

Análise comparativa do índice de vegetação (NDVI) nos períodos de 2000 e 2023 no bairro de Tinga-Tinga (Moçambique)

Idelton dos Santos Pedro Matsinhe^{1*}

¹Mestre em Ambiente e Desenvolvimento Sustentável das Comunidades, Universidade Save, Massinga (Moçambique). Licenciando em Geografia na Universidade Save, Maxixe (Moçambique). Licenciado em Ciência Política e Relações Internacionais, Universidade Aberta ISCED, Maxixe (Moçambique). (ideltondosantospedro@gmail.com), Actualmente, Docente de Geografia na Escola Secundaria de Morrumbene (Moçambique)

Histórico do Artigo: Submetido em: 21/05/2024 – Revisado em: 16/08/2024 – Aceito em: 28/09/2024

RESUMO

Com o crescimento populacional humano, a demanda por alimentos, matérias-primas, água e combustíveis tem aumentado também e de uma forma mais rápida e intensiva, o que tem gerado uma perda considerável, e por vezes irreversível, da biodiversidade. Para o desenvolvimento da pesquisa e alcance dos objectivos foram utilizados vários materiais: softwares, imagens de satélite, shepfile do limite do Município de Maxixe. A pesquisa consistiu na análise temporal da cobertura vegetal da área de estudo. Para o alcance dos recorreu-se ao método cartográfico. Para a operacionalização do método cartográfico recorreu-se a metodologia de interpretação de imagens de satélite Landsat, geoprocessamento das mesmas para o cálculo do NDVI, e produção de mapas ecodinâmicos. Os resultados gerados a partir das imagens de satélite *Landsat 5* do ano 2000 e *Landsat 9* do ano 2023 mostram que durante os períodos referenciados houve um aumento da área coberta por plantas não saudáveis. Este aumento justifica-se pelas secas que tem assolado as comunidades moçambicanas nos últimos anos, a eclosão de pragas e doenças e a falta de cuidados das plantas. No mesmo período, houve aumento da área coberta por plantas mortas ou objectos inanimados, que significa que a degradação da biodiversidade aumentou. Este aumento justifica-se pela expansão urbana, áreas agrícolas, áreas industriais, etc. Quanto aos serviços ecossistémicos da área de estudo, a biodiversidade da fauna e da flora encontrada desempenha muitas vezes um papel essencial no desenvolvimento e bem-estar da comunidade.

Palavras-chave: Análise comparativa. NDVI. Bairro de Tinga-Tinga.

Comparative analysis of the vegetation index (NDVI) in the periods of 2000 and 2023 in the Tinga-Tinga neighborhood (Mozambique)

ABSTRACT

With human population growth, the demand for food, raw materials, water and fuel has also increased and in a more rapid and intensive way, which has generated a considerable, and sometimes irreversible, loss of biodiversity. To develop the research and achieve the objectives, various materials were used: software, satellite images, shepfile of the limit of the Municipality of Maxixe. The research consisted of a temporal analysis of the vegetation cover of the study area. To achieve this, the cartographic method was used. To operationalize the cartographic method, we used the methodology of interpreting Landsat satellite images, geoprocessing them to calculate the NDVI, and producing ecodynamic maps. The results generated from satellite images Landsat 5 from the year 2000 and Landsat 9 from the year 2023 show that during the referenced periods there was an increase in the area covered by unhealthy plants. This increase is justified by the droughts that have plagued Mozambican communities in recent years, the outbreak of pests and diseases and the lack of plant care. In the same period, there was an increase in the area covered by dead plants or inanimate objects, which means that the degradation of biodiversity increased. This increase is justified by urban expansion, agricultural areas, industrial areas, etc. As for the ecosystem services of the study area, the biodiversity of the fauna and flora found often plays an essential role in the development and well-being of the community.

Keywords: Comparative analysis. NDVI. Tinga-Tinga neighborhood.

Matsinhe, I.S.P. (2024). Análise comparativa do índice de vegetação (NDVI) nos períodos de 2000 e 2023 no bairro de Tinga-Tinga (Moçambique). *Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto*, v.5, n.3, p.61-70.



1. Introdução

A história humanidade e do desenvolvimento das nações está intimamente ligada à exploração do capital natural (recursos naturais), os benefícios tangíveis e intangíveis do capital natural garantem a sobrevivência do homem e desenvolvimento dos povos desde a era primitiva. Estes benefícios são designados por serviços ecossistêmicos. Segundo a taxonomia da Avaliação do Milênio, os serviços ecossistêmicos podem ser classificados em quatro categorias, a saber: serviços de provisão (ou serviços de abastecimento); serviços de regulação; serviços culturais; e serviços de suporte (Teixeira, 2018, p. 17).

