

MAPEAMENTO E DISTRIBUIÇÃO GEOESPECIAL DO AÇAIZEIRO (EUTERPE OLERACEA MART) NA AMAZÔNIA TOCANINA-PA

 <https://doi.org/10.56238/arev6n3-027>

Data de submissão: 05/10/2024

Data de publicação: 05/11/2024

Douglas Portal de Souza
Universidade Federal do Pará - Campus Ananindeua, Brasil
E-mail: dougoportal29@gmail.com

Artur Vinícius Ferreira dos Santos
Universidade Federal do Pará - Campus Ananindeua, Brasil
E-mail: artur.santos@ufpa.br

Marcelo Augusto Machado Vasconcelos
Universidade Federal do Pará - Campus Ananindeua, Brasil
E-mail: vasconcelos@ufpa.br

Paulo Celso Santiago Bittencourt
Universidade Federal do Pará - Campus Ananindeua, Brasil
E-mail: paulocsb@ufpa.br

Gleice Durães Pantoja
Universidade Federal do Pará - Campus Ananindeua, Brasil
E-mail: gleicyduraes@yahoo.com.br

Paulo Alves de Melo
Universidade Federal do Pará - Campus Ananindeua, Brasil
E-mail: paulomelo@ufpa.br

Kellem Cristina Prestes de Melo
Universidade Federal do Pará - Campus Ananindeua, Brasil
E-mail: kellemmelo@ufpa.br

Romulo Luiz Oliveira da Silva
Universidade Federal do Pará - Campus Ananindeua, Brasil
E-mail: romulolo51@gmail.com

RESUMO

O artigo tem como objetivo mapear e analisar os sistemas de manejo e plantio de açaí em áreas de várzea e terra firme na Amazônia Tocantina, especificamente no município de Mocajuba, Pará. Para a realização deste trabalho, foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, onde buscou-se caracterizar a distribuição espacial e temporal dos pomares de açaí e avaliar as mudanças na paisagem ao longo dos anos. A aplicação dos índices espectrais NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), NDWI (Índice de Água por Diferença Normalizada) e NDBI (Índice de Construção por Diferença Normalizada) mostrou-se fundamental para identificar áreas com maior biomassa vegetal, níveis de umidade e expansão urbana, respectivamente. Os resultados apontam para a importância de práticas de manejo sustentável para garantir a produtividade e a

preservação ambiental. Conclui-se que a análise de índices espectrais mostrou-se eficaz na detecção de variações na cobertura vegetal e na disponibilidade hídrica, fornecendo informações cruciais para o planejamento e manejo dos plantios na região.

Palavras-chave: Política publica. Crédito. Rendimento. Escolarização.

1 INTRODUÇÃO

O açaí (*Euterpe oleracea Mart.*) é principal produto florestal não madeireiro do Pará, é uma cultura cuja dinâmica é impulsionada principalmente por extrativistas e agricultores familiares, caracterizada pelo intenso uso do solo (Costa, 2017). O fruto pode ser encontrado espalhado pela floresta ou concentrado em áreas baixas, como ilhas e riachos, onde o solo é úmido ou úmido. Além disso, é comum encontrá-lo em áreas de ecótono, regiões de transição influenciadas pela sazonalidade dos rios, ou plantadas em áreas de planalto, localizadas em regiões de terra firme, altitudes mais elevadas e com solos mais secos (Rennó et al., 2008).

Homma (2010) destaca que o manejo sustentável é vital para garantir a rentabilidade e sustentabilidade do cultivo. É importante definir o tipo de manejo adequado para colônias extrativistas, visando alcançar a máxima produtividade sustentável (PMS) e o ótimo econômico. O aumento do consumo de açaí levou à intensificação do cultivo próximo a Belém, reduzindo a extração de palmito e focando na seleção de frutas de qualidade para o mercado. Essa gestão intensiva, no entanto, pode comprometer a continuidade econômica das famílias a longo prazo, afetando negativamente os investimentos em educação, alimentação e higiene.

A produção de açaí no estado do Pará, especialmente no município de Mocajuba, revela não apenas a importância econômica dessa cultura, mas também os desafios e oportunidades associados ao seu manejo. Com a produção atingindo números importantes, o cultivo do açaí se torna um pilar para a economia local, gerando emprego e renda para milhares de famílias. No entanto, a crescente demanda por essa fruta, tanto no mercado interno quanto no externo, impõe a necessidade de práticas de manejo sustentáveis que garantam a preservação do ecossistema amazônico.

Para este estudo, mapear e analisar a distribuição de culturas permanentes, como o açaí, em áreas de várzea e terra firme na região amazônica representam desafios significativos. O uso de técnicas avançadas de sensoriamento remoto e geoprocessamento pode desempenhar um papel fundamental na caracterização desses plantios, além de permitir a avaliação das mudanças na paisagem e na diversidade de culturas (Ferreira, 2017) e também o geoprocessamento, por meio de técnicas como a classificação do uso da terra e o uso de índices espectrais (NDVI, NDWI e NDBI) se mostram uma ferramenta crucial para ajudar a melhorar essas práticas.

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) avalia a saúde da vegetação, auxiliando na identificação de áreas com maior biomassa vegetal, essencial para o monitoramento da produtividade e vigor dos açaizais (Santos, 2019). O Índice de Água por Diferença Normalizada (NDWI) identifica áreas com maior umidade, cruciais para o manejo hídrico das plantações (Oliveira

et al., 2020). O Índice de Construção por Diferença Normalizada (NDBI) detecta áreas urbanizadas, evitando a expansão desordenada em áreas cultivadas (Silva, 2018).

Portanto, o uso do geoprocessamento, nesta pesquisa, destaca-se como uma ferramenta essencial para o monitoramento das mudanças da paisagem e do cultivo do açaí, promovendo uma agricultura mais sustentável e eficiente. De acordo com Santos (2019), o sensoriamento remoto permite a análise detalhada de grandes áreas, facilitando a identificação de padrões de cultivo e mudanças na cobertura vegetal, o que é crucial para o manejo adequado dos plantios de açaí. Além disso, o uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) possibilita a criação de mapas temáticos que mostram a distribuição dos plantios e a densidade de árvores, conforme observado por Oliveira et al. (2020). Esses mapas são essenciais para a tomada de decisões informadas sobre o manejo e a conservação das áreas cultivadas. A análise temporal, segundo Silva (2018), revela tendências e padrões de mudança ao longo do tempo, enquanto a modelagem espacial, destacada por Ferreira (2017), ajuda a prever cenários futuros de uso da terra. Assim, a integração dessas técnicas não só melhora o manejo dos cultivos de açaí, mas também garante a conservação ambiental e a sustentabilidade a longo prazo.

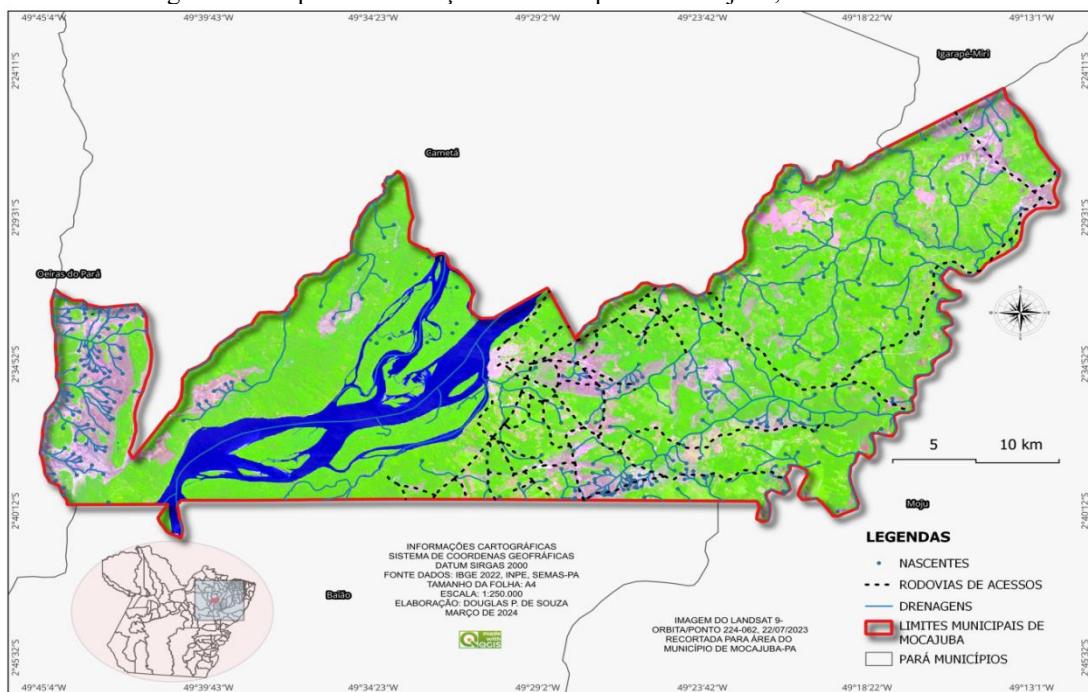
Esses estudos são essenciais para o desenvolvimento de estratégias de manejo e conservação sustentáveis, que englobam práticas agrícolas sustentáveis, políticas de conservação ambiental e a promoção da preservação dos recursos naturais. O objetivo do artigo é caracterizar a dimensão e a distribuição espacial das ocorrências, bem como avaliar as mudanças na paisagem e culturais, além de mapear e quantificar as classes de uso e cobertura, e comparar com as ocorrências das classes, nos municípios de Mocajuba, Estado do Pará, onde há grande ocorrência de açaizais produtivos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 GEOLOCALIZAÇÃO

A área do presente estudo é o município de Mocajuba, na região nordeste do estado do Pará, divisa com Baião, Cametá, Igarapé Miri e Mojú, Oeiras do Pará, no baixo Tocantins. Mocajuba possui uma área de 871 km² e uma população estimada de 31.530 pessoas e faz parte da região de integração do Tocantins (IBGE, 2020).

Figura 01: Mapa de localização do município de Mocajuba, Estado do Pará.



Fonte: Autores (2024)

2.2 AQUISIÇÃO E MANIPULAÇÃO DE DADOS

- Dados vetoriais

Os dados vetoriais (.shp) foram adquiridos no portal do IBGE, disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/> . MENU Geociências>Organização do território>redes territoriais>

2.3 MUNICÍPIOS DA PA E FEDERAÇÃO BR.

As informações vetoriais da pasta em um arquivo WinRar PA MUNICÍPIOS, O arquivo com a extensão ".shp" é descompactado e alocado no ambiente Qgis Sig, sendo exportado para um diretório específico, apenas a geometria do município de Mocajuba

- Dados raster (imagens)

Para o desenvolvimento deste método, foram utilizadas imagens ópticas do Satélite LANDSAT 5 E 8-9 (Aquisição via portal Glovis - plataforma digital American Geological Survey-USGS).

