

Área de concentração: 2- Conservação e recuperação de áreas

## **ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL PELO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI) PARA POSTO ADMINISTRATIVO DE MACUSE, ZAMBÉZIA, MOÇAMBIQUE**

**Merlindo Jacinto Manjate**<sup>1</sup>; Marnela da Caridade Manuel<sup>2</sup>; Nédia Pereira Correia Mendes Correia<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Engenheiro Florestal, MSc, Doutorando em Ciências Florestais-Ufes, Pesquisador da Universidade Lúrio-Sanga-Moçambique, (merlindomanjate@unilurio.ac.mz); <sup>2</sup>Engenheira em Desenvolvimento Rural, Formadora do Instituto Agrário de Lichinga-Lichinga-Moçambique (caridademarinela@gmail.com); <sup>3</sup>Bióloga, MSc, Doutoranda em Ciências Florestais-Ufes, Pesquisadora da Universidade Licungo-Quelimane-Moçambique (nediacorreia@gmail.com)

APRESENTADO NO VII CBRA – CONGRESSO BRASILEIRO DE REFLORESTAMENTO AMBIENTAL – 02 A 04 DE AGOSTO DE 2023, VITORIA/ES

**Resumo:** Ao longo dos últimos anos algumas regiões vão se desenvolvendo e, conseqüentemente, o espaço urbano se expandindo devido a procura de novas áreas para habitação ou mesmo prática de atividades comerciais como é o caso da agricultura. Em função disso, inúmeros impactos ambientais podem ocorrer, dentre eles, a supressão da vegetação. Nessa perspectiva, este trabalho teve como objetivo avaliar as mudanças ambientais ocorridas no uso e cobertura de terra usando o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) no Posto Administrativo de Macuse, Zambézia em Moçambique, levando em conta o crescimento urbano geográfico e populacional da região ao longo dos últimos anos, e a degradação da vegetação decorrente. Portanto utilizou-se Sensoriamento Remoto para a interpretação de imagens de Satélite LANDSAT 8 e 9 e ferramentas de Geotecnologia que auxiliaram no cálculo do índice de vegetação, e classificação das imagens de satélite possibilitando uma melhor visualização das áreas degradadas e do crescimento urbano. Os valores de NDVI variaram de -1 a 0,84 para o ano de 2013 e de -0,6 a 0,79 para o ano de 2023. Após as análises da quantificação dos pixels percebeu-se que houve um aumento das áreas com os corpos hídricos, suscetíveis a desertificação, solo exposto e vegetação espaçada e uma redução em torno de 13% de perda da vegetação nativa densa. O estudo concluiu que o NDVI mostrou-se adequado para classificação e monitoramento da cobertura vegetal da área, pois foi capaz de evidenciar uma substituição gradual da cobertura vegetal ao longo do período de 10 anos.

**Palavras-chave:** Degradação ambiental, Landsat, desertificação, antrópica, urbanização.

### **Introdução**

Moçambique é um País com abundância de recursos florestais, onde cerca de 50% da superfície total do país é ocupada por formações florestais. As florestas o país têm sofrido impactos significativos devido a uma combinação de diversos fatores dentre os quais pode se destacar, o corte ilegal e desregrado de espécies madeiras, a exploração de espécies para produção de carvão vegetal, a prática de agricultura itinerante, a frequência das queimadas descontroladas, a urbanização e as mudanças climáticas (MOURANA; SERRA 2007). O Posto administrativo de Macuse é caracterizado pela presença de formações florestais semidecíduas

