

## **O USO DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI) PARA ANÁLISE DE DEGRADAÇÃO DO SOLO NA MICROBACIA DO RIO TUCURUÍ, BRASIL NOVO – PA**

Ricardo Soares de Sousa <sup>1</sup>  
Adna Alves Abreu <sup>2</sup>  
Wellington de Pinho Alvarez <sup>3</sup>

### **INTRODUÇÃO**

Nos últimos anos a degradação do solo por meio da erosão tem promovido inúmeras alterações tanto em ambientes rurais quanto urbanos, gerando a partir dos seus efeitos várias consequências de ordem socioambiental (MARQUES, 2017). Na microbacia do rio Tucuruí esse processo de degradação pode ser observado através do surgimento de um aglomerado de voçorocas ativas.

As voçorocas são feições erosivas lineares que se desenvolvem a partir da concentração de fluxos d'água, causando o aprofundamento e alargamento do sulco inicial, removendo gradativamente o solo e a vegetação (BERTONI, 2014). Esse processo erosivo é potencializado por diversos fatores, como tipo de solo, relevo, práticas inadequadas de manejo do solo e eventos climáticos extremos.

Na área de estudo esse aglomerado de voçorocas pode ser consequência de diversos fatores que levaram ao esse estado profundo de degradação do solo, que na referida área até 2021 sofreu uma perda de 74% de área de floresta (SOUSA, 2023). Um desses fatores foi o rápido processo de antropização provocado pela supressão florestal, na qual as áreas de florestas foram substituídas vertiginosamente por pastagem. Outro colaborador deste fenômeno é a constante exposição aos raios solares que podem causar diferentes efeitos prejudiciais para o solo. Os solos vivem em equilíbrio dinâmico com suas características: o clima, as matérias de origem, a topografia, a biota, o tempo, quaisquer mudanças em uma das suas variantes, pode afetar o solo (DREW, 1983)

Desta forma, esta pesquisa busca aplicar o índice de vegetação por diferença normalizada a fim de identificar através do sensoriamento remoto onde estão

---

<sup>1</sup>Mestrando do Curso de Geografia da Universidade Federal do Pará - UFPA, [ricardoufpaatm@gmail.com](mailto:ricardoufpaatm@gmail.com);

<sup>2</sup>Doutoranda do Curso de Geografia da Universidade Federal do Pará - UFPA, [adnaabreu16@gmail.com](mailto:adnaabreu16@gmail.com);

<sup>3</sup>Professor do Curso de Geografia da Universidade Federal do Pará - UFPA, [walvarez@ufpa.br](mailto:walvarez@ufpa.br);

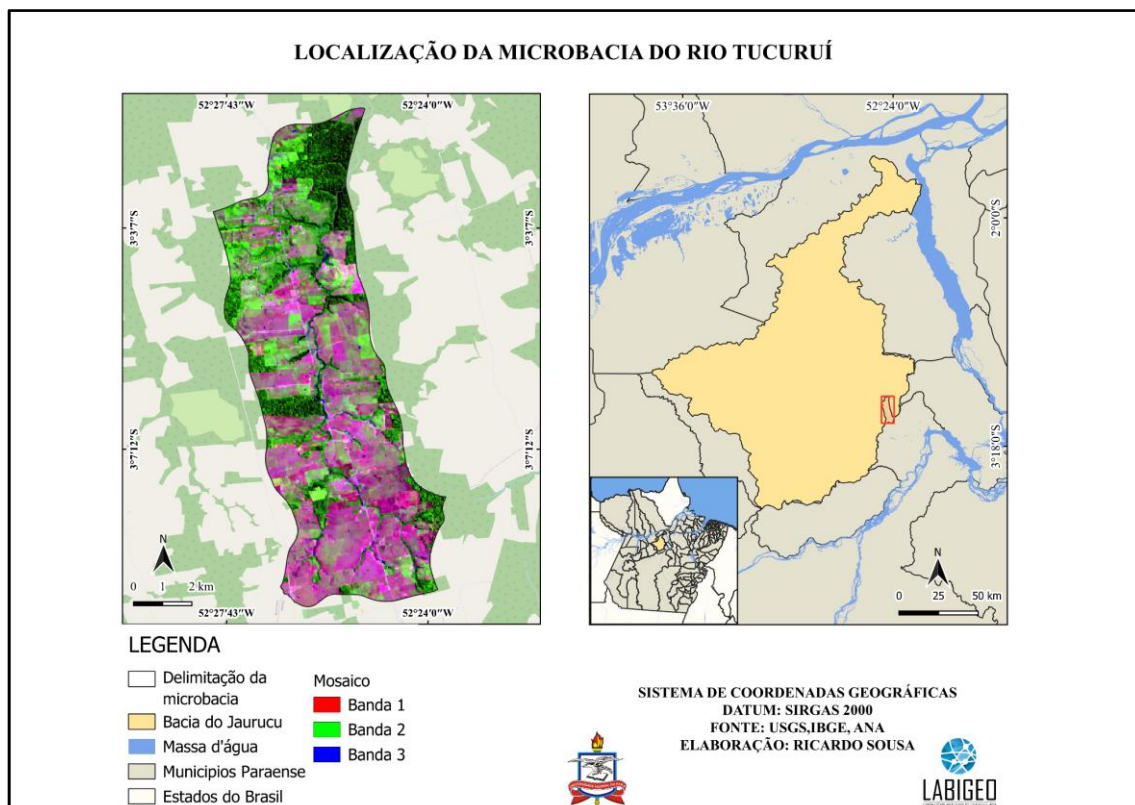
localizadas as voçorocas ativas na área de estudo. O NDVI permite acompanhar as variações na cobertura vegetal ao longo do tempo, o que pode ser um indicativo de processos de degradação do solo, como erosão, desmatamento ou sobrepastoreio.