Landsat 5 e 8-9 são satélites de observação da Terra. Construído, lançado e operado por uma colaboração da NASA e do USGS. A coleta de dados é realizada por dois sensores principais que são ajustados às bandas prescritas. O satélite opera em luz visível, infravermelho próximo; Infravermelho de ondas curtas para infravermelho térmico (ondas longas). As bandas do Landsat 8 são predefinidas para 11 bandas no total, diferenciadas pelo comprimento de onda da sua visualização. Cada banda representa uma peça única do espectro eletromagnético, definida pelo comprimento de onda. Isso

permite imagens multiespectrais que vão além da luz visível que nossos olhos podem ver. Também nos permite combinar essas bandas para ver o invisível, fazer cálculos importantes ou coletar apenas dados de luz visível para produzir uma imagem colorida natural.

Por meio do site GloVis, que significa Global Visualization Viewer ou Global Viewer, é possível pesquisar e baixar imagens de satélite, Landsat 4-5, Landsat 8-9, entre outras opções.

GloVis é um dos espectadores mais antigos conhecidos e foi completamente redesenhadado para ser ágil, descomplicado e altamente intuitivo.

Para obter os dados matriciais do sensor Landsat, se faz necessário cadastro na plataforma aplicativo do serviço geológico americano, através do link de acesso <https://glovis.usgs.gov/>. o obtain matrix data from the Landsat sensor, it is necessary to register on the American Geological Service application platform, using the access link <https://glovis.usgs.gov/>.

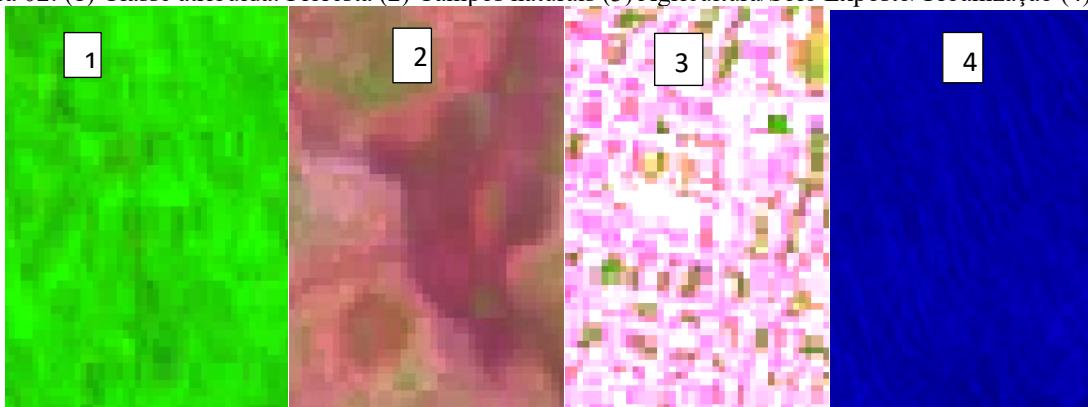
A escolha de imagens Landsat para esta pesquisa torna-se uma ferramenta essencial no monitoramento das mudanças ambientais ao longo do tempo, oferecendo uma combinação única de resolução temporal e espacial que permite uma análise detalhada. No caso do município de Mocajuba, essa tecnologia desempenha um papel crucial na compreensão das transformações que ocorreram em sua paisagem ao longo dos anos.

Após a aquisição, o processo de processamento de imagens é realizado com técnicas de composição de bandas (composição e fusão) em ambiente GIS, para este trabalho utilizamos o QGIS versão 3.28.15 FIRENZE - QUANTUM GIS, 2023 -, ferramenta RASTER > MISCELÂNEA > as bandas (B1, B2, B3,B4,B5, para Landsat 5) e bandas (B2,B3,B4,B5,B6,B8, para Landsat 8), colocando os arquivos em faixas separadas. E em relação à sua resolução radiométrica, no que diz respeito às informações de pixels, as informações de origem foram preservadas, como o formato Int16 (16 Bits) e a mudança para o sistema de referência SRC SIRGAS 2000 (EPSG: 4674).

2.4 CLASSIFICAÇÃO DO USO E COBERTURA DO SOLO

Para classificar o uso e cobertura do solo, foram selecionados dados abertos, em formato Raster e vetorial (Shapefile), e utilizado o software livre QGIS versão 3.28.15 FIRENZE - QUANTUM GIS, 2023. Para obter essas Classes usando o QGIS, buscamos uma ferramenta interna que fornecesse resultados razoáveis tanto do ponto de vista dos alvos realmente identificados quanto do desempenho do processamento. E para cada classe (Florestas, Campos Naturais, Agricultura/Solo Exposto/Urbanização e Hidrografia) foram coletadas 60 amostras, vetorizadas em uma nova camada shapefile, para cada classe atribuída valores (1,2,3,4). Onde:

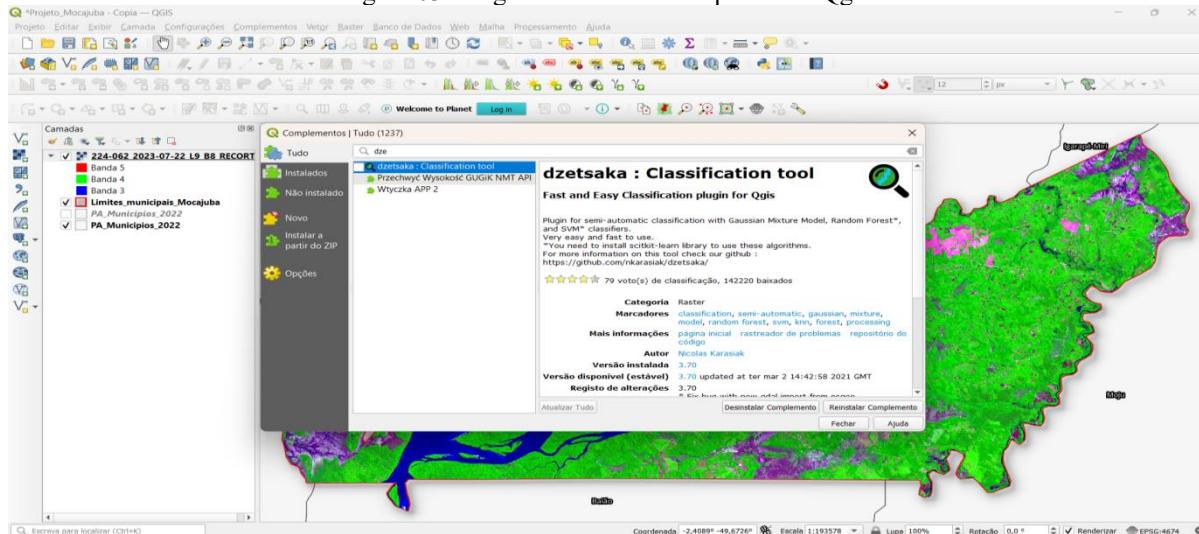
Figura 02: (1) Classe atribuída: Floresta (2) Campos naturais (3) Agricultura/Solo Exposto/Urbanização (4) Água



Fonte: Autores (2024)

Portanto, decidimos usar a ferramenta de classificação QGIS "Dzetsaka", que é um plug-in para classificação semiautomática facilitada usando um modelo de mistura gaussiana. Ao utilizar a ferramenta, é necessário criar uma camada para obter uma amostra das áreas a serem classificadas para cada ano, que será utilizada para treinar o algoritmo de procedimento

Figura 03: Plug-in Dzetsaka - Complemento Qgis.



Fonte: Autores (2024)

2.5 APLICAÇÃO DE ÍNDICES ESPECTRAIS (NDVI, NDWI, NDBI) NO CONTEXTO DA PESQUISA

No contexto desta pesquisa, os índices espectrais NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), NDWI (Índice de Água por Diferença Normalizada) e NDBI (Índice de Construção por Diferença Normalizada) desempenham papéis fundamentais na caracterização e monitoramento de pomares de açaí em áreas de várzea e terra firme. O NDVI é amplamente utilizado para identificar e quantificar a biomassa vegetal, sendo especialmente útil na avaliação da saúde vegetal e na detecção

de mudanças na cobertura vegetal ao longo do tempo (Silva et al., 2018). A aplicação do NDVI permitirá a identificação de áreas com maior densidade vegetal, auxiliando no planejamento e manejo sustentável dos plantios de açaí. Por outro lado, o NDWI é utilizado para detectar a presença de água na vegetação e no solo, sendo uma ferramenta essencial para o monitoramento de áreas de várzea, que são caracterizadas por altos níveis de umidade (Rocha et al., 2020). A análise NDWI fornecerá informações críticas sobre a disponibilidade de água, contribuindo para a gestão eficiente dos recursos hídricos nas áreas de cultivo.

Além disso, no que diz respeito ao resultado do NDVI, estes devem apresentar valores entre -1 e 1, em que índices próximos a 1 representam vegetação saudável e valores próximos a -1 demonstram vegetação impactada ou mesmo solo exposto.

Para gerar NDVI através da imagem do satélite LANDSAT, são utilizadas as bandas B3 e B4, que correspondem à faixa espectral Vermelho (vermelho) e NIR (infravermelho próximo).

Para gerar o NDWI através da imagem do satélite Landsat 8-9, foram utilizadas as bandas (3 e 5) e (4 e 3) para o Landsat 5, que correspondem à faixa espectral de GREEN (verde) e NIR (infravermelho próximo). No software QGIS usaremos a ferramenta "Raster" > "calculadora raster" e inseriremos a fórmula $(B2-B4)/(B2+B3)$.

O índice a ser calculado tem como objetivo destacar os corpos d'água que serão reconhecidos por meio do índice NDWI (índice de diferença de água normalizado), que é baseado no infravermelho próximo e na refletância verde.

- NDBI- Índice Cumulativo de Diferença Normalizada

Dessa forma, para reconhecer os espaços construídos no município de Mocajuba, foi utilizado o índice NDBI (Índice de Construção por Diferença Normalizada; Gao, 1996), que atuará com base na resposta espectral dessas áreas, a ser obtida entre as bandas do infravermelho próximo e do infravermelho médio, (Zha et al., 2003).