A demanda humana pelos serviços ecossistêmicos vem crescendo rapidamente, ultrapassando em muitos casos a capacidade de os ecossistemas fornecê-los. A exploração dos benefícios do capital natural resulta na modificação dos ecossistemas, e de acordo com Jean Tricart (1977), actualmente é uma ilusão falar de “Meios Naturais”, mas sim de “Meios Modificados” pelo homem. A desflorestação e a degradação das florestas constituem exemplos das modificações dos ecossistemas causadas pelo homem, e de acordo com FAO (2015), WRI (2014), UNEP (2014), citados por Teixeira (2018), a desflorestação e a degradação das florestas são das questões ambientais globais mais relevantes da atualidade, principalmente com o crescente reconhecimento do papel destes ecossistemas no ciclo de carbono e possível mitigação das mudanças climáticas (FAO, 2015, WRI, 2014, UNEP, 2014, citados por Teixeira, 2018, p.3).

De modo a garantir o alcance dos objectivos desenvolvimento sustentável aos governos e as nações são desafiadas a definirem e implementarem políticas que garantam a exploração sustentável do capital natural, permitindo deste modo a preservação e conservação dos ecossistemas. A quantificação e monitoria da dinâmica do capital natural constituem ferramentas indispensáveis para se garantir o desenvolvimento sustentável, preservação e conservação dos ecossistemas. Para a quantificação do capital natural existem várias metodologias definidas no âmbito das estruturas e iniciativas globais para avaliação do valor dos ecossistemas.

Estas estruturas e iniciativas globais assentam-se no mapeamento dos ecossistemas com recurso a metodologia de Sensoriamento e SIG. De acordo com Farias, Barros e Marinho (2020), a nível mundial, a observação da Terra através de sistemas de satélite baseados em scanners multiespectrais de média resolução é uma das formas mais eficientes e económicas de obter informações relevantes sobre os recursos naturais terrestres e as condições da vegetação (p. 2886). Na última década, o conhecimento acerca dos índices de vegetação, sobretudo, o NDVI, tem se destacado de forma significativa, em virtude de ser um dos mais relevantes indicadores para a análise da cobertura de vegetação em diferentes períodos utilizando técnicas de sensoriamento remoto (idem, p. 2886).

Partindo dos pressupostos acima apresentados foi desenvolvida a presente pesquisa de modo a fazer uma análise temporal (2000 e 2023) da dinâmica da cobertura vegetal no Bairro de Tinga-Tinga com base na aplicação da metodologia de NDVI.

2. Material e Métodos

Para o desenvolvimento da pesquisa e alcance dos objectivos foram utilizados vários materiais: softwares, imagens de satélite, *shapefile* do limite do Município de Maxixe. Para o cálculo do NDVI recorreu-se ao geoprocessamento e interpretação de imagens de satélite Landsat 5 (Sensor TM) e Landsat 9 (Sensor OLI). As imagens foram adquiridas de forma grátis através do link da Earth Explorer (<https://earthexplorer.usgs.gov>), da USGS.

O *shapefile* do Município de Maxixe foi produzido e disponibilizado pela CENACARTA. Para o geoprocessamento dos dados espaciais e produção dos mapas temáticos foi utilizado o software *ArcGIS* 10.8.

A pesquisa consistiu na análise temporal da cobertura vegetal da área de estudo. Para o alcance dos recorreu-se ao método cartográfico. Para a operacionalização do método cartográfico recorreu-se a metodologia de interpretação de imagens de satélite Landsat, geoprocessamento das mesmas para o cálculo do NDVI, e produção de mapas ecodinâmicos. Este método foi adoptado pelo facto das imagens de satélite apresentarem informações da paisagem resultantes da combinação de eventos e interações, visíveis e

