreensão e posterior avaliação dos padrões de organização das paisagens, assim como as actividades antrópicas que influenciam para o risco de vulnerabilidade na unidade da Reserva Nacional de Pomene. Ao analisar os resultados da Figura 4 e Tabela 1 é possível verificar que o miombo (aberto e denso) é o tipo de vegetação mais extenso na Reserva Nacional de Pomene, com cerca de 1767,81 hectares (cerca de 35,2% da área da RNP).

Observou-se também o expansão das áreas habitacionais e agrícola no interior da Reserva, conforme a Figura 6, mais de 5,25%, totalizando 163,47 hectares de áreas naturais protegidas estão ocupados com actividades antrópicas (Tabela 1). Apesar de essa classe ocupar a maior área do RNP, tem sofrido pressão pelas comunidades residentes no interior do parque e ao longo da zona tampão, há medida que as florestas são devastadas pela caça de pequenos mamíferos, produção de mel em colmeias tradicionais (feitas a base de cascas de árvores), abate de árvores para a extensão de campos agrícolas e habitações, produção de lenha e estacas de construção, dificultando o processo de reposição dos ecossistemas. (Cordeiro, 2015; Jequecene, et al., 2017).

Estudos de Maganhotto *et al.* (2014) citado por Silva, *et al.*, (2019) afirmam que a apropriação humana de ambientes naturais potencializa as alterações na paisagem, quando comparada aos processos naturais do meio, quanto maior o número de mudanças no uso do solo, mais vulnerável está o ambiente natural. Ou seja, as alterações no uso e ocupação da área e a vulnerabilidade ambiental possui uma relação direta, e vem sendo um dos principais indicadores na determinação do grau de vulnerabilidade de ambientes.

As classes das variáveis atópicas como habitação/agricultura ocupam uma área de cerca de 163,47 hectares (corresponde a 3,25 %) estrada/solo exposto ocupam 83,07 hectares (corresponde 1,65%) e pastagem 22,19 hectares (correspondente a 0,44%).

Figura 4: Uso e cobertura de terra na Reserva Nacional de Pomene.



Fonte: autores, (2025)

A validação do mapa classificado, foi feita mediante a avaliação da exatidão do processo de classificação índice de exatidão Kappa com 93% com uma classificação kappa hat de 0.91%. A distribuição da vulnerabilidade está relacionada aos fatores analisados, e pôde-se observar que determinadas características naturais e usos da terra contribuem para tornar o ambiente mais susceptível a vulnerabilidade. Segundo Botero-Acosta *et al.* (2017), uso da terra e a pedologia são as variáveis mais significativas na previsão da vulnerabilidade. Porquanto a Reserva Nacional de Pomene esta localizada na zona costeira e isto torna a área mais vulnerável a ciclones, e ventos fortes.

Resultados similares foram obtidos por Macandza *et al.* (2015), que observaram a diminuição na área total de cobertura florestal na RNP (2015), esse comportamento similar da estrutura da paisagem na área de estudo pode ser explicado pelo aumento da invasão na reserva para construção habitações e abertura de machambas.

Tabela 1: Classes de uso e cobertura de solo

Classe de uso de terra	Área em há	%
Habitação/Agricultura	163,4738	3,25
Vegetação herbácea ribeirinha	312,0566	6,20
Vegetação das dunas	732,4422	14,56
Pradaria Arbustiva	1590,9841	31,63
Pastagem	22,1898	0,44
Vegetação de Miombo Aberto	1358,6147	27,01
Vegetação de Miombo denso	409,1966	8,14
Corpos Hídricos	60,7294	1,21
Mangal	221,5005	4,40
Estrada/solo exposto	83,0716	1,65
Dunas	75,3713	1,50
	5.055,65	100,