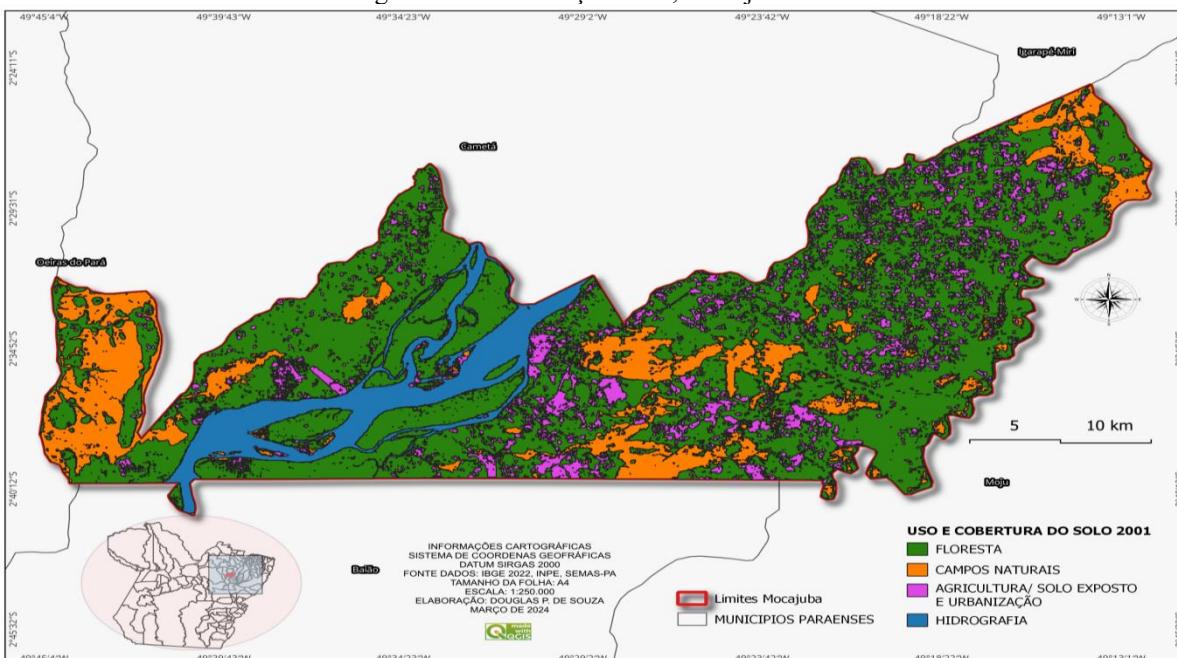
Para gerar o NDBI através da imagem do satélite LANDSAT, foram utilizadas as bandas B6 e B5 para Landsat 8 e 9, B5 e B4- Landsat 5, que correspondem à faixa espectral de MIR (infravermelho médio) e NIR (infravermelho próximo). No software QGIS usaremos a ferramenta Raster > "calculadora raster" e inseriremos a fórmula $(B6-B5)/(B6+B5)$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das classificações de uso e cobertura do solo, juntamente com os índices espectrais, mostram-se como o ponto principal da pesquisa, potencializando e dimensionando as áreas para cultivo de Açaí no Município de Mocajuba-PA. Tais informações podem indicar áreas com maior

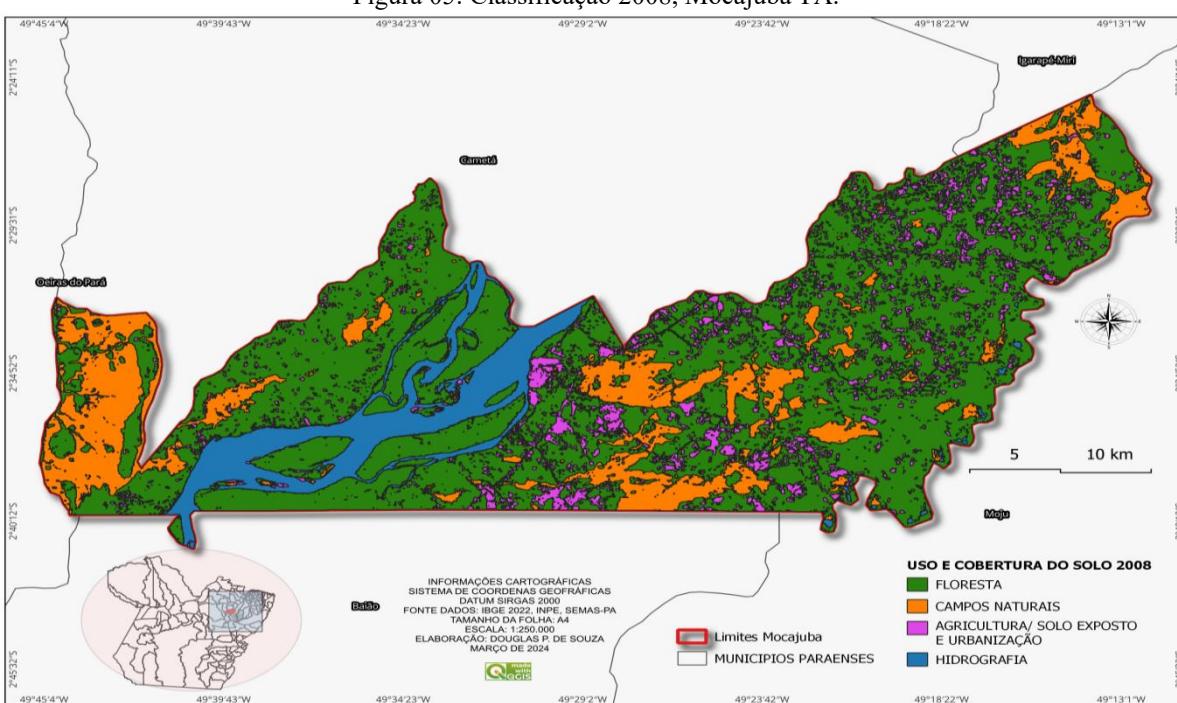
escassez hídrica, regiões mais "áridas", ocupações humanas em ambientes sensíveis, como Campos Naturais e toda a dinâmica espacial de uso do solo. Abaixo estão os mapas cartográficos (figuras 04 a 22) com as classificações realizadas para cada ano da pesquisa

Figura 04: Classificação 2001, Mocajuba-PA.



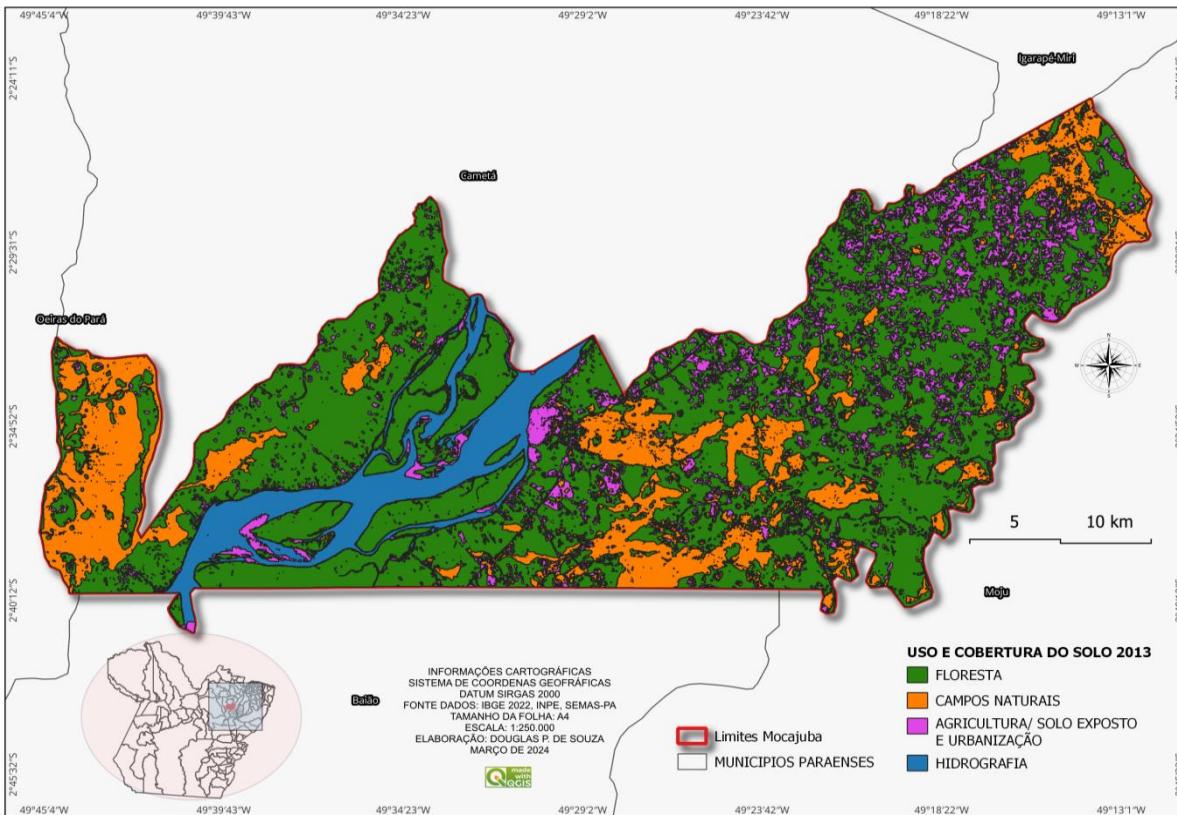
Fonte: Douglas Portal 2024

Figura 05: Classificação 2008, Mocajuba-PA.



