

MAPEAMENTO E ANÁLISE DA VEGETAÇÃO NAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPS) DO RIBEIRÃO MARUMBI - PR

Isabella Beatrys Algarte Emerenciano¹

Valéria Lima¹

1. Universidade Estadual de Maringá - Departamento de Geografia – Avenida Colombo, 5790 – Jd. Universitário, Maringá, Paraná (isabellabeatrys@gmail.com; vlima@uem.br)

RESUMO

O uso das geotecnologias tem se tornado cada vez mais presente em estudos voltados à análise ambiental. Uma das tecnologias utilizadas nestas análises é o sensoriamento remoto, ferramenta que vem se tornando muito eficaz e útil em diferentes áreas do conhecimento científico, como na geografia. Entre as diversas aplicações do sensoriamento remoto, destacam-se os estudos da vegetação. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo mapear e analisar a vegetação nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) do Ribeirão Marumbi no período de 2000-2010 (1 década) e nos anos 2016, 2018 e 2020, com aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). O Ribeirão Marumbi, está localizado na divisa dos municípios de Jandaia do Sul, Cambira, Marumbi e Novo Itacolomi no Estado do Paraná. O mapeamento da vegetação e o processamento das imagens foram realizados na plataforma do *Google Earth Engine* (GEE), que utiliza linguagem de programação *Java Script* e *Python* para processar as imagens “em nuvem”. Com base no mapeamento e no Código Florestal Brasileiro, Lei nº 12.651, de 2012 foi realizada a análise da APP do Ribeirão Marumbi que indicou que a partir de 2016 houve um aumento de vegetação na área. No entanto, as áreas não estavam de acordo com o que está estabelecido no Código Florestal. Foi constatado que em 2020 houve uma redução da cobertura de vegetação nas APPs, condição que pode ter relações com a flexibilização das leis ambientais a partir de 2018 e anistia cedida aos proprietários em relação as multas e sanções administrativas. Neste trabalho, concluiu-se que as geotecnologias se constituíram uma ferramenta relevante para o desenvolvimento de técnicas de monitoramento e para análise ambiental e o NDVI apresentou resultados satisfatórios para análise da vegetação.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto; NDVI; Código Florestal; Vegetação.

ABSTRACT

The use of geo-technologies has become increasingly present in studies focused on environmental analysis. Remote sensing is one of the technologies used in these analyses, a tool that has become very effective and useful in different areas of scientific knowledge, such as geography. Among the variety of applications for remote sensing, vegetation studies stand out. Thus, this work aimed to map and analyze the vegetation in the Areas of Permanent Preservation (APPs) of *Ribeirão Marumbi* in the period 2000-2010 (a decade) and the years 2016, 2018, and 2020, applying the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). The *Ribeirão Marumbi* is located on the border of the municipalities of Jandaia do Sul, Cambira, Marumbi and Novo Itacolomi in the State of Paraná. The vegetation mapping and the images' processing were performed in the *Google Earth Engine* (GEE) platform, which uses JavaScript and Python programming language to process the images "in the cloud". Based on the mapping and the Brazilian Forest Code, Law No. 12,651 of 2012, the analysis on the APP of *Ribeirão Marumbi* was performed, which indicated that from 2016 there was an increase in vegetation in the area. However, the areas were not under what is established in the Forest Code. It was found that in 2020 there was a reduction of vegetation cover in the APPs, a condition that may be explained by the relaxation of environmental laws from 2018 and amnesty granted to owners regarding fines and administrative penalties. In this work, it was concluded that geo-technologies are a relevant tool in the development of monitoring techniques and environmental analysis, and the NDVI presented satisfactory results for vegetation analysis

Keywords: Remote sensing; NDVI; Forest Code; Vegetation.

INTRODUÇÃO

Com o avanço das tecnologias vinculadas ao setor produtivo, o meio natural tem sofrido inúmeras modificações. O modo como o ser humano tem transformado a natureza, provoca impactos ambientais, como desmatamento, compactação do solo, erosão, assoreamento e poluição dos corpos d'água que prejudica a fauna e a flora e interfere na qualidade ambiental.