Na microbacia do rio Tucuruí é perceptível o processo de erosão acelerada, advindas do uso excessivo do solo para a criação de gado, a ausência de uma cobertura vegetal primária acaba por deixar o solo mais exposto, suscetível a erosão pluvial e ao ressecamento decorrente da excessiva exposição à radiação solar, culminando no surgimento de ravinas e voçorocas e no assoreamento do canal fluvial.

### METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

Nessa pesquisa o objeto a ser investigado trata-se do estudo do aglomerado de voçorocas na microbacia do rio Tucuruí através do uso do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). A microbacia do rio Tucuruí é uma otobacia de nível 6 conforme a Agência Nacional das Águas (ANA). A mesma está integrada a bacia hidrográfica do rio Jaurucu, a microbacia do rio Tucuruí localiza-se entre os municípios de Brasil Novo-PA e Altamira-PA.

Figura 01: Mapa de localização



Fonte: Autores, (2024).

A pesquisa está estruturada ou subdividida em partes. Na primeira parte, foi realizada por meio da pesquisa bibliográfica e documental, pesquisas em diferentes fontes oficiais para aquisição de dados, informações que fossem relevantes para o trabalho. A pesquisa bibliográfica está inserida, principalmente, no meio acadêmico e tem a finalidade de aprimoramento e atualização do conhecimento, através de uma investigação científica de obras já publicadas (DE SOUSA, 2021).

No que tange a pesquisa documental Lakatos e Marconi (2001), discutem que a pesquisa documental é a coleta de dados em fontes primárias, como documentos escritos ou não, pertencentes a arquivos públicos; arquivos particulares de instituições e domicílios, e fontes estatísticas. Nesse sentido, foi consultada a plataforma do Serviço Geológico dos Estados Unidos (*USGS*) para download de imagens satelitárias do ano de 2021 das cenas de órbita 226062 do *Landsat 8*. A escolha do ano de 2021 para *download* das imagens se deu através do critério de cobertura de nuvens e por ser uma cena recente.

As cenas baixadas foram utilizadas para fazer a composição de bandas 764, cores naturais simuladas. Além da plataforma *USGS Earth Explore*, para além dessa plataforma também foi feita investigação no site da Agência Nacional das Águas (*ANA*), para a obtenção do dado vetorial referente a massa d'água do Brasil. Diante disso, foi verificado o banco de dados do *IBGE*, para a extração dos dados vetoriais referentes às unidades da federação e dos municípios paraenses.

Posteriormente, foram iniciados o tratamento dos dados em laboratório no qual, foram necessárias algumas etapas:

- A obtenção dos dados tanto matriciais quanto vetoriais.
- A utilização do software *QGIS*, na versão 3.28.4, foi de fundamental importância para a elaboração de diferentes produtos cartográficos como o mapa de localização, que fornece informações e dados fundamentais para as análises da pesquisa.
- Elaboração do mapa de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (*NDVI* – *Normalized Difference Vegetation Index*).