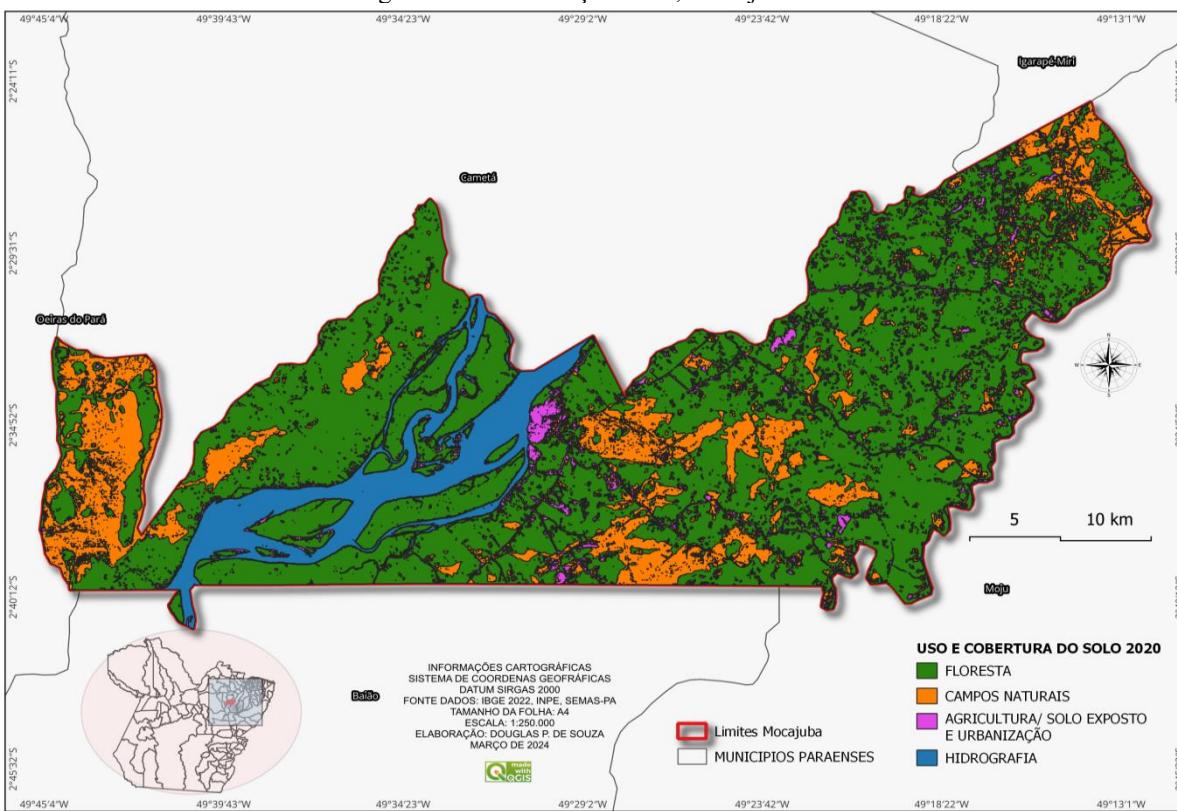
Fonte: Douglas Portal 2024.

Figura 06: Classificação 2013. Mocajuba-Pa.



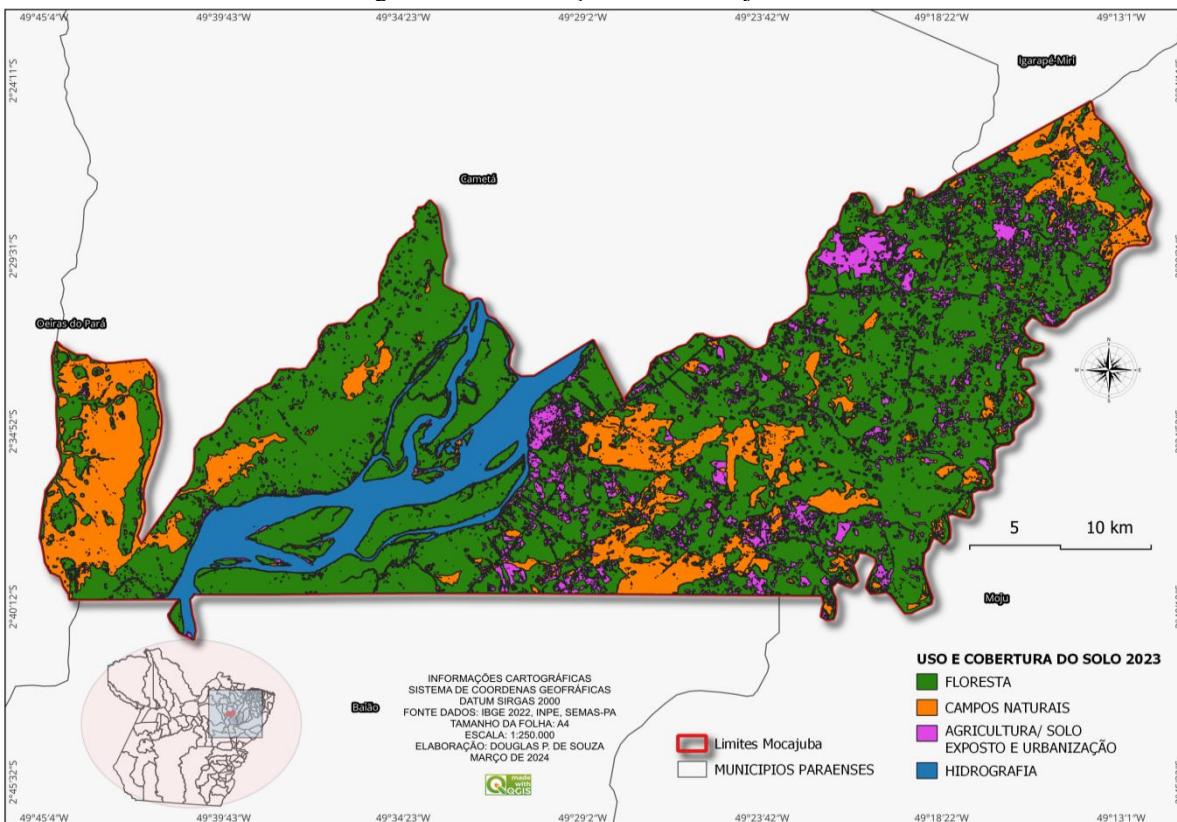
Fonte: Douglas Portal 2024.

Figura 07: Classificação 2020, Mocajuba-PA



Fonte: Douglas Portal 2024

Figura 08: Classificação 2023, Mocajuba-PA.



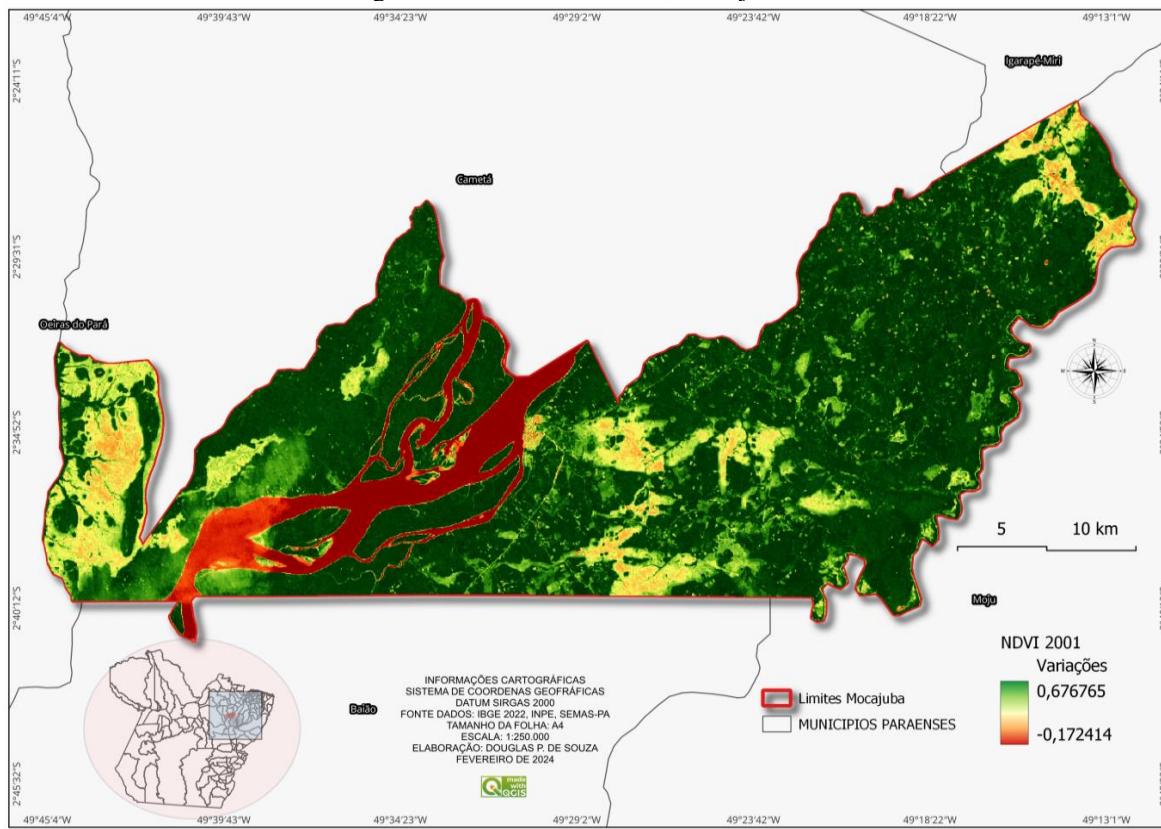
Fonte: Douglas Portal 2024

A pesquisa realizada, focou também na geração de índices espectrais como NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), NDWI (Índice de Diferença Normalizada de Água) e NDBI (Índice de Diferença Normalizada de Áreas Construídas), além da classificação de uso e cobertura do solo. Utilizando imagens de satélite Landsat, onde foi possível obter resultados sobre a vegetação, corpos d'água e áreas urbanizadas no município.

A pesquisa realizada também teve como foco a geração de índices espectrais como NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), NDWI (Índice de Água por Diferença Normalizada) e NDBI (Índice de Diferença Normalizada de Áreas Construídas), além da classificação de uso e cobertura do solo. Utilizando imagens do satélite Landsat, foi possível obter resultados sobre vegetação, corpos d'água e áreas urbanizadas do município.