Ao passo em que os impactos ocasionados pela ação antrópica no meio ambiente foram se intensificando, estudos voltados às preocupações ambientais e preservação tornou-se cada vez mais relevante. Muitas áreas do conhecimento científico vêm se utilizando de diferentes tecnologias para analisar o meio ambiente.

As geotecnologias, tem papel importante nos estudos sobre a preservação e conservação do meio ambiente, pois elas auxiliam no desenvolvimento de técnicas de monitoramento e de planejamento para conservação e preservação dos recursos naturais, com destaque para a vegetação que tem relevante papel no ecossistema.

O sensoriamento remoto, se constitui uma geotecnologia que, interligado aos modernos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) tem se mostrado cada vez mais promissora nos estudos ambientais. As ferramentas tradicionalmente utilizadas para manipulação dos dados e produtos derivados de sensoriamento remoto se tornaram base para as novas práticas, uma vez que, o processamento dos dados está cada vez mais desenvolvido, onde grande parte do processamento acontece através de linguagem de programação organizado em scripts.

O sensoriamento remoto vem sendo muito utilizado para a análise e compreensão do espaço e relacionado a outras técnicas, como a Cartografia Digital e Geoprocessamento torna-se muito significativo e eficaz para diferentes áreas, inclusive para o geógrafo, que possui papel importante referente aos estudos ambientais. Segundo Faria e Teixeira (2017) “o sensoriamento remoto como uma técnica da geografia, vem ao longo dos anos auxiliando na compreensão e na distribuição espacial dos dados e fenômenos que ocorrem no espaço” (FARIA e TEIXEIRA, 2017, p. 286). Deste modo, esta técnica pode auxiliar os estudos geográficos, já que ela tem como objeto de estudo o espaço e das relações que ocorrem neste.

Das mais diversas aplicações do sensoriamento remoto, que podem estar relacionadas a ciência geográfica, destacam-se os estudos da vegetação. O autor Jensen (2009), diz que “muitas técnicas de sensoriamento remoto [...] podem ser aplicadas a uma variedade de paisagens vegetadas, incluindo agricultura, florestas, pastagens nativas, planícies de inundação e vegetação urbana” (JENSEN, 2009, p. 357).

Neste sentido, este trabalho teve como objeto mapear e analisar a vegetação nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) do Ribeirão Marumbi no período de 2000 - 2010 (1 década) e nos anos de 2016, 2018 e 2020. A análise da cobertura vegetal foi realizada

por meio do Índice de Vegetação de Diferença Normalizada – NDVI, que realça as diferenças entre a vegetação e o solo. O NDVI foi empregado através de um *script*, na plataforma gratuita *Google Earth Engine* (GEE), que permite realizar a visualização e análise para uma série de conjunto de dados geoespaciais.

METODOLOGIA

A área de estudo compreende as Áreas de Preservação Permanente (APPs) do Ribeirão Marumbi, curso hídrico localizado na divisa dos municípios de Jandaia do Sul, Cambira, Marumbi e Novo Itacolomi no Estado do Paraná (Figura 1).