Segundo Rouse et al. (1974) apud Gurgel (2000), o NDVI é expresso pela razão entre a diferença da medida da reflectância nos canais do infravermelho próximo e vermelho e a soma desses canais, ou seja:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{Red})$$

O NDVI é um índice utilizado para medir a saúde da vegetação, na qual negativos (-1 a 0), indicam a presença de corpos d'água, nuvens, neve ou solo exposto. Esses objetos têm baixa reflectância no infravermelho próximo e alta reflectância no vermelho. Já valores próximos a 0 (entre -0,1 e 0,1), representam áreas sem vegetação, como rochas, areias ou construções. Valores positivos (0,1 a 1), indicam a presença de vegetação, quanto maior for o valor, maior a densidade e vitalidade da vegetação. Isso possibilita a identificação de áreas de desmatamento, degradação ambiental e regeneração da vegetação.

Para a elaboração do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) foram selecionadas as bandas do infravermelho próximo (banda 5) e do vermelho (banda 4). Após esse procedimento foram feitas as projeções das bandas selecionadas para o datum SIRGAS 2000, em seguida foi feito o cálculo do NDVI através da ferramenta calculadora raster, utilizando da fórmula  $(\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{Red})$ . Após esse procedimento, foram adicionados os pontos de voçorocas ativas na microbacia, em seguida foi feita a cartografia.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A microbacia do rio Tucuruí, passou por profundas mudanças a partir de 1970 com a criação da malha rodoviária, incluindo a BR 230 (Transamazônica) e a rede de travessões. Estes objetos, foram fundamentais ao processo de ocupação orientada e estimulada pelo governo federal, a partir do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). Na área de estudo, o uso do solo é predominante para atividades pastoris, (Figura 02), tal atividade demanda enormes extensões de terra para a criação de gado de corte, uma vez que, esses animais precisam mudar de pasto constantemente por conta de sua alimentação.

Figura 02: Área de pastagem na microbacia

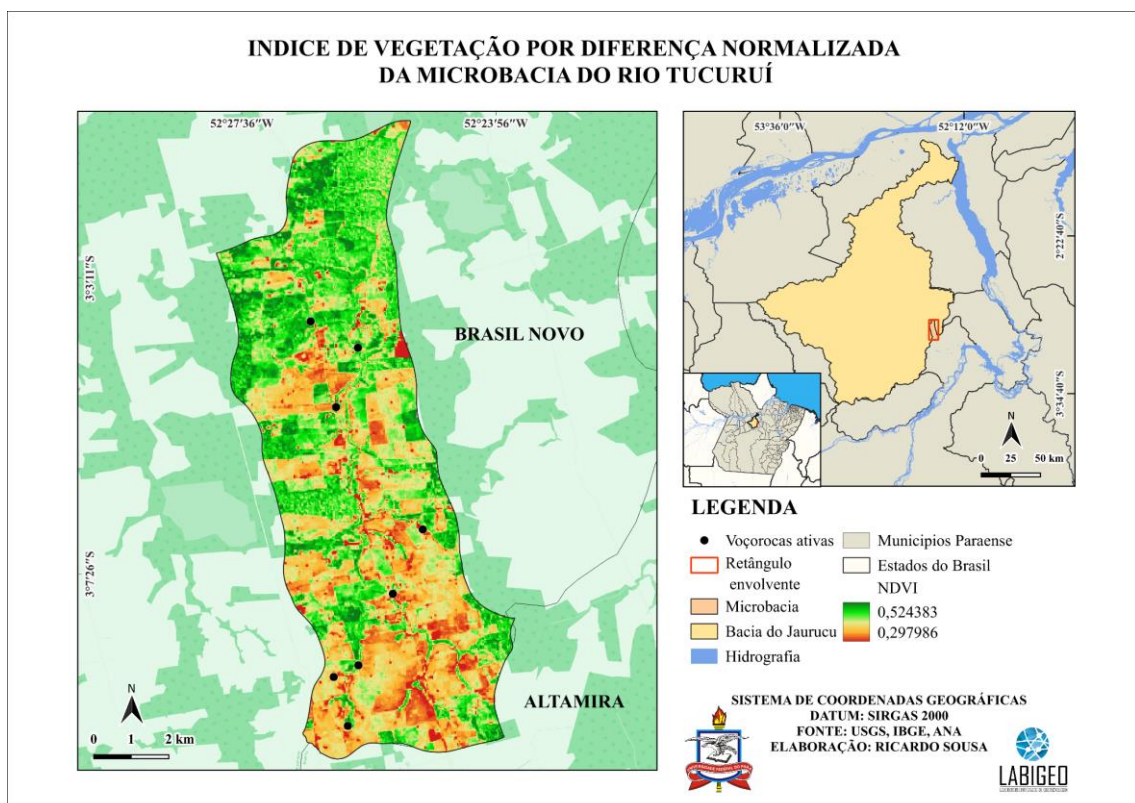




Fonte: os autores, (2021)

Na figura 02 é possível observar que a pastagem está bem presente na área de estudo. A ausência de cobertura vegetal de grande porte, proporciona que a radiação solar chegue ao solo de forma mais intensa e direta. A radiação solar acaba sendo um dos principais fatores para a degradação do solo. Quando a radiação solar atinge a superfície, uma parte dessa energia é absorvida pelo solo, podendo causar diferentes efeitos prejudiciais ao mesmo, tal como ressecamento, fragmentação, dificuldade de exploração biológica por espécies vegetais, etc.