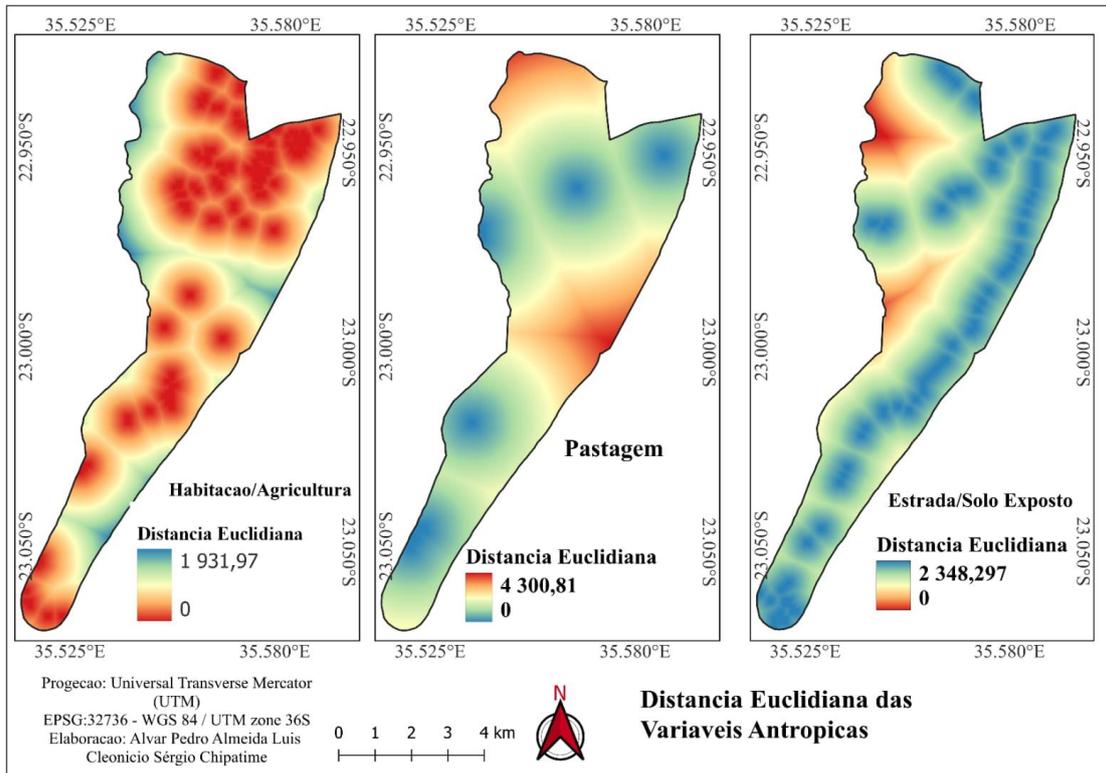
Fonte: autores, (2025)

Distância Euclidiana das variáveis antrópicas

Foi feita a distância euclidiana entre os pontos de actividades de uso de terra para habitação/agricultura, pastagem, e estrada/solo exposto. Tal como apresentado na figura 5. No interior da área de estudo, nota-se uma alta densidade de habitação e prática de agricultura na zona norte da Reserva e região central, sendo que a maioria correspondem a assentamentos comunitários, e à base de treinamento dos fiscais do parque em estudo e também para outras áreas de conservação de Moçambique; na extremidade Sul da Reserva predominam escritórios e campismo de turismo que ligam a estrada pública e habitação na zona tampão e regiões da Massinga, regiões habitacionais que praticam agricultura que influencia directamente na perda da vegetação e propiciando a vulnerabilidade da área de estudo.

O cálculo de proximidade (distância euclidiana), mostra que as regiões que distam a um intervalo de 0 a 1931,97 metros da habitação/agricultura no RNP, são fortemente influenciadas e conseqüentemente apresentam um risco elevado ou seja apresentam maior vulnerabilidade, em comparação com as regiões que distam a um intervalo de 4300,81 metros (Pastagem), e 2348,297 metros respectivamente para Estrada/exposto (Figura 5).