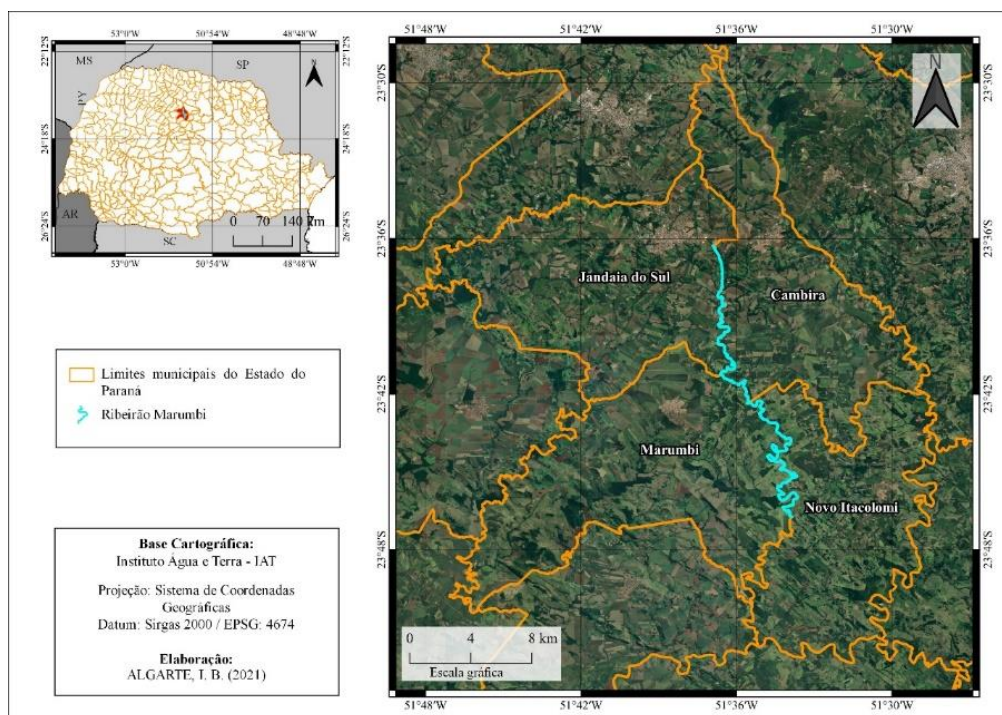


Figura 1. Localização da área de estudo. Elaboração: ALGARTE, I.B. (2021).

O mapeamento da vegetação nas APPs e o processamento das imagens foram realizados na plataforma *Google Earth Engine* (GEE) que utiliza linguagem de programação *Java Script* e *Python* para processar imagens “em nuvem”. A partir de uma coleção de imagens do satélite Landsat 5 e 8, com resolução espacial de 30 metros, nos períodos de 2000 a 2020, realizou-se a aplicação do Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI) para um maior realce entre a vegetação e o solo.

Na plataforma do GEE foi criado um *script*, seguindo a sequência:

- A primeira etapa do algoritmo foi definir a data a ser analisada, que, neste estudo, utilizou-se o período de 2000 a 2010 (1 década) e os anos de 2016, 2018 e 2020 (Tabela 1). Os anos e períodos selecionados teve relação com a disponibilidade de imagens

sem nuvens ou com uma quantidade que não inviabilizasse o trabalho. Para cada ano ou período, gerou-se um *script*.

- Na segunda etapa foi aplicado a máscara de nuvem nas imagens do satélite Landsat 5, devido à quantidade de nuvem presente na área de estudo para este período e baixa disponibilidade de imagens adequadas para a análise no período de 2000 a 2010. Para as imagens do Landsat 8 não foi necessário realizar a aplicação desta máscara.

TABELA 1: QUANTIDADE DE IMAGENS PROCESSADAS POR PERÍODO

| Período | Quantidade de imagens processadas | Processamento |
|-------------|---|----------------|
| 2000 – 2010 | 9 | Plataforma GEE |
| 2011 – 2015 | 0 (baixa disponibilidade de imagens sem nuvens) | - |
| 2016 | 10 | Plataforma GEE |
| 2018 | 16 | Plataforma GEE |
| 2020 | 15 | Plataforma GEE |

Fonte: ALGARTE, I.B. (2021).

- Na terceira etapa foi realizada a redução do conjunto de imagens pela operação da mediana e, posteriormente, aplicou-se o NDVI. Optou-se pela mediana por apresentar os melhores resultados para este índice de vegetação. O NDVI foi estabelecido mediante as bandas do infravermelho próximo e banda do vermelho da faixa do visível. Este índice consiste em uma equação que tem como variantes o infravermelho próximo e as bandas do vermelho, conforme procede:

$$NDVI = \frac{IVP - V}{IVP + V}$$

Onde,

IVP: valor da reflectância da banda no infravermelho próximo

V: valor de reflectância da banda no vermelho

- Na quarta etapa, as imagens NDVI foram exportadas para o drive. Os resultados do NDVI obtidos no GEE foram padronizados entre 0 e 1, sendo os valores próximos a 0,7 e 1 correspondente aos locais que apresentam maior densidade de biomassa e estará representado na cor verde nos mapas, já os valores mais próximos de 0 ou igual a 0, são as áreas com ausência de vegetação e estarão representados na legenda dos mapas pela cor vermelha.