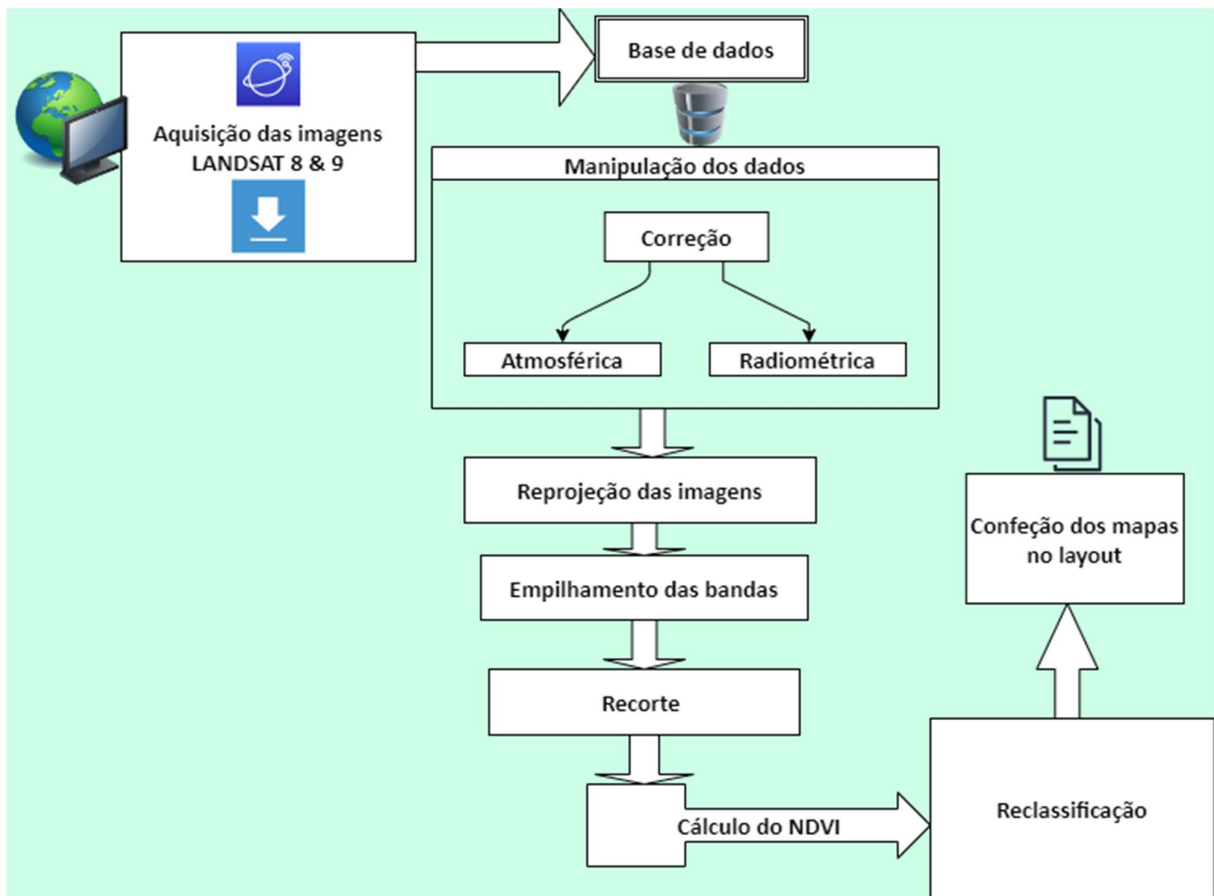
e decíduas e o Mangal que ocorre ao longo das margens do estuário do Rio Macuse, essas formações florestais tem sofrido grande impacto das ações antrópicas devido a extração de lenha, madeira, abertura de salinas, produção de carvão vegetal, abertura de áreas para prática de agricultura entre outras atividades, o que contribui de forma significativa para a degradação do mangal, o que pode levar ao desaparecimento completo desses ecossistemas (LACERDA; ANDRADE 2022).

Neste contexto a análise da densidade da cobertura vegetal bem como da sua evolução espaço-temporal, torna-se um mecanismo imprescindível para estudos relacionados a análise ambiental, o uso de ferramentas para análise da vegetação por meio de imagens de satélite, pode oferecer o direcionamento de estudos mais detalhados e implementação de práticas de monitoramento e recuperação de áreas urbanas degradadas, com a conceção integrada da importância da vegetação para a sustentabilidade urbano ambiental (CERQUEIRA et al., 2021). Para avaliar e monitorar o uso do solo podem ser usados diferentes índices de vegetação. Dos vários índices de vegetação existentes, o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) proposto por Rouse et al. (1973), é um dos mais utilizados em pesquisas relacionadas ao monitoramento do uso do solo (MELO et al., 2011; ABURAS et al., 2015; HERBST; LUCENA, 2020) e consiste de um processamento de sensoriamento remoto que realça os estratos vegetativos, diferenciando-os entre si e dos demais tipos de cobertura do solo.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as mudanças ambientais ocorridas no uso e cobertura de terra usando o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) no Posto administrativo de Macuse, Zambézia, Moçambique no período de 2013 a 2023.