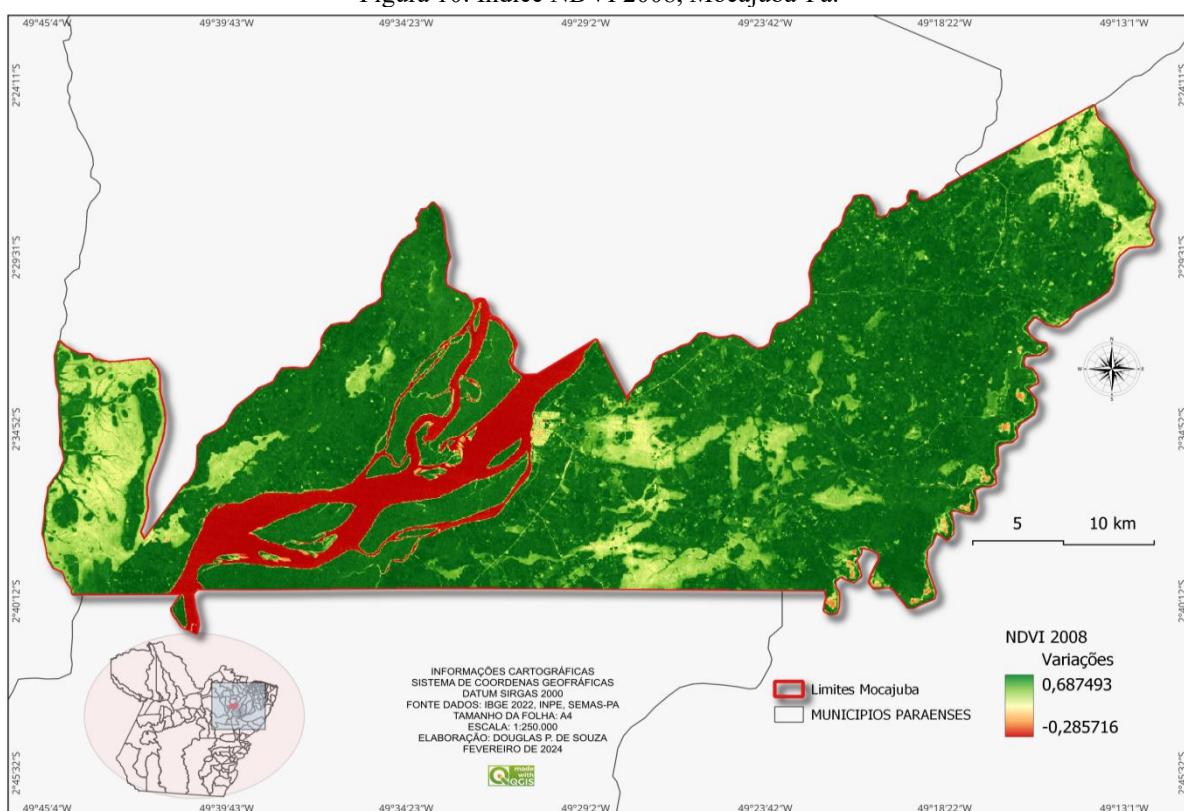
O NDVI é um importante indicador da saúde da vegetação. Valores elevados de NDVI, que variam entre 0,3 e 0,8, indicam vegetação densa e saudável, enquanto valores mais baixos podem sugerir áreas degradadas ou áreas com pouca cobertura vegetal. Em Mocajuba, os resultados do NDVI mostraram que a maior parte do município possui vegetação saudável, o que é um indicativo positivo para a manutenção da biodiversidade e sustentabilidade ambiental.

Figura 09: Índice NDVI 2001, Mocajuba-Pa.



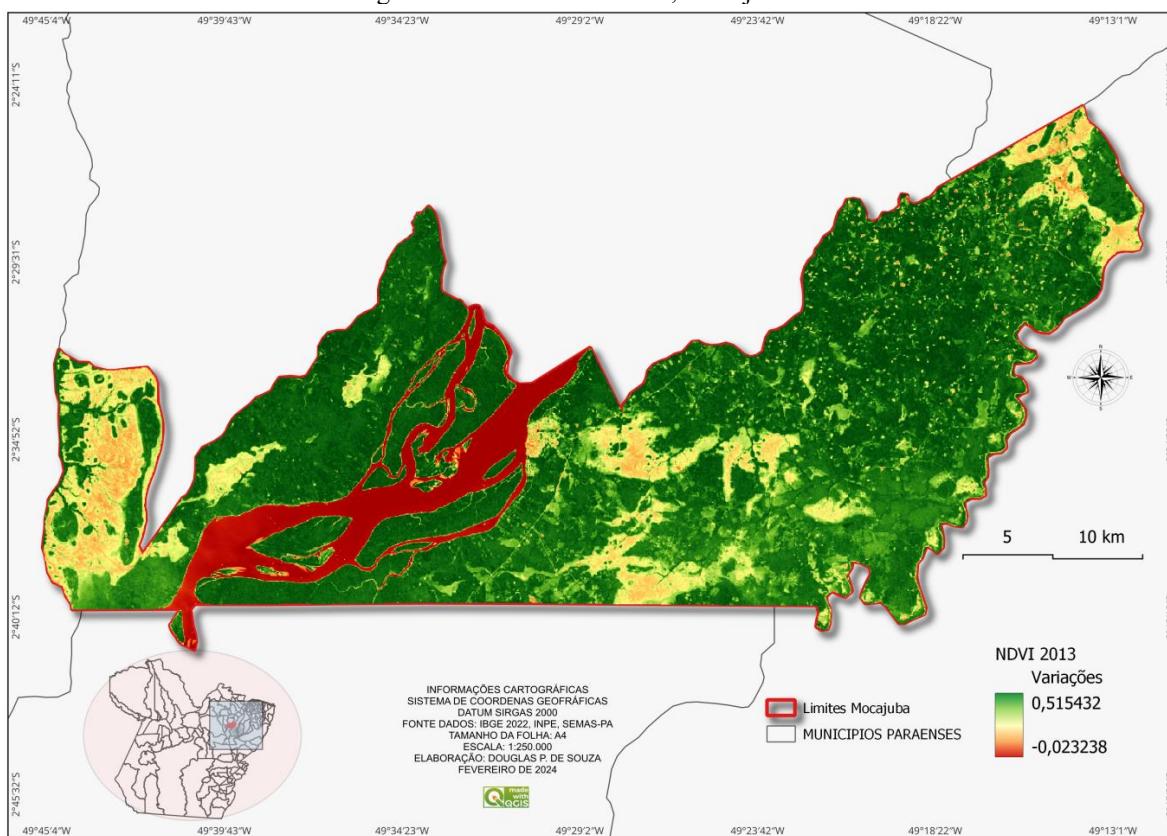
Fonte: Douglas Portal 2024

Figura 10: Índice NDVI 2008, Mocajuba-Pa.



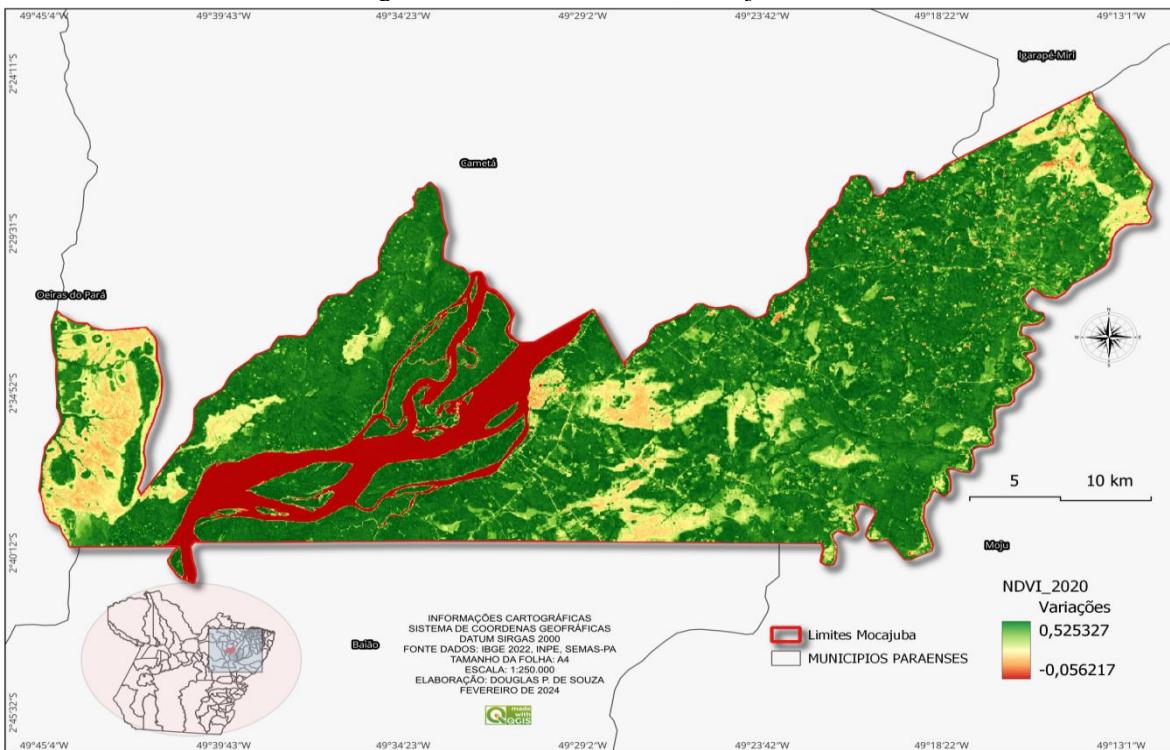
Fonte: Douglas Portal 2024

Figura 11: Índice NDVI 2013, Mocajuba-PA



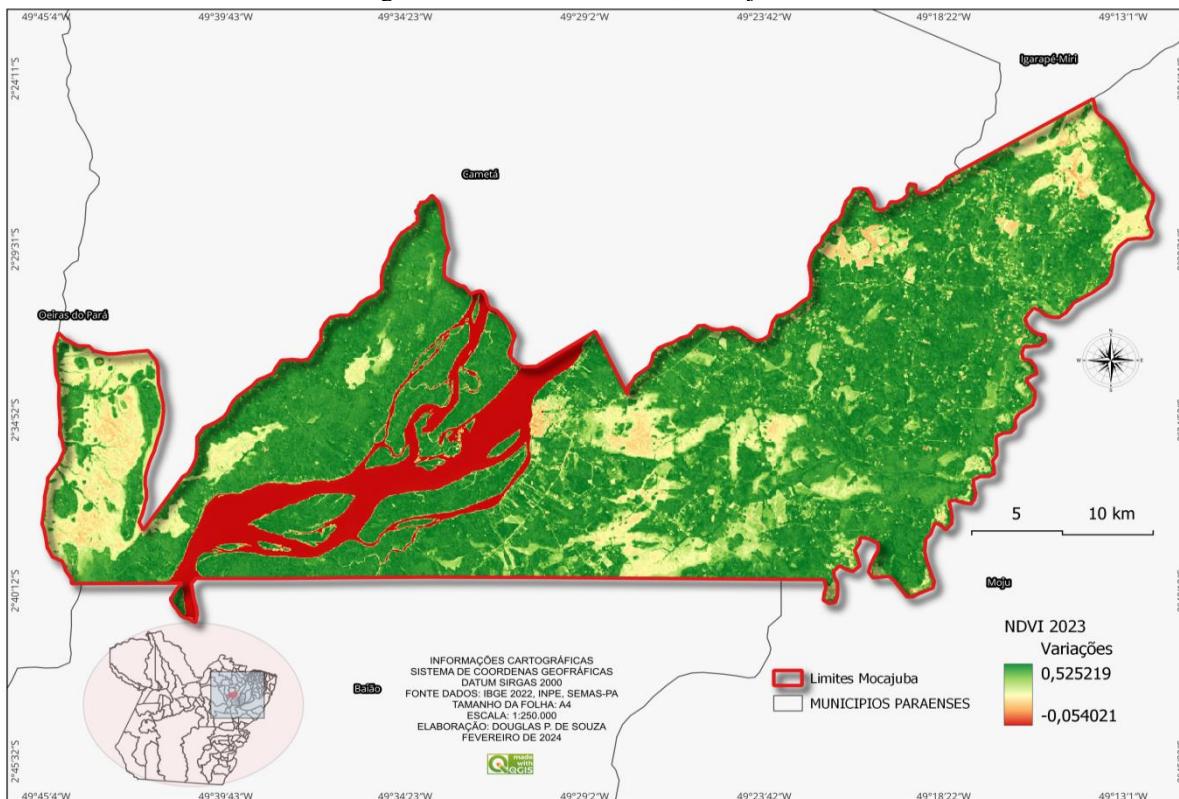
Fonte: Douglas Portal 2024.