Ressalta-se que para o mapeamento da vegetação foi considerado as manchas de vegetação destacadas pelo NDVI, acompanhado da interpretação visual das imagens. Para elaboração dos produtos cartográficos, utilizou-se o software QGIS, versão 3.14.

Para a delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APP), foi utilizada a técnica do *buffer*, que consiste na elaboração de um polígono considerando as larguras mínimas estabelecidas no artigo 4º do Código Florestal (Lei nº 12.651, de 2012). Tendo em vista as categorias apresentadas no Código Florestal foi delimitada a APP de acordo com a proporcionalidade da largura do curso d'água, ou seja, 50 metros de raio no entorno da nascente do Ribeirão Marumbi e para o restante do curso d'água, um *buffer* de 30 metros. Para obter as análises e comparações, selecionou-se três áreas (nascente, médio curso e foz) do Ribeirão Marumbi.

Realizou-se trabalho de campo em 26 de dezembro de 2017 e em 02 de janeiro de 2018. Em 2017 a investigação de campo ocorreu nas proximidades da nascente do Ribeirão Marumbi. E em 2018, foi realizado no restante do percurso do ribeirão. Foram selecionados cinco pontos do Ribeirão Marumbi e coletadas as coordenadas, além do registro fotográficos nos pontos analisados. Esses pontos foram selecionados devido ao fácil acesso na época.

RESULTADOS

Considerando os resultados obtidos através da aplicação do NDVI na década 2000 a 2010 (Figura 2), foi possível constatar que são poucas as áreas que possuíam cobertura de vegetação nas APPs nesta década analisada. É perceptível a presença de cobertura vegetal em alguns pontos, conforme pode ser verificado na parte superior esquerda do quadro 2 (médio curso) da Figura 2. No quadro 1 (área da nascente) e quadro 3 (foz) da Figura 2, constatou-se que a vegetação é muito inexpressiva para a década analisada (2000 a 2010).

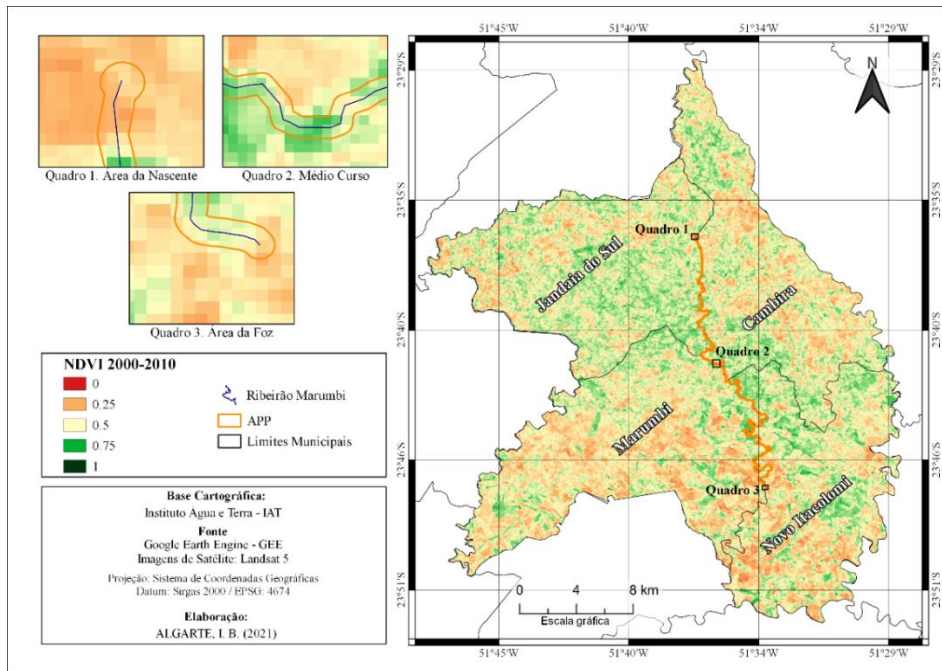


Figura 2. Aplicação do NDVI: (2000–2010). Elaboração: ALGARTE, I.B. (2021).