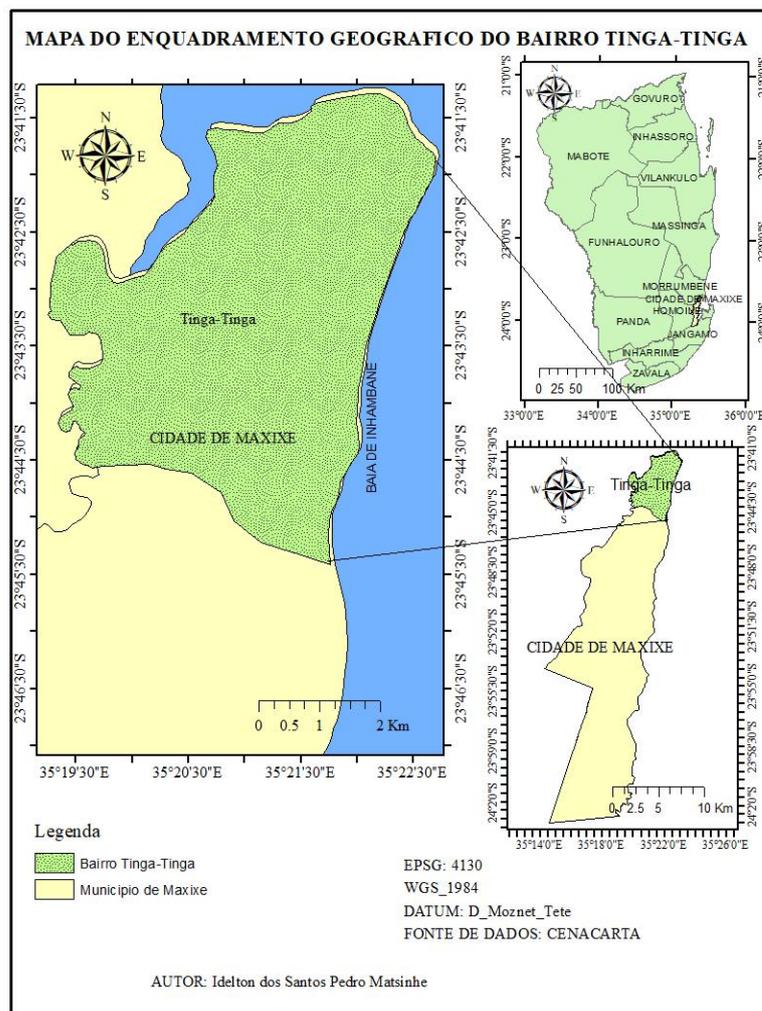
invisíveis, captadas durante um determinado momento. Os eventos estão relacionados aos fenômenos naturais, as interações estão associadas às ações humanas relacionadas a exploração do capital natural. A combinação dos eventos e interações contribui para a mudança da paisagem, do ecossistema, e do ambiente.

A pesquisa, quanto à natureza dos dados, foi desenvolvida com base no método quantitativo. A escolha deste método permitiu a colheita de dados mensuráveis (área em Km² e %, por exemplo). A pesquisa bibliográfica, documental, e o método de observação indirecta (interpretação de imagens de satélite) foram às técnicas de colecta de dados utilizadas para o desenvolvimento da pesquisa.

2.1 Descrição da área de estudo

O bairro Tinga-Tinga situa-se a Nordeste do Município da Maxixe, entre as coordenadas 23° 44' 30" e 23° 41' 30" de latitude Sul, e 35° 19' 30" e 35° 21' 30" de longitude Este.

Mapa1: Enquadramento Geográfico da área de estudo
Map1: Geographical setting of the study area



Fonte: Autor, 2023.
Source: Author, 2023.

Faz limites a Norte e Nordeste pela foz do rio Inhanombe e baía de Inhambane que o separa do distrito de Morrumbene, a Sul pela Sede da localidade pelo bairro Nhamaxaxa, a oeste pelo rio Inhanombe que separa com o distrito de Homoíne e a Este pela Baía de Inhambane.

A área de estudo encontra-se no distrito de Maxixe, onde é tipicamente caracterizado por clima tropical húmido, onde as temperaturas médias anuais oscilam entre 20,5°C a 26,5°C, sendo que a média máxima ocorre no mês de janeiro e a mínima média em julho. Quanto à precipitação de forma geral, a época que regista maiores índices pluviométricos é do mês de dezembro à março, onde os índices pluviométricos máximos registam-se no mês de janeiro; o período que compreende os meses de abril à novembro apresentam baixos índices pluviométricos, sendo que os meses de agosto e setembro são mais críticos (Rungo & Gomes, 2020).

A biodiversidade na área de estudo não é constituída apenas por espécies naturais. A região é constituída também por uma vegetação secundária, onde se destaca os coqueiros, cajueiros, mangueiras, citrinos, para além de plantas de ornamentação. Há riqueza ainda em animais de pequeno porte tais como: espécies de insectos, pássaros, formigas lagartos, serpentes entre outros. (Rungo & Gomes, 2020).