Figura 12: Índice NDVI 2020, Mocajuba-PA.



Fonte: Douglas Portal 2024.

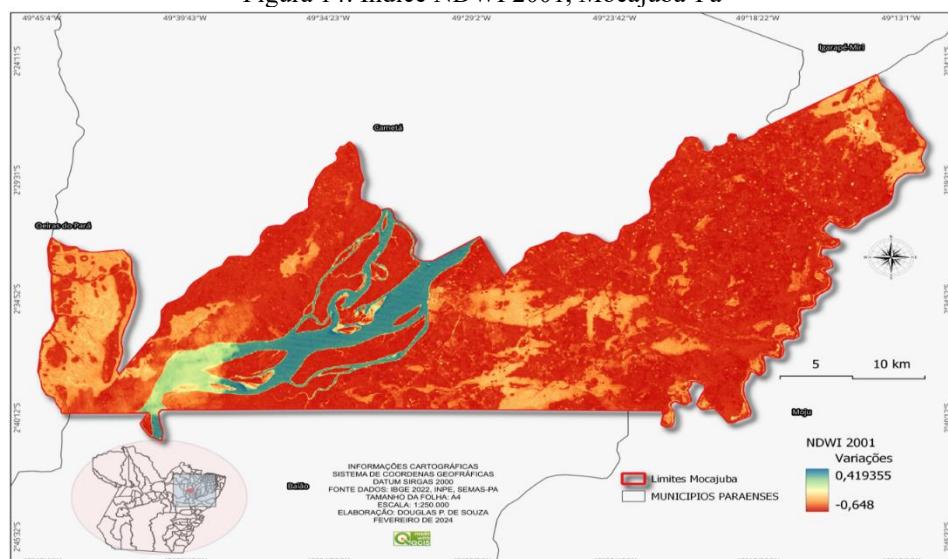
Figura 13: Índice NDVI 2023, Mocajuba-Pa.



Fonte: Douglas Portal 2024.

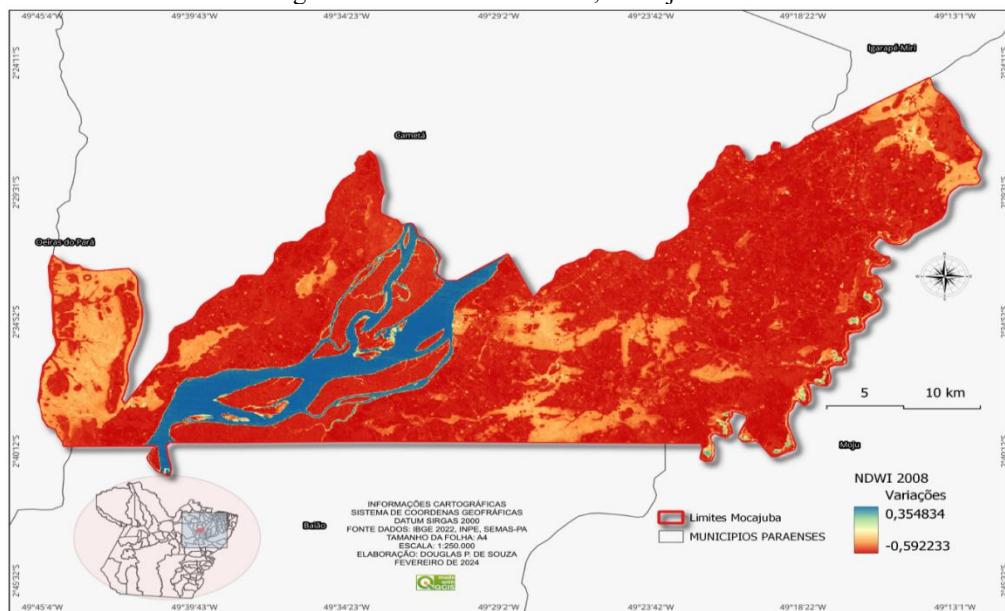
NDWI é usado para identificar a presença de água na superfície. Valores positivos de NDWI indicam corpos d'água ou solos saturados, enquanto valores negativos sugerem áreas secas. Os resultados do NDWI em Mocajuba identificaram claramente os rios, lagos e áreas de várzea, que são essenciais para o planejamento dos recursos hídricos e a gestão ambiental no município.

Figura 14: Índice NDWI 2001, Mocajuba-Pa



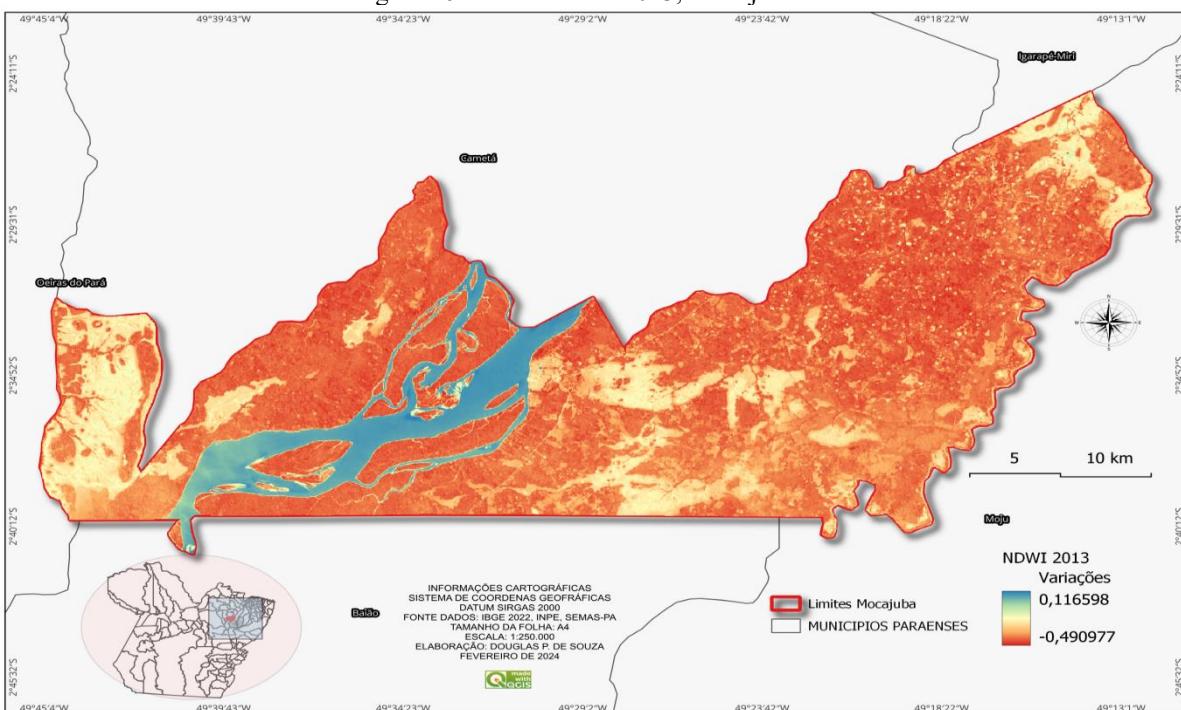
Fonte: Douglas Portal 2024

Figura 15: Índice NDWI 2008, Mocajuba-Pa



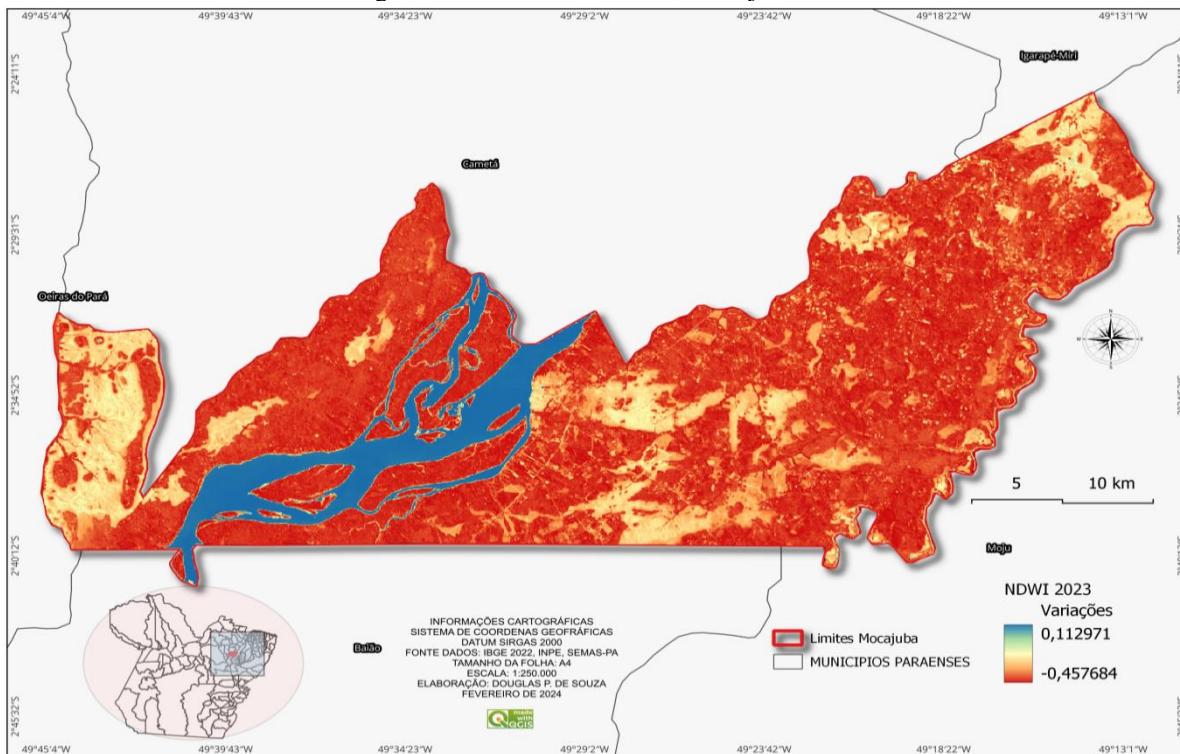
Fonte: Douglas Portal 2024.