Figura 5: Distancia Euclidiana das variáveis antrópicas



Fonte: autores (2025)

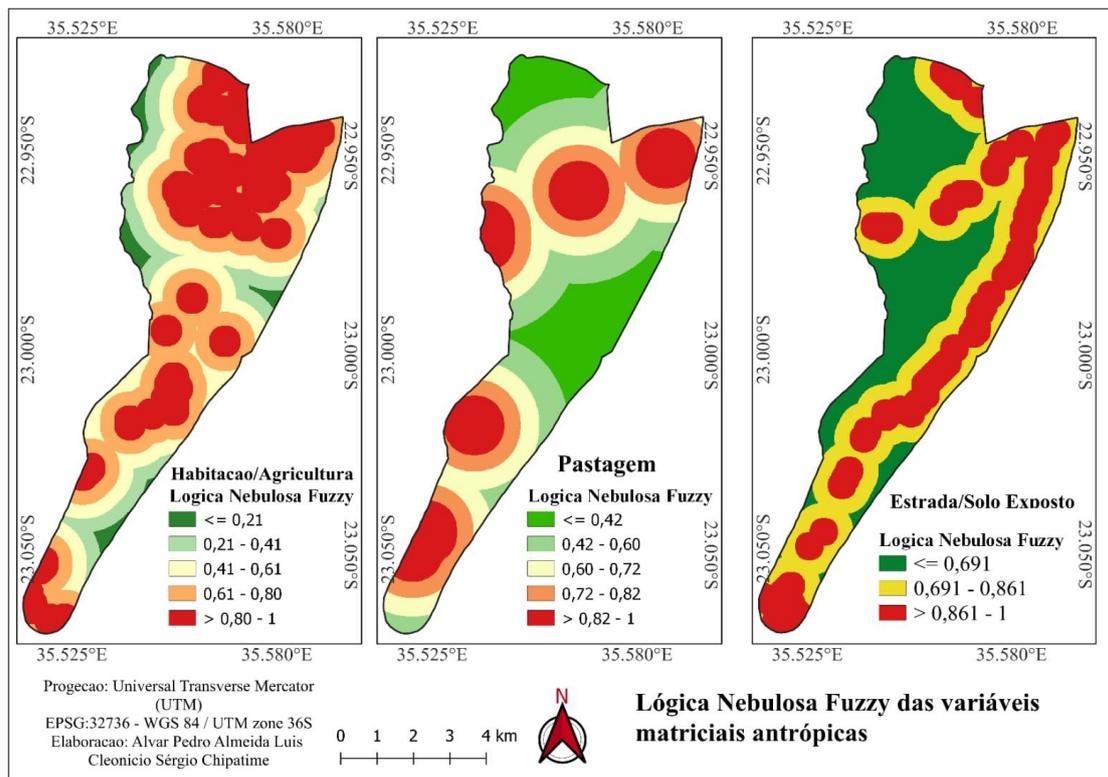
Logica nebulosa fuzzy das variáveis matriciais antrópicas

Esta logica nebulosa compreende as seguintes classes de uso e ocupação da terra habitação/agricultura pastagem, e solo exposto/estrada.

A fuzzyficação da proximidade as zonas de habitação/agricultura pela função *FUZZY* linear decrescente, mostra que a sua influência representa uma vulnerabilidade variável, sendo que o risco baixo (0.21 a 0.80) regista-se nas regiões Nordeste região central do RNP, assim como ao longo da região do interior em direção a Massinga. A vulnerabilidade alta (0.80 a 1) regista-se predominantemente na região norte da área da Reserva. O risco moderado (0.41 a 0.61), encontra-se distribuído nas zonas que intermediam as regiões de alto risco e de baixo risco nas zonas costeiras da Reserva Nacional de Pomene (Figura 6).

A proximidade de estrada/solo exposto apresenta maior vulnerabilidade com baixa e alta vulnerabilidade de 0.69% e 0.86% respectivamente, pois esta extensão de solo exposto esta intimamente nas regiões da zona costeira propiciando a erosão hídrica e laminar por esta ser uma zona baixa onde apresenta solos acilios e pequenos afluentes de agua, eis a causa de ser detectada como zona de maior vulnerabilidade não somente a erosão assim como também a ventos fortes e tempestades.