2.2 Etapas

Como etapas para desenvolvimento da pesquisa, fez-se os seguintes processos:

a) Seleção e Aquisição das Imagens: as imagens Landsat foram adquiridas de forma grátis através do link da EarthExplorer (<https://earthexplorer.usgs.gov>), da USGS. Foram adquiridas imagens da mesma época. Para o ano 2000 foram adquiridas imagens Landsat 5 TM, as imagens Landsat 9 OLI para o ano 2023. As etapas subsequentes foram executadas com recurso ao software ArcGIS 10.8.

b) Correção da Projecção: as imagens adquiridas apresentam projecção cósmica para o hemisfério N, com o sistema de referência WGS 1984_UTM_ZONE_36N. Devido a este facto houve necessidade de efectuar-se a correcção da projecção Universal Transverse Mercator (UTM). As imagens foram reprojectadas para o sistema de referência WGS 1984_Moznet_UTM_ZONE_36S. Este processo foi realizado para as bandas do vermelho (Red) e do infravermelho próximo (NIR) de cada ano. Para imagens Landsat 5 TM a banda 4 corresponde ao NIR e a banda 3 corresponde ao Red, enquanto que para as imagens Landsat 9 OLI o NIR é representado pela banda 5 e o Red é representado pela banda 4. A reprojecção foi através da ferramenta Project Raster do ArcGIS.

c) Recorte das Imagens: as imagens adquiridas cobrem toda a área do distrito de Maxixe. Com base no shepfile da área de estudo fez-se o recorte da imagens captadas no link da USGS, de modo a extrair-se a área correspondente ao bairro de Tinga-Tinga. Este processo foi executado com recurso a ferramenta Extraction by Mask do ArcGIS.

d) Cálculo do NDVI: para o cálculo de NDVI recorreu-se na ferramenta do ArcGIS designada Raster Calculator (Calculadora Raster). A equação 1 apresenta a fórmula geral para o cálculo do NDVI:

$$\text{Equação 1: } = \frac{NRI-RED}{NRI+RED}$$

Com base na equação 1 foram definidas as fórmulas para as imagens Landsat 5 (equação 2) e Landsat 9 (equação 3), compatíveis com o software ArcGIS.

$$\text{Equação 2: } = \frac{\text{float}(\text{Banda4}-\text{Banda 3})}{\text{float}(\text{Banda 4}+\text{Banda 3})}$$

$$\text{Equação 3: } = \frac{\text{float}(\text{Banda5}-\text{Banda 4})}{\text{float}(\text{Banda 5}+\text{Banda 4})}$$

e) Definição da Simbologia: esta etapa consistiu na atribuição da simbologia para cada classe de NDVI. A escala de NDVI varia de -1 a $+1$, os valores negativos representam classes com planta morta ou feição não vegetal, valores próximos de $+1$ representam plantas saudáveis. Para a definição de classes e da simbologia recorreu-se a seguinte escala: -1 a 0 – planta morta ou objecto inanimado; 0 a 0.33 – planta não saudável; 0.33 a 0.66 – planta moderadamente saudável; 0.66 a 1 – planta muito saudável. A simbologia usada para NDVI baseia-se num espectro composto pelas seguintes cores, vermelho, amarelo e verde. A cor vermelha representa plantas mortas ou feições não vegetal, a cor verde corresponde a plantas saudáveis (quanto mais carregada for maior é a saúde da planta). Este processo foi realizado com recurso a ferramenta *symbology classified* (simbologia classificada) do ArcGIS.

f) Produção do Mapa de NDVI: esta etapa foi executada no interface *Layout View*, e consistiu na compilação do mapa de NDVI (mapa temático). Nesta etapa, foi inserido a grelha de coordenadas, o norte geográfico, a escala gráfica e numérica, a legenda, título do mapa, entre outros elementos relevantes.

g) Reclassificação das Imagens de NDVI: esta etapa visava a quantificação da área de cada classe de NDVI. Através da ferramenta *Reclassify (Spatial Analyst Tool)* o software ArcGIS contabiliza o número de pixéis de cada classe de NDVI. Este processo permite o cálculo da área de cada classe com base na resolução espacial da imagem, 30 m para o caso das imagens Landsat. A equação 4 apresenta a fórmula compatível com o ArcGIS usada para cálculo da área de cada classe em km^2 .