## **Material e Métodos**

As etapas para obtenção de imagens e cálculo NDVI contemplaram na Aquisição de imagens de Sensoriamento Remoto disponibilizadas gratuitamente na página do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), aquisição de *shapefile* da região disponibilizado pelo Centro Nacional de Cartografia e Teledeteção (CENACARTA), sendo feita a manipulação das imagens para correção atmosférica e radiométrica no *software* (QGIS 3.28.4), através do plugin SCP (Semi-Automatic Classification), reprojeção, empilhamento das bandas, recorte da área de interesse. O cálculo de NDVI foi realizado através da ferramenta Calculadora *Raster*. Para o presente estudo foram usadas imagens do Landsat 8-"OLI\_TIRS" e Landsat 9-"OLI\_TIRS" de 26 de Junho de 2013 e 14 de Junho de 2023 da órbita 166 ponto 72 respetivamente. A figura 1 mostra o fluxograma dos passos para o cálculo do NDVI.



**Figura 1:** Fluxograma para cálculo do NDVI.

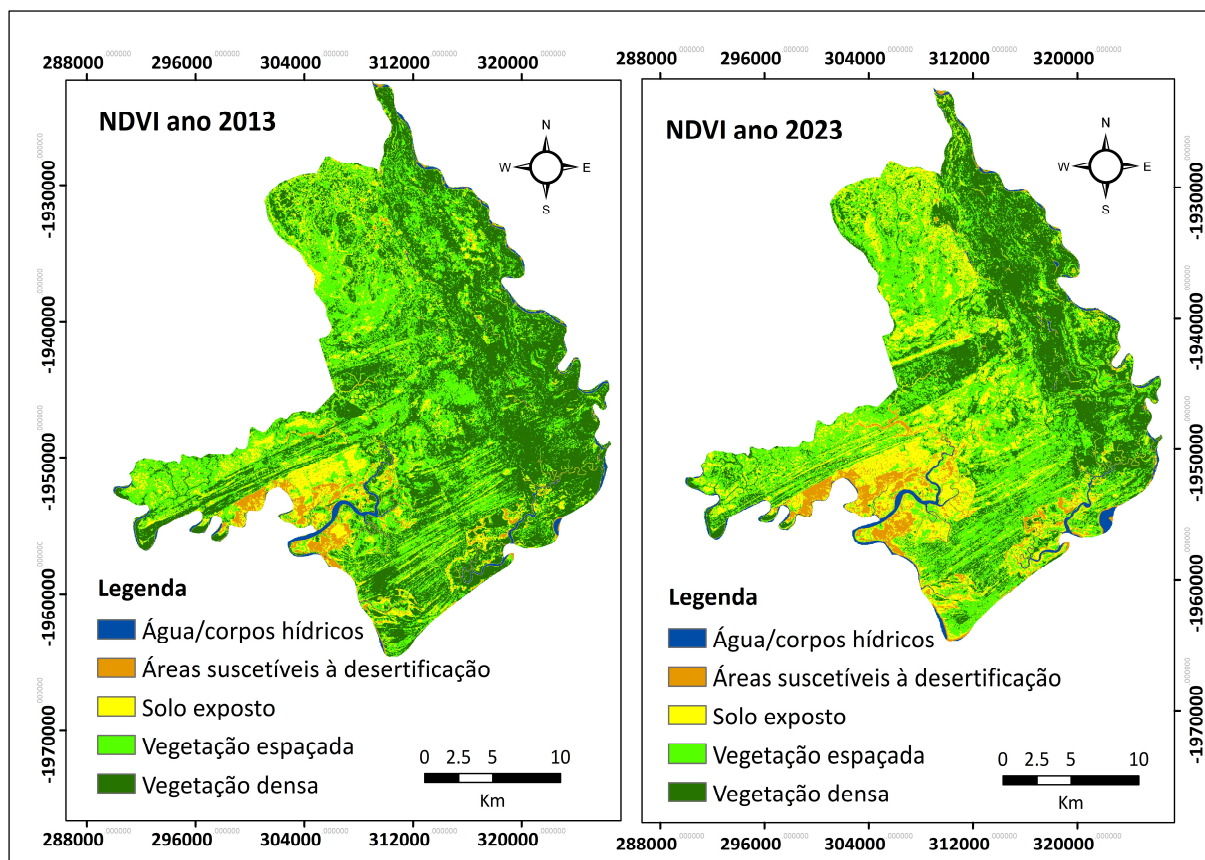
As imagens utilizadas foram escolhidas por apresentarem melhor qualidade para realização do estudo, uma vez que as mesmas apresentaram baixa percentagem de nuvens. As bandas do vermelho (V) e do infravermelho próximo (IP) foram utilizadas para o cálculo do NDVI, o qual pode ser calculado da seguinte forma  $(IP - V) / (IP + V)$ . De acordo com o cálculo de NDVI, quanto mais próximo de 1, maior será o índice de vegetação no local e quanto mais perto de -1, menor será esse índice (ABURAS et al., 2015). A reclassificação dos valores do NDVI foi realizada usando a ferramenta *r.recod* do plugin GRASS e posteriormente feitas as estatísticas do cálculo das áreas em percentagens de cada tipo de uso de solo ao longo dos dois períodos em análise. A seguinte reclassificação foi usada: Classe 1 (-1 – (-0,9) para água/corpos hídricos, Classe 2 (-0,9 – 0,3) para áreas suscetíveis à desertificação, Classe 3 (0,3 – 0,5) para solo exposto, Classe 4 (0,5 – 0,6) para vegetação espaçada e Classe 5 (0,6 – 1) para vegetação densa.