Figura 16: Índice NDWI 2013, Mocajuba-Pa.



Fonte: Douglas Portal 2024.

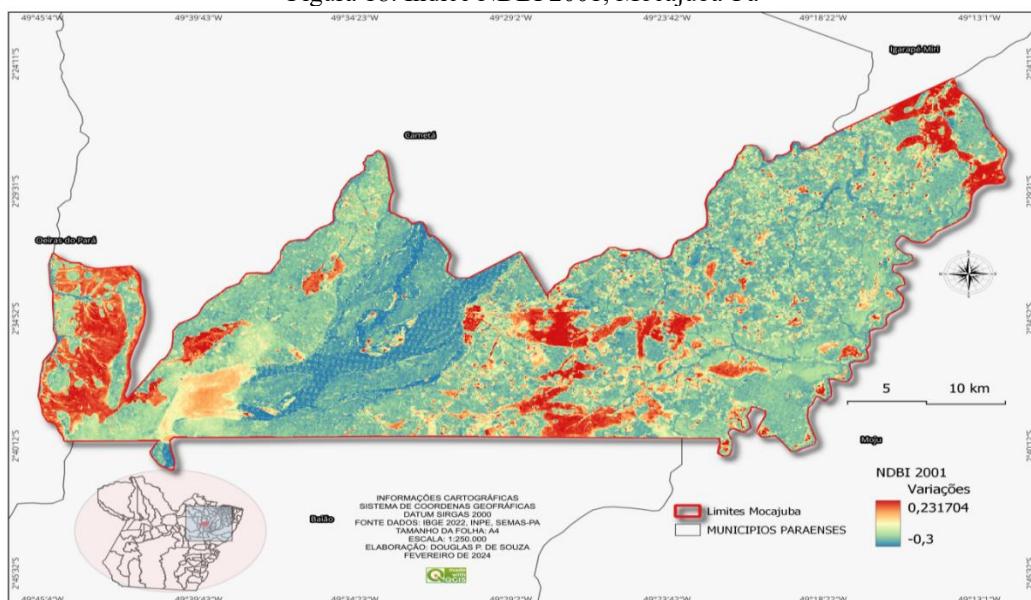
Figura 17: Índice NDWI 2023, Mocajuba-PA.



Fonte: Douglas Portal 2024

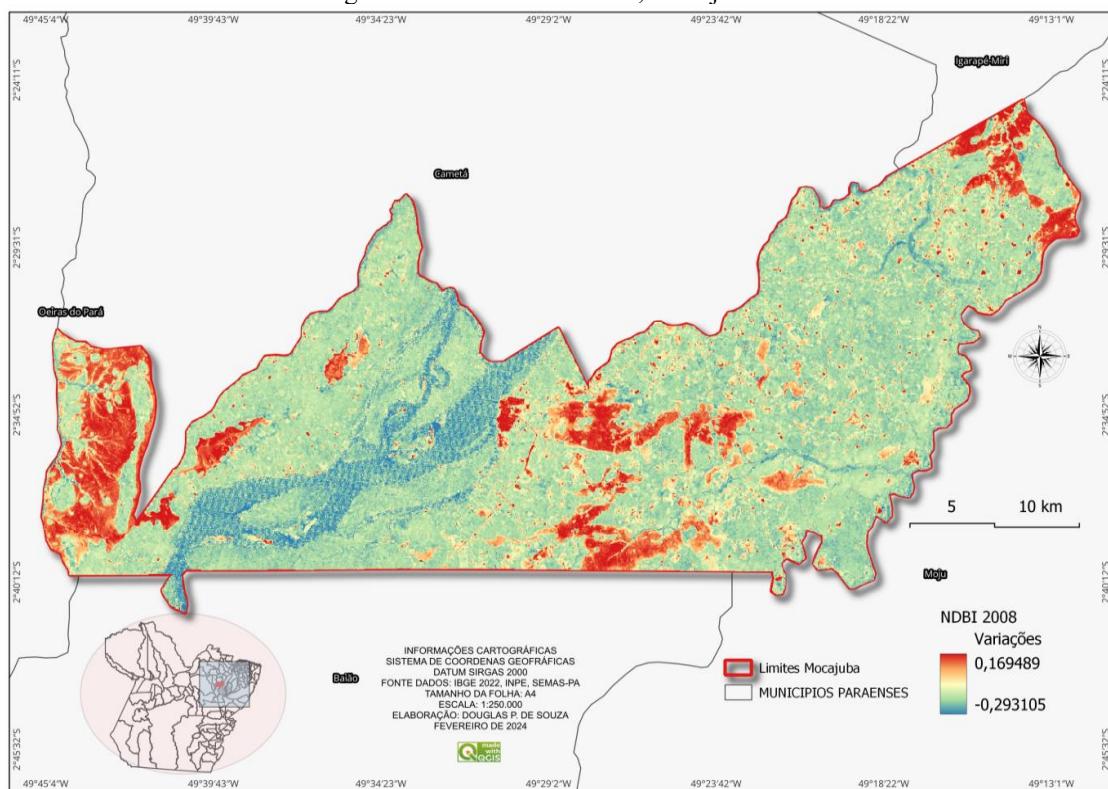
O NDBI auxilia na identificação de áreas urbanizadas. Valores elevados de NDBI correspondem a áreas construídas e urbanizadas. Em Mocajuba, os resultados do NDBI apontaram uma concentração maior de áreas urbanizadas na região central do município, com menor densidade de áreas construídas nas zonas rurais.

Figura 18: Índice NDBI 2001, Mocajuba-PA



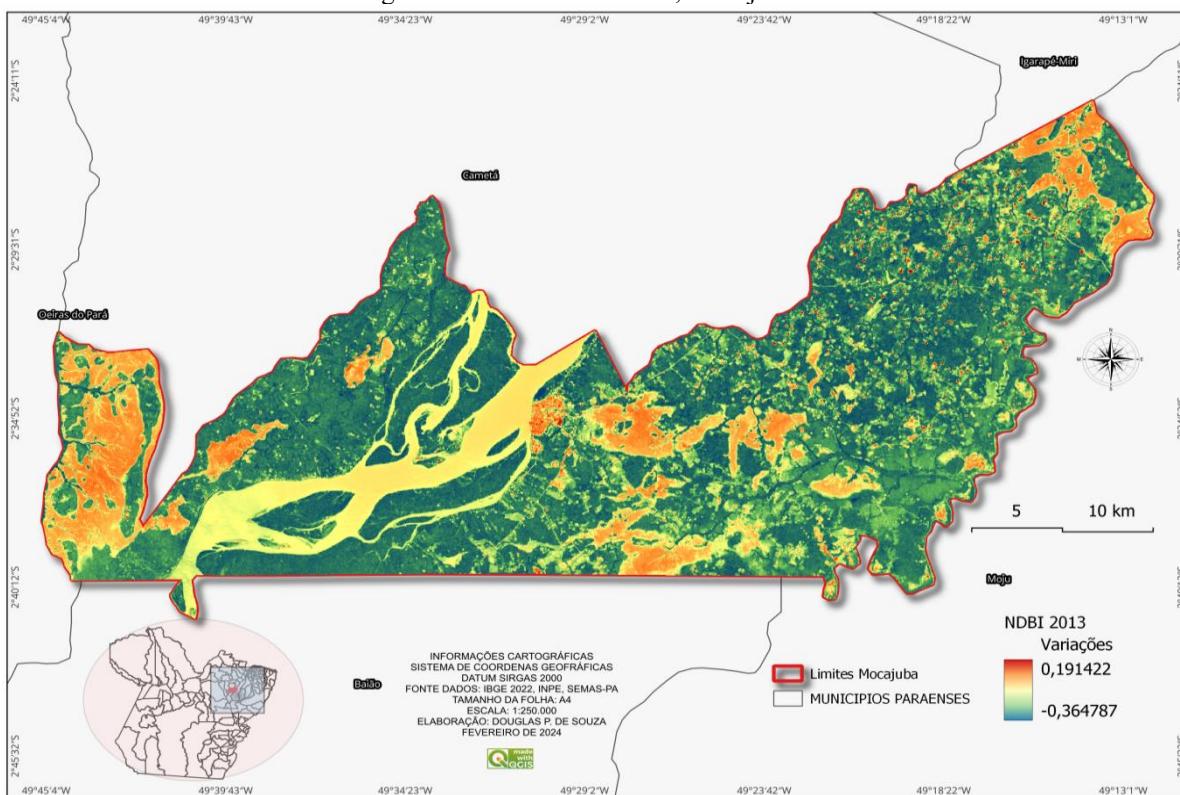
Fonte: Douglas Portal 2024.

Figura 19: Índice NDBI 2008, Mocajuba-Pa.