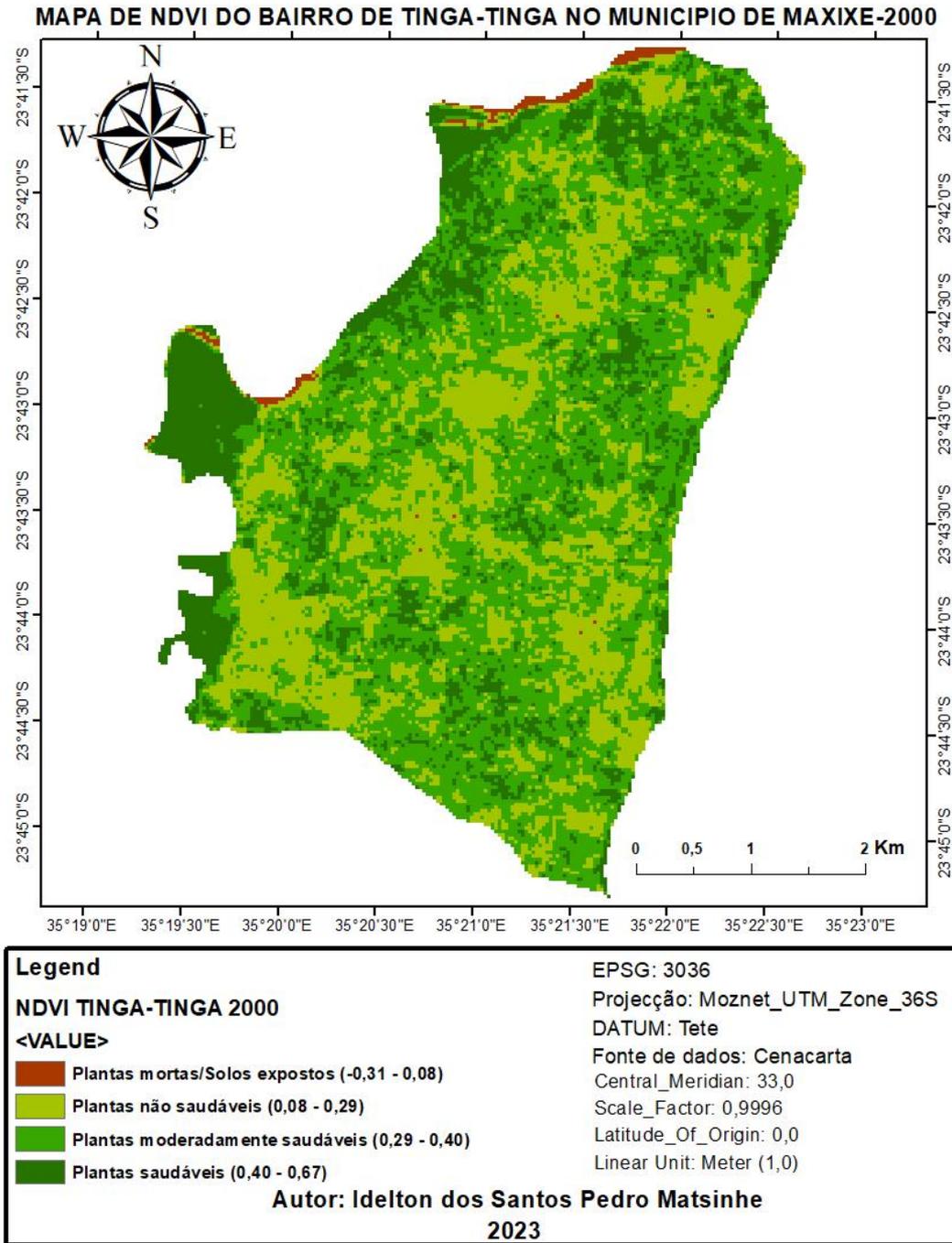
h) A área de estudo é caracterizada, pela predominância de solos arenosos alaranjados, pouco evoluídos. Em locais com uma cota elevada há predominância de solos arenosos avermelhados. São solos de fertilidade baixa e baixa retenção de água.