## Resultados e Discussão

O índice NDVI é um indicador importante usado para identificar mudanças no uso e cobertura da terra devido ao desenvolvimento urbano e econômico. Os fatores efetivos na cobertura da terra podem ser determinados por meio dos valores extraídos do mapa do NDVI (ABURAS et al., 2015). Os valores de NDVI variaram de -1 a 0,84 para o ano de 2013 e de -0,6 a 0,79 para o ano de 2023. Quanto mais próximo

de 1, maior a densidade da cobertura vegetal, ou seja, ela apresenta-se em seu estágio denso, úmida e bem desenvolvida, enquanto valores negativos refletem os corpos de água, o solo nu sem vegetação, ou com vegetação espaçada, apresenta valores positivos, mas não muito elevados.

Os mapas elaborados com o cálculo do NDVI reclassificados identificaram as variações nas classes de uso de solo na área de estudo o que fez ser perceptível uma mudança da vegetação dentro do período de 10 anos (Figura 2).



**Figura 2:** Imagens do NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) classificadas.

A partir dos dados obtidos pelas imagens em NDVI e da quantificação dos pixels é possível inferir que houve um aumento da área de corpos hídricos 1,8% para 2,2% de 2013 a 2023, em relação áreas suscetíveis a desertificação de 3,% a 5,1%, solo exposto de 12,8% a 21,4%, vegetação espaçada de 37,4% a 39,9% e a vegetação densa teve uma redução de 45% a 31,4% de 2013 a 2023 (Tabela 1).

**Tabela 1:** Percentagem das classes de ocupação do solo nos dois anos de análise.

Classes	% em 2013	% em 2023
Cursos de água	1,8	2,2
Áreas suscetíveis a desertificação	3,0	5,1
Solo exposto	12,8	21,4
Vegetação espaçada	37,4	39,9
Vegetação densa	45,0	31,4

Dentre os parâmetros de análise foi observado que as áreas suscetíveis a desertificação durante o intervalo de tempo tiveram um aumento. Entretanto, esse aumento das áreas suscetíveis a desertificação representaram uma concentração nas áreas próximas aos corpos hídricos, que tiveram também um aumento de volume de 1,8% para 2,2%. É possível que com a elevação ou surgimento de rios temporários e intermitentes, as áreas próximas tenham sido utilizadas pelos agricultores para uso agrícola. Notou-se, a apresentação da perda da vegetação local, em função, talvez, do fator crescimento urbano, ou seja, a crescente urbanização, dentre outras atividades como a agricultura, a pecuária que se encontram em torno das margens dos rios e nas proximidades dos assentamentos urbanos.