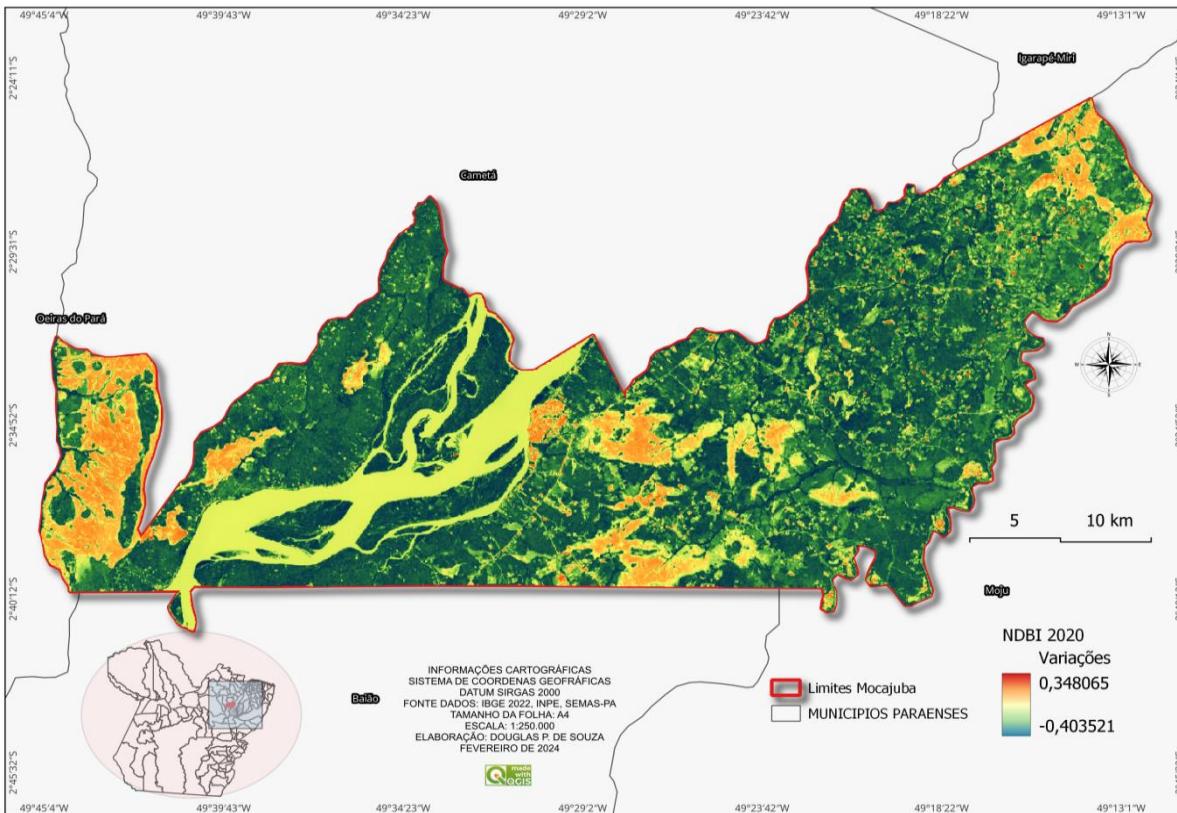
Fonte: Douglas Portal 2024.

Figura 20: Índice NDBI 2013, Mocajuba-Pa.



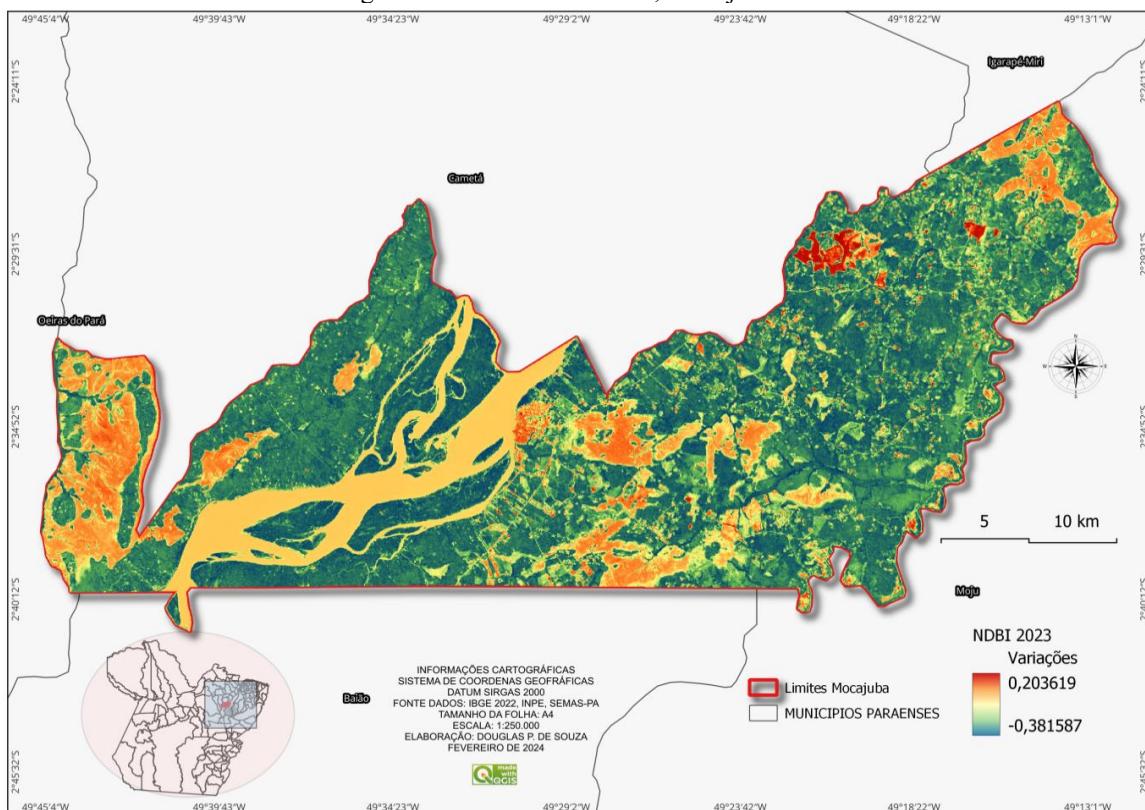
Fonte: Douglas Portal 2024.

Figura 21: Índice NDBI 2020, Mocajuba-Pa.



Fonte: Douglas Portal 2024.

Figura 22: Índice NDBI 2023, Mocajuba-PA.



Fonte: Douglas Portal 2024

4 CONCLUSÕES

Esta pesquisa buscou mapear e analisar o manejo e o sistema de plantio do açaí em áreas de várzea e terra firme na região amazônica, com foco no município de Mocajuba-Pará. Utilizando técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, foi possível caracterizar e avaliar as mudanças na paisagem ao longo dos anos.

Nesse sentido, concluímos que:

- O manejo sustentável dos pomares de açaí nativo é de extrema importância, demonstrando que práticas agrícolas adequadas são essenciais para garantir a produtividade e a preservação ambiental;
- A análise de índices espectrais (NDVI, NDWI, NDBI) mostrou-se eficaz na identificação de áreas de maior biomassa vegetal, umidade e urbanização, respectivamente, fornecendo informações cruciais para o planejamento e manejo dos plantios;
- O cultivo intensivo de açaí, apesar de ser uma importante fonte de renda para as comunidades locais, pode levar a riscos ambientais significativos, como perda de biodiversidade e degradação do solo. Assim, reforça-se a necessidade de políticas públicas que incentivem práticas de manejo sustentável, promovendo a diversificação de culturas e a conservação dos recursos naturais;
- O uso de geotecnologias, como geoprocessamento e sensoriamento remoto, mostrou-se fundamental para o monitoramento contínuo das áreas cultivadas e para a avaliação de impactos ambientais. Essas ferramentas permitem uma gestão mais eficiente e informada, contribuindo para a sustentabilidade do cultivo do açaí e para a melhoria da qualidade de vida das populações ribeirinhas;
- A integração de técnicas modernas de análise espacial com práticas de manejo sustentável pode proporcionar uma produção de açaí mais equilibrada e benéfica para o meio ambiente e a sociedade;
- É necessário que pesquisas futuras possam explorar ainda mais a relação entre o manejo dos pomares de açaí e outros aspectos socioeconômicos, bem como desenvolver metodologias mais precisas para quantificar os impactos ambientais;

A continuidade desses estudos é essencial para garantir a sustentabilidade e resiliência dos ecossistemas amazônicos. No entanto, a pesquisa apresenta algumas limitações que devem ser consideradas, tais como:

- ✓ A resolução das imagens de satélite utilizadas pode não captar alterações de pequena escala;

- ✓ Fatores climáticos e atmosféricos podem influenciar os resultados dos índices, mesmo com a normalização dos dados, por meio das técnicas de Processamento Digital de Imagens - PDI aplicadas na pesquisa.

Essas limitações sugerem a necessidade de utilizar imagens de alta resolução, integrar dados socioeconômicos e demográficos e realizar estudos de campo complementares para obter uma análise mais precisa e sistêmica e, por fim;

- Pesquisas futuras são recomendadas, usando imagens de satélite de alta resolução e técnicas avançadas de processamento para capturar mudanças em menor escala. Com essas abordagens, será possível desenvolver políticas de planejamento territorial relevantes para a produção em Mocajuba e iniciativas que promovam o manejo ecossistêmico

REFERÊNCIAS

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2022). *Geociências*. Disponível em:. Acesso em: 28 de fevereiro de 2024.

Costa, M. P. F., Ferreira, M. J. F., & Meneses, P. R. (2017). Índices espectrais aplicados ao mapeamento da cobertura e uso da terra. *Revista Brasileira de Cartografia, 69*(3), 501-520.

Ferreira, A. (2017). *Modelagem espacial e suas aplicações na agricultura*. Belém: Editora Amazônia.

Oliveira, M., Souza, P., & Almeida, C. (2020). *Uso de Sistemas de Informação Geográfica no manejo de plantações de açaí*. Rio de Janeiro: Editora Agro.

Renó, V. F., Novo, E. M. L. M., Almeida-Filho, R., & Suemitsu, C. (2011). Mapeamento da antiga cobertura vegetal de várzea do Baixo Amazonas a partir de imagens históricas (1975-1981) do Sensor MSS-Landsat. *Acta Amazonica, 41*(1), 47–56. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672011000100006>

Rocha, J. C., Moura, G. S., & Silva, L. C. (2020). Aplicação do índice de água por diferença normalizada (NDWI) para o monitoramento da umidade do solo em áreas de várzea. *Revista Brasileira de Geografia Física, 13*(5), 2412-2423.

Santos, J. (2019). *Geoprocessamento e suas aplicações na agricultura sustentável*. São Paulo: Editora Terra.

Silva, R. (2018). *Análise temporal no monitoramento de paisagens agrícolas*. Brasília: Editora Rural.

Homma, A. K. O., et al. (2010). Custo operacional de açaizeiro irrigado com microaspersão no Município de Tomé-Açu. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, Comunicado Técnico, 219. 8 p.

Zha, Y., Gao, J., & Ni, S. (2003). Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 2,