3. Resultados e Discussão

3.1. Classificação e análise do índice de vegetação (NDVI) no Bairro de Tinga-Tinga

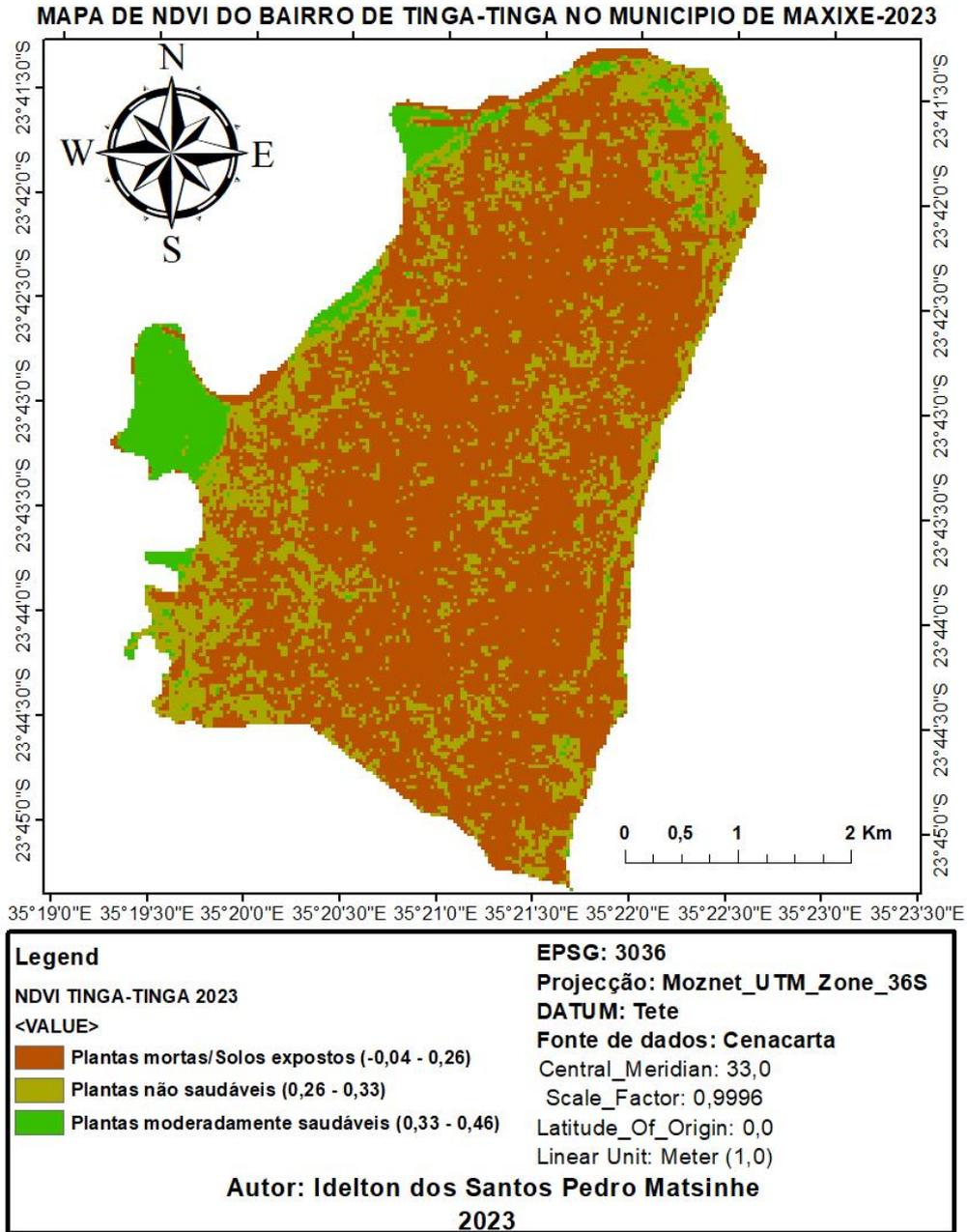
De acordo com os mapas acima, percebe-se que no ano de 2000 o nível de cobertura vegetal que existia no local do estudo era elevado, isto pode se justificar por se tratar duma era em que a expansão urbana, extracção de recursos florestais e o desenvolvimento de algumas actividades que devastam a cobertura vegetal não era intensa.

Mapa 2: Classificação do Índice de Vegetação do Bairro de Tinga-Tinga no ano de 2000
Map 2: Classification of the Vegetation Index of the Tinga-Tinga Neighborhood in the year 2000



Fonte: Autor, 2023.
Source: Author, 2023.

Mapa 2: Classificação do Índice de Vegetação do Bairro de Tinga-Tinga no ano de 2023
Map 2: Classification of the Vegetation Index of the Tinga-Tinga Neighborhood in the year 2023



Fonte: Autor, 2023.
Source: Author, 2023.

Já o mapa de 2023 mostra-nos que o Bairro de Tinga-Tinga vem apresentando nos últimos anos cenários preocupantes de desmatamento, tendo como possíveis factores, a exploração de madeira, combustível lenhoso que serve como fonte de energia para os residentes, abertura de espaços para as actividades agrícolas, pecuária, expansão de áreas industriais pois, de acordo com os resultados dos mapas, em 2023 a maior extensão do bairro é ocupada por plantas mortas, isto mostra nos claramente que quanto mais o tempo vai passando o homem tende a acentuar a degradação da cobertura vegetal.

Por outro lado, o processo de urbanização, também contribui para a redução da cobertura vegetal pois, neste processo de urbanização os ecossistemas naturais são gradualmente substituídos por meios, muitas vezes adversos e organizados pelo homem de acordo com as suas necessidades de sobrevivência, o que tem sido a causa da extinção da flora nativa e a consequente deterioração do ambiente.