Com relação aos resultados de 2016 (Figura 3), verificou-se um aumento da vegetação. As APPs do Ribeirão Marumbi apresentaram em toda sua extensão um aumento significativo. Este aumento pode ser verificado nos três quadros destacados na Figura 3. No quadro 1 (área da nascente), é possível identificar que na APP a cobertura vegetal é expressiva. Esta situação também é verificada no quadro 2 (médio curso). No quadro 3 (foz) é a área com menor quantidade de vegetação durante os anos analisados.

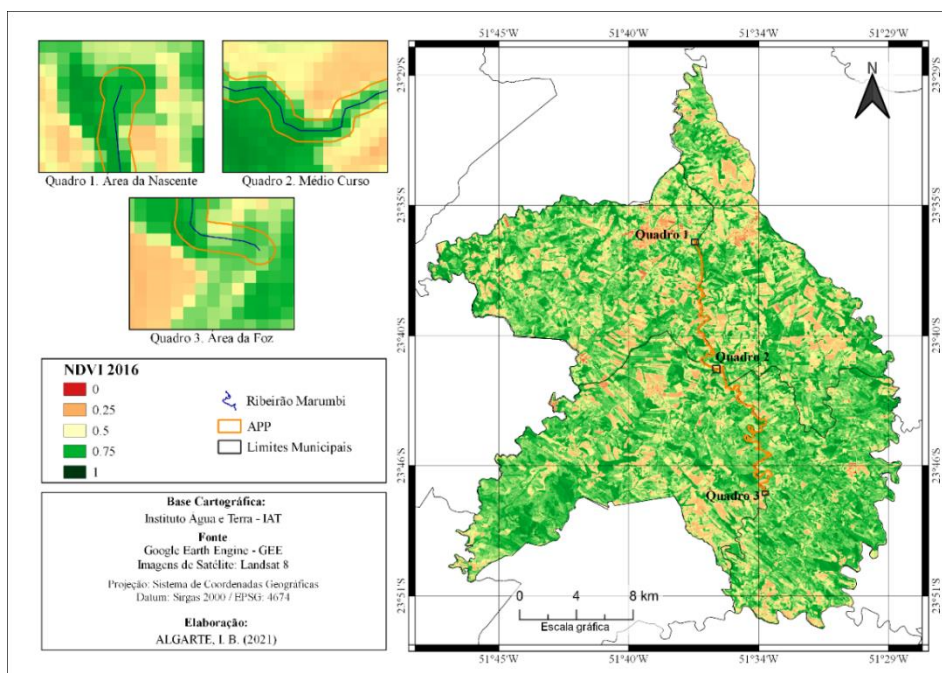


Figura 3. NDVI: (2016). Elaboração: ALGARTE, I.B. (2021).

No ano de 2018 (Figura 4), verificou-se que a área apresentou poucas mudanças com relação a presença de vegetação, analisando os resultados do NDVI nas APPs.

No quadro 1 da Figura 4 (área da nascente) e no quadro 2 (médio curso), na delimitação das APPs, através da interpretação visual, não foram identificadas mudanças muito expressivas na área, ainda que não tenha sido realizado a análise da quantificação da vegetação. As modificações visualizadas com relação a ausência de vegetação para o ano de 2018, no quadro 2 (médio curso) da Figura 4, foi no limite superior direito e inferior esquerdo. E no quadro 3 (foz), na APP, os resultados foram parecidos com o de 2016.