Figura 6: Logica nebulosa fuzzy das variáveis matriciais antrópicas

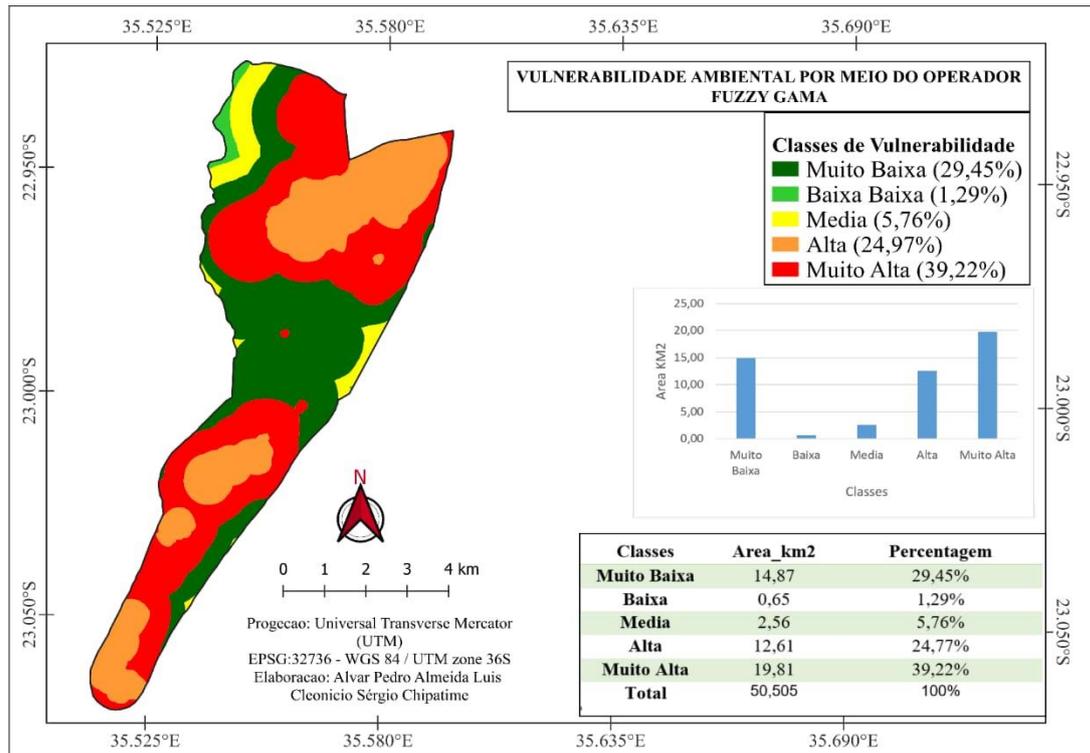


Fonte: autores, (2025)

Vulnerabilidade ambiental por meio do operador Fuzzy Gama

A combinação da vulnerabilidade das variáveis anteriormente analisadas (operador *FUZZY GAMA*), deu origem ao mapa de vulnerabilidade ambiental no RNP (figura 7). Os menores valores de risco (1,29 a 29,45%) estão associados a regiões predominadas pelas águas e vegetação húmida. Devido a sua composição (presença de cursos de água, espécies florestais em estágios médios e avançados de desenvolvimento, e fraca presença antrópica) e disposição (locais de difícil acesso), estas áreas exercem uma influência negativa natural que dificulta a ocorrência de eventos extremos, tempestades e ciclones.

Figura 7: Fuzzyficação das variáveis antrópicas



Fonte: autores, (2025)

Os valores de média vulnerabilidade apresentam uma pertinência à ocorrência de ventos extremos de 2.56% a 5.76% no RNP, correspondendo às regiões majoritariamente predominadas pela vegetação de Miombo aberto, e com altos índices de influência das comunidades locais, durante a prática de atividades de uso de terra.

As regiões classificadas como sendo de alta vulnerabilidade, ocupam maior área de 19.81 km², correspondendo cerca de 39.22 % da área total da Reserva.

As regiões nordeste e sudeste da área da Reserva com maior habitação e agricultura apresentaram maior vulnerabilidade de 39.22%.

Feita a distribuição em km² para cada classe nos quais constatou-se maior percentagem de 39.22% para uma área de 19.81% para a classe muito alta de todas as variáveis antrópicas, ressaltar que maior vulnerabilidade indica maior risco e aumento de esforço e manejo adaptativo para mitigação das mesmas.

Tabela 2: Distribuição das classes de vulnerabilidade (lógica fuzzy).