Olhando para os resultados patentes nos mapas acima, ainda se percebe que no ano de 2000, existia embora em poucas quantidades plantas muito saudáveis, quantidades consideráveis de plantas moderadamente saudáveis e uma maior quantidade de plantas não saudáveis o que já não acontece em 2023 que, até nota-se escassez de plantas não saudáveis, devido a degradação da cobertura vegetal pelo homem.

A existência de plantas não saudáveis pode se justificar pelas secas que tem assolado as comunidades moçambicanas nos últimos anos, eclosão de pragas e doenças e a falta da manutenção dessa cobertura vegetal.

Em suma, retirada da cobertura vegetal provoca a redução da biodiversidade, extinção de espécies animais e vegetais, desertificação, redução dos nutrientes do solo, o que justifica todos os cenários apresentados nos mapas.

3.2. Caracterização dos diferentes Serviços dos Ecossistemas do Bairro de Tinga-Tinga

Os ecossistemas são sistemas que englobam as complexas, dinâmicas e contínuas interações entre seres vivos e não vivos em seus ambientes físicos e biológicos, nos quais o homem é parte integral (MA, 2003).

Serviços dos ecossistemas – benefícios que as pessoas recebem dos ecossistemas. Estes incluem serviços de produção como alimento e água; serviços de regulação como regulação de enchentes, de secas, da degradação dos solos, e de doenças; serviços de suporte como a formação dos solos e os ciclos de nutrientes, e serviços culturais como o recreio, valor espiritual, valor religioso e outros benefícios não materiais (Pereira *et al.*, 2009).

Os ecossistemas são constituídos por múltiplos subsistemas – solo, vegetação, macro e microrganismos - que interagem e competem dentro de um sinergismo, devido em grande parte à diversidade dos seus componentes (Cunha & Holanda 2007).

No Bairro de Tinga-Tinga estes têm uma estrutura composta por factores abióticos: radiação solar, temperatura, água e nutrientes; e por factores bióticos: organismos vivos que interagem no ambiente. A interacção entre os factores abióticos no local em estudo determina as comunidades de organismos vivos existentes, sendo que, a área em estudo dispõe muitas espécies de flora e de fauna.

O Bairro de Tinga-Tinga dispõe dos seguintes serviços de ecossistemas:

- a) Serviços de provisão – alimentos, água potável, combustíveis, recursos genéticos.
- b) Serviços de regulação – regulação climática, manutenção da qualidade do ar, regulação hidrológica, controlo da erosão, purificação da água, regulação das doenças humanas, controlo biológico (pragas das culturas e doenças dos animais), polinização.
- c) Serviços culturais – diversidade cultural e de sistemas de conhecimento, valores espirituais e religiosos, valores estéticos, inspiração, relações sociais, sentido de lugar, turismo, lazer e recreação.

A tabela 1 apresenta as disponibilidades dos serviços dos ecossistemas no Bairro de Tinga-Tinga, suas categorias e seus benefícios ao habitat.

Tabela 1. Disponibilidades dos serviços dos ecossistemas no Bairro de Tinga-Tinga
Table 1. Availability of ecosystem services in the Tinga-Tinga neighborhood

| Categorias | Benefícios |
|-------------------|--|
| | Habitat |
| Provisão | Recursos ornamentais (artesanato, plantas ornamentais, animais de estimação) |
| | Fornecimento de água potável |
| | Provisionamento de alimento (peixe) e biomassa |
| Regulação | Regulação de doenças humanas |
| | Polinização (distribuição, abundância e eficácia dos polinizadores) |
| | Regulação dos fluxos de água (drenagem natural, irrigação e prevenção da seca) |
| | Controlo biológico (dispersão de sementes, regulação de pragas e doenças) |
| | Regulação climática (sequestro do carbono, influencia da vegetação nas chuvas) |
| | Regulação da qualidade do ar (captura de partículas poluentes, químicos) |
| Cultural | Prevenção da erosão (cobertura do solo desempenha um papel muito importante) |
| | Informação de desenvolvimento cognitivo |
| | História natural e cultural |
| | Oportunidades de recreio e turismo |

Fonte: Autor, 2023.

Source: Author, 2023.

3.3. Acesso aos serviços dos ecossistemas: uso dos serviços, direitos e satisfação da comunidade no Bairro de Tinga-Tinga

A produção de alimento no Bairro de Tinga-Tinga é um dos benefícios que o homem extrai dos ecossistemas. Os ecossistemas agrícolas no Bairro de Tinga-Tinga providenciam e contam com importantes serviços dos ecossistemas, tendo sido geridos ao longo do tempo por agricultores de forma a otimizar, geralmente, a produção de alimento e combustível (serviços de provisão).