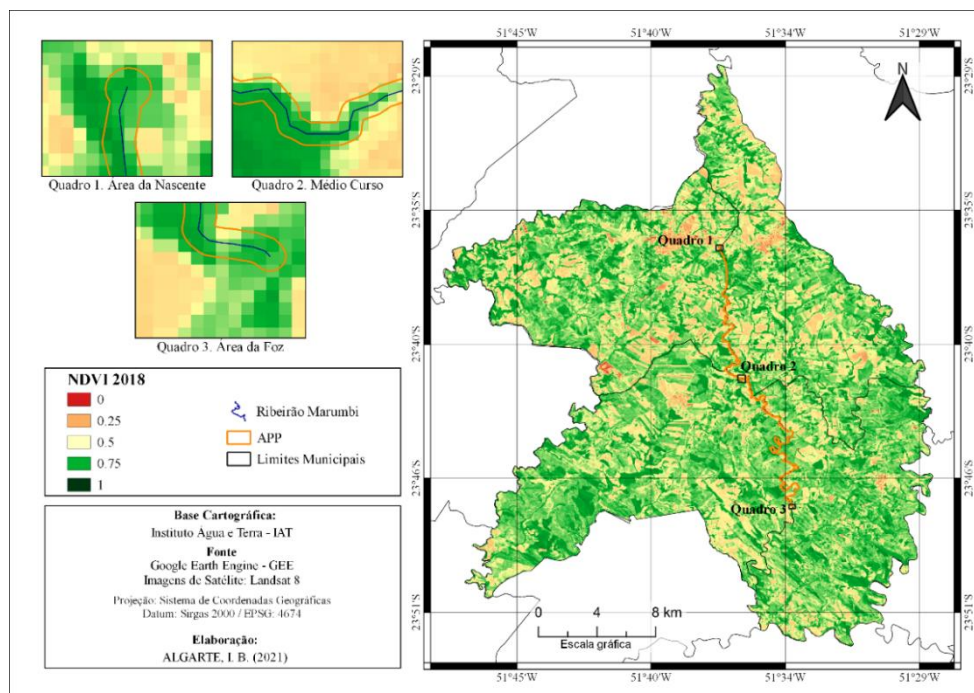


Figura 4. Aplicação do NDVI: (2018). Elaboração: ALGARTE, I.B. (2021).

Na Figura 5, verificou-se por meio do NDVI aplicado nas imagens do ano de 2020 que na APP, principalmente nos três quadros destacados no mapa, ocorreu uma redução da cobertura vegetal, ainda que os resultados de 2018 e 2020 sejam parecidos. Cabe ressaltar que essa constatação é verificada através da análise do NDVI e interpretação visual.