Figura 3: Mapa de Índice de Vegetação por diferença normalizada da microbacia do Rio Tucuruí.



Fonte: autores, (2024)

A expansão das atividades agropecuaristas tem sido um fator determinante para o agravamento das condições ambientais na microbacia (SOUSA, 2023). No mapa da figura 03, é possível observar através da resposta espectral que as áreas de voçorocas se encontram em regiões de solo mais exposto, que estão sendo ocupados atualmente por pastagem.

Na área de estudo encontra-se um aglomerado de voçorocas, (**Figura 4**) totalizando oito voçorocas ativas na área da microbacia. Através do mapa de índice de vegetação por diferença normalizada é possível notar, que os pontos de voçorocas ativas se encontram em áreas de solo sem cobertura vegetal, na qual a resposta espectral acaba denunciando esse fenômeno.



Figura 4 : Canal fluvial assoreado

Fonte: autores, (2024)

As voçorocas representam um processo avançado de erosão, causado pelo acúmulo excessivo das enxurradas de chuva em locais atingidos por ações antrópicas, com a retirada da camada vegetal do solo, ou processos acentuados pelo desmatamento. As voçorocas podem provocar a remoção de grandes volumes de solo, causando a erosão acelerada da superfície terrestre.

Além disso, outra consequência das voçorocas é o assoreamento de corpos hídricos. O material erodido pelas voçorocas é carregado pelas chuvas e cursos d'água, provocando o assoreamento de seu leito fluvial, como observado na figura acima. Na área de estudo esse aglomerado de voçorocas pode vir afetar a funcionalidade da microbacia do rio Tucuuruí.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos afirmar que a conversão de áreas florestais em pastagens, potencializou impactos ambientais significativos na microbacia, como desmatamento, fragmentação de habitats, perda de biodiversidade e degradação ambiental e vulnerabilidade dos recursos hídricos. Esse processo de transformação da paisagem deve ser analisado com mais detalhes.

O modelo de ocupação e uso da terra adotado na região, com o predomínio da pecuária extensiva, reflete uma lógica de desenvolvimento econômico que prioriza a exploração intensiva dos recursos naturais em detrimento da conservação ambiental. Esse padrão de uso da terra deve ser reavaliado, buscando soluções mais sustentáveis para a região.

Logo, uma das possíveis soluções para conter a degradação do solo na área da microbacia do rio Tucuuruí é a construção de barreiras físicas, como terraços, diques e bacias de contenção. Na área de estudo já foram adotadas algumas dessas medidas como a instalação de alguns degraus de sedimentos, que contribuíram significativamente na contenção dos sedimentos colapsados das vertentes.

## REFERÊNCIAS

- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 9. ed. São Paulo: Ícone, 2014.
- DE SOUSA, Angélica Silva; DE OLIVEIRA, Guilherme Saramago; ALVES, Laís Hilário. **A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos**. Cadernos da FUCAMP, v. 20, n. 43, 2021.
- DREW, D. O homem e a ação do meio físico. In. *Processos interativos homem – meio ambiente*. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1983.
- LAKATOS, E, M.; MARCONI, M, A. **Fundamentos de metodologia científica**. - 5. Ed São Paulo: Atlas 2003.

GURGEL, H. C. **Variabilidade espacial e temporal do NDVI sobre o Brasil e suas conexões com o clima.** São José dos Campos, 2000. 118 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

MARQUES, Rildo. **A degradação do solo por meio da erosão: principais agentes condicionantes e impactos socioambientais causados por voçorocas no Lago do Zé Açu, Parintins-AM.** 2017.

SOUSA, Ricardo Soares de. **Diagnóstico Multitemporal Do Uso E Cobertura Do Solo No Processo De Erosão Acelerada Na Microbacia Do Rio Tucuruí - Entre Os Anos De 1991, 2003, 2011 E 2021.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Federal do Pará, Altamira, 2023.