Algumas práticas agrícolas têm também contribuído para a preservação de biodiversidade, a retenção de carbono e o recreio, entre outros (Garcia, 2001).

O solo é o factor base do desenvolvimento sustentável, pois desempenha funções de suporte físico e químico da vida terrestre vegetal (agrícola e florestal) e animal além de regular a quantidade e a qualidade da água, o ciclo dos nutrientes, a qualidade da paisagem e o clima.

A matéria orgânica no solo, para além de contribuir para a fertilidade do solo, por fornecimento de nutrientes, melhora a estrutura e proporciona maior retenção de água e ainda potencia a capacidade de filtragem do solo. O aumento na concentração de matéria orgânica no solo é também o mecanismo pelo qual ocorre sequestro de carbono nos solos. A biodiversidade constitui o alicerce para a existência de solos férteis, uma agricultura sustentável, florestas de produção equilibradas e disponibilidade de alimentos.

Os polinizadores fornecem também um serviço essencial aos agroecossistemas e trazem inúmeros benefícios à sociedade, através do seu papel na produção de alimento e da agricultura, além de melhorias nos meios de subsistência, desenvolvimento científico, cultura e recreação, e na conservação da diversidade biológica.

A degradação dos ecossistemas naturais e dos fluxos de serviços por ele gerados têm impactos importantes no bem-estar das populações, evidenciando a profunda dependência do homem em relação aos serviços ecossistémicos.

4. Conclusão

Com o crescimento populacional humano, a demanda por alimentos, matérias-primas, água e combustíveis tem aumentado também e de uma forma mais rápida e intensiva, o que tem gerado uma perda considerável, e por vezes irreversível, da biodiversidade.

De acordo com os dados de NDVI gerados a partir das imagens de satélite *Landsat 5* do ano 2000 e *Landsat 9* do ano 2023 concluímos que durante os períodos referenciados houve um aumento da área coberta por plantas não saudáveis. Este aumento justifica-se pelas secas que tem assolado as comunidades moçambicanas nos últimos anos, a eclosão de pragas e doenças e a falta de cuidados das plantas. No mesmo período, houve aumento da área coberta por plantas mortas ou objectos inanimados, que significa que a degradação da biodiversidade aumentou. Este aumento justifica-se pela expansão urbana, áreas agrícolas, áreas industriais, etc.

Quanto aos serviços ecossistêmicos da área de estudo, a biodiversidade da fauna e da flora encontrada desempenha muitas vezes um papel essencial no desenvolvimento e bem-estar da comunidade.

Considerando as ligações entre o bem-estar humano e os serviços prestados pelos ecossistemas na área de estudo, torna-se claro que qualquer acção que vise aumentar a qualidade de vida das populações e acelerar o processo de desenvolvimento deve reconhecer explicitamente a importância dos serviços prestados pelos ecossistemas para as condições de vida humana..

5. Agradecimentos

Agradecer a Deus por todas as oportunidades concedidas a mim, pela força e tranquilidade nos momentos de fraqueza e dificuldades. Ao meu pai e minha mãe (*in memoriam*) e aos meus irmãos pelo amor, carinho e atenção que sempre me deram.

Ao Governo do Distrito de Maxixe, pela ajuda, partilha de conhecimentos para a concretização desta pesquisa. Um agradecimento especial a Revista Brasileira Sensoriamento Remoto, por ser uma plataforma digital fundamental para a publicação de trabalhos científicos pautada por um elevado e rigoroso nível científico.

6. Referências

Cunha & Holanda. (2007). **Estrutura, função e propriedades de Agroecossistemas**. São Francisco.

Garcia, M. A., (2001). **Ecologia aplicada a agroecossistemas como base para a sustentabilidade. Informe Agropecuário**. Washington, DC. 2005

Pereira, H. (2009). **Ecosistemas e Bem-Estar Humano: Avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment**. Escolar Editora. Lisboa

Rungo, Z. A., & Gomes, A. C. J. (2020). **Abordagem Histórica e Sociocultural do Povoado de Pescadores Artesanais de Móngué no Município da Maxixe**. *Mares: Revista de Geografia e Etnociências*, 2(2), 7-15

Teixeira, J. V. (2018). **A PARTICIPAÇÃO DAS COMUNIDADES LOCAIS NA GESTÃO DAS FLORESTAS EM MOÇAMBIQUE: Caso dos distritos de Montepuez, Maúa, Marrupa e Majune**. *Tese de Doutoramento, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal*.