A vegetação densa que se encontra ao longo dos rios que é considerado mangal ribeirinho teve uma redução em torno de -13,7% considerando o período em análise, na área de estudo Lacerda & Andarde (2022) constataram que quase toda a população da área de estudo depende dos mangais como uma das principais fontes de subsistência, e foi constatado que atividades como a pesca, corte de estacas procura de crustáceos, produção de carvão, extração de sal, de areia e lenha, foram identificadas como as que mais contribuem para a degradação dos mangais. Os resultados do presente estudo corroboram com o estudo realizado por ABURAS et al., (2015), medindo a mudança na cobertura da terra em Seremban, Malásia usando o índice NDVI, tiveram resultado em que confirmaram que as áreas de vegetação densa diminuíram como resultado de várias causas, como o desenvolvimento urbano e econômico devido ao crescimento populacional e ao desmatamento, que é realizado para o plantio de diversos tipos de culturas agrícolas comerciais, como a de óleo de palma.

As áreas de vegetação espaçada tiveram um aumento de 2,5% isso pode ser explicado pelo fato da região ter observado valores de precipitação mais acentuados no últimos anos causados por ciclones (Idai e Freddy), Lira et al., (2010) em estudos sobre com a utilização de NDVI para quantificação da vegetação em área do agreste Central Pernambucano, verificaram que, possivelmente, devido a índices de precipitação mais elevados no intervalo de 2007 a vegetação espaçada, de caráter arbustivo, se expandiu para áreas de solo exposto. Esse fato pode explicar o aumento de 37,4% para 39,9% da vegetação espaçada e a redução de 12,8% para 21,4% do solo exposto no presente estudo.

## **Conclusão**

O índice NDVI mostrou adequado para classificação e monitoramento da cobertura vegetal da área de estudo, pois foi capaz de evidenciar uma substituição gradual do tipo de cobertura vegetal ao longo do período de 10 anos. Os resultados obtidos são úteis para a elaboração ou atualização do plano de utilização dos recursos naturais na região, pois indicam a necessidade da execução de medidas para evitar e supressão da vegetação nativa. Os resultados obtidos neste trabalho mostraram-se coerentes com a literatura, evidenciando a variação espacial e temporal dos valores encontrados para cobertura vegetal na região mas outros métodos podem ser usados para estudos futuros de modo a identificar possíveis distorções nos resultados.

## Referências Bibliográficas

ABURAS, M. M.; ABDULLAH, S. H.; RAMLI, M. F.; ASH'AARI, Z. H. Measuring Land Cover Change in Seremban, Malaysia Using NDVI Index. **Procedia Environmental Sciences**, v. 30, p. 238–243, 2015. Elsevier B.V. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.proenv.2015.10.043>>.

CERQUEIRA, M. A. *et al.* Análise temporal por sensoriamento remoto da supressão de vegetação nativa em vales na cidade de Maceió, Brasil. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 1–11, 2021.

HERBST, I. D. A. LUCENA, A. J. de. Análise espaço-temporal da evolução do ibi e ndvi na zona oeste da cidade do Rio de Janeiro/rj entre 2001 e 2020. Space-temporal analysis of the evolution of the ibi and ndvi in the west area of the city of Rio de Janeiro/rj between 2001 and 2020. [s. l.], 2020.

LACERDA, A.; ANDRADE, A. C. de. Análise das atividades antrópicas nas florestas de mangal em Macuse, centro de Moçambique. **Natural Resources**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 159 – 169, 2022.

LIRA, D. R.; ARAUJO, M. S. B. SAMPAIO, E. V. S. B. SILVA, H. A. Mapeamento e Quantificação da Cobertura Vegetal do Agreste Central de Pernambuco Utilizando o NDVI. In: **Revista Brasileira de Geografia Física** 03 (2010) 157-162.

MELO, E. T. SALES, M. C. L.; OLIVEIRA, J. G. B. de. Application of the Normalized Difference Vegetation Index (Ndvi) in the Analysis of the Environmental Degradation of the Microbasin of Riacho Dos Cavalos, Crateús – Ce. **Ra'E Ga** 23, [s. l.], v. 23, p. 520 – 533, 2011. Disponível em: [ewww.geografia.ufpr.br/raega](http://www.geografia.ufpr.br/raega).

MOURANA, B. SERRA, C. M. **20 Passos para a Sustentabilidade Florestal em Moçambique**. Maputo: [s. n.], 2007.