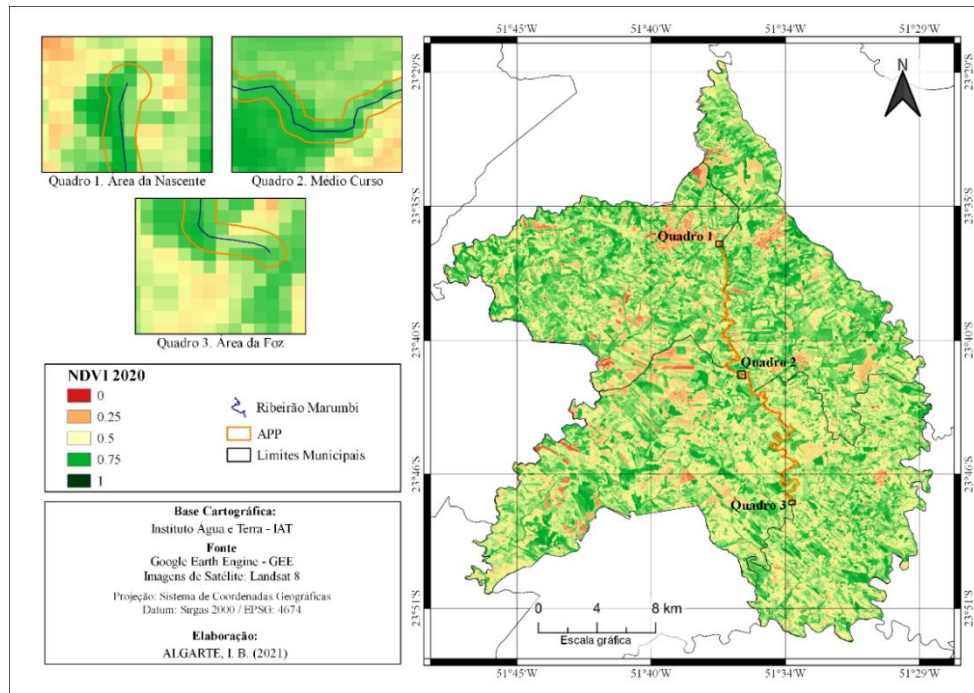


Figura 5. Aplicação do NDVI: (2020). Elaboração: ALGARTE, I.B. (2021).

Ao analisar as mudanças da cobertura de vegetação de 2000 até 2020 (Figura 6), foi possível verificar que a partir de 2010, principalmente em 2016 ocorreu um aumento de vegetação. No ano de 2018 não foi possível verificar diferenças significativas entre aumento de vegetação para a área. No ano de 2020, ocorreu uma diminuição da cobertura de vegetação nas APPs.

Cabe destacar que não foi analisado a qualidade da vegetação, mas foi realizado estudo de campo para identificar as condições ambientais da vegetação na APP. Foram selecionados cinco pontos do Ribeirão Marumbi (Figura 7), onde realizou-se a coleta de coordenadas e registros fotográficos nos pontos analisados.

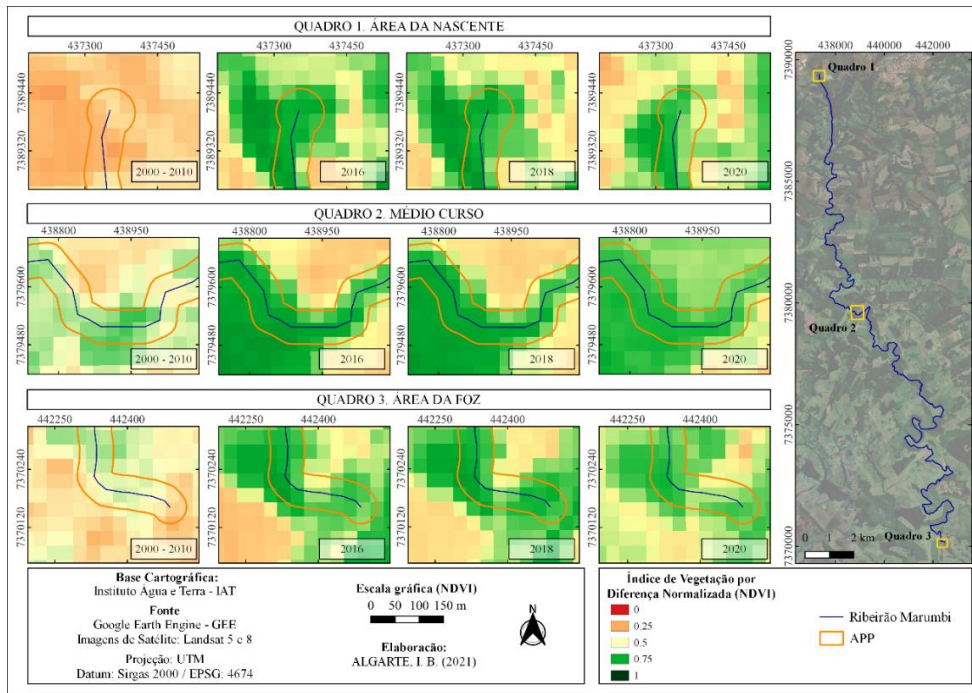


Figura 6. Aplicação do NDVI: Nascente, Médio Curso e Foz do Ribeirão Marumbi. Elaboração: ALGARTE, I.B. (2021).