Classes	Area_km2	Percentagem
Muito Baixa	14.87	29.45%
Baixa	0.65	1.29%
Media	2.56	5.76%
Alta	12.61	24.77%
Muito Alta	19.81	39.22%
Total	50.505	100%

Fonte: Autores, (2025)

CONCLUSÃO

Os resultados da análise da vulnerabilidade ambiental da Reserva Nacional de Pomene situada na província de Inhambane no distrito da Massinga, mostraram que as regiões nordeste e sudeste da Reserva com maior habitação e agricultura apresentaram maior vulnerabilidade de 39.22% cobrindo uma área de 19.81%, ou seja vulnerabilidade muito alta, com características da componente graminal devido as actividades de agricultura e pousio. Assim sendo, as variáveis matriciais antrópicas de vulnerabilidade ambiental permitiram uma avaliação das áreas com maior suscetibilidade a potenciais impactos ambientais a partir da escolha adequada dos critérios que influenciaram a ocorrência dos mesmos, bem como indicando ainda as áreas mais suscetíveis que requerem, portanto, estudos mais detalhados na Reserva Nacional de Pomene, bem como as estradas e solo exposto com impactos e tendências de erosão, por ser uma zona costeira com maior probabilidade de erosão hídrica e eólica.

REFERÊNCIAS

- AMARO, A. R.; PALETTA, F. C.; ALMEIDA, J. R. *Vulnerabilidade Ambiental*. São Paulo.
- BOTERO-ACOSTA, A., et al. (2017). "Gestão de risco, vulnerabilidade ambiental e a questão climática na gestão metropolitana". *Metrópole*
- CANGELA, A. D. C. N. P., 2014. *Caracterização e Mapeamento do Regime de Queimadas na Reserva Nacional do Niassa, Maputo*: Univercidade Eduato Mondlane.

- COSTA, J. D. S., F. D. R. H.; BELLOZE, K. T., 2021. *Vulnerabilidade ambiental e zonas costeiras, Rio de Janeiro: Coordenacao de Telecomunicacoes – CEFET/RJ (Campus Petropolis)*
- MACANDZA, V.; MAMUGY, F.; MANJATE, A. M.; MACAMO, E., 2015. *Estudo das condicoes ecologicas e socioeconomicos da Reserva Nacional de Pomene, Maputo: Impacto, Lda. – Projectos e Estudos Ambientais*
- OLIVEIRA, L. P.; MARQUES DA COSTA, E. (2017). "A vulnerabilidade social em Minas Gerais e no Cerrado: uma análise do índice de vulnerabilidade social (IVS)". *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, 11(2), 215-230
- PEA, G. F., 2016. *Educacao ambiental e manejo de impactos / Genebaldo Freire Dias., IBAMA.*
- QUEIROGA, B.; CARDOSO, C. N. P., & SILVA, J. P. (2022). "Resíduos sólidos na construção civil: análise da gestão frente aos impactos causados ao meio ambiente". *Research, Society and Development*,
- RUBIRA, F. G; PEREZ FILHO, A. (2021). *Evolução das bases teóricas e metodológicas para identificação das mudanças, oscilações e pulsações climáticas.* *Revista Brasileira de Geomorfologia.*
- RUBIRA, J. P.; PEREZ FILHO, A. (2021). "A vulnerabilidade ambiental da bacia do Rio Piracicaba/MG: uma abordagem geográfica multicriterial". *Geo UERJ*,
- SENHORAS, E. M.; OLIVEIRA, M. N. (2017). *Marcos evolutivos da política à economia nas negociações internacionais ambientais.* *Meridiano 47*, 12(123), 40–47.
- SILVA, M. G. D., SILVA, A. B. N. D., PONTES, A. N.; MORALES, G. P., 2019. *Caracterização da vulnerabilidade ambiental da reserva biológica nascentes da serra do cachimbo, estado do Pará, estado do Pará.*
- SILVEIRA, M. B. De copenhagen a paris: *a evolução do BASIC no complexo de Regime de Mudanças Climáticas.* *Brazilian Journal of International Relations*, v. 8, n. 2, p. 384-405, 2019. <https://doi.org/10.36311/2237-7743.2019.v8n2.08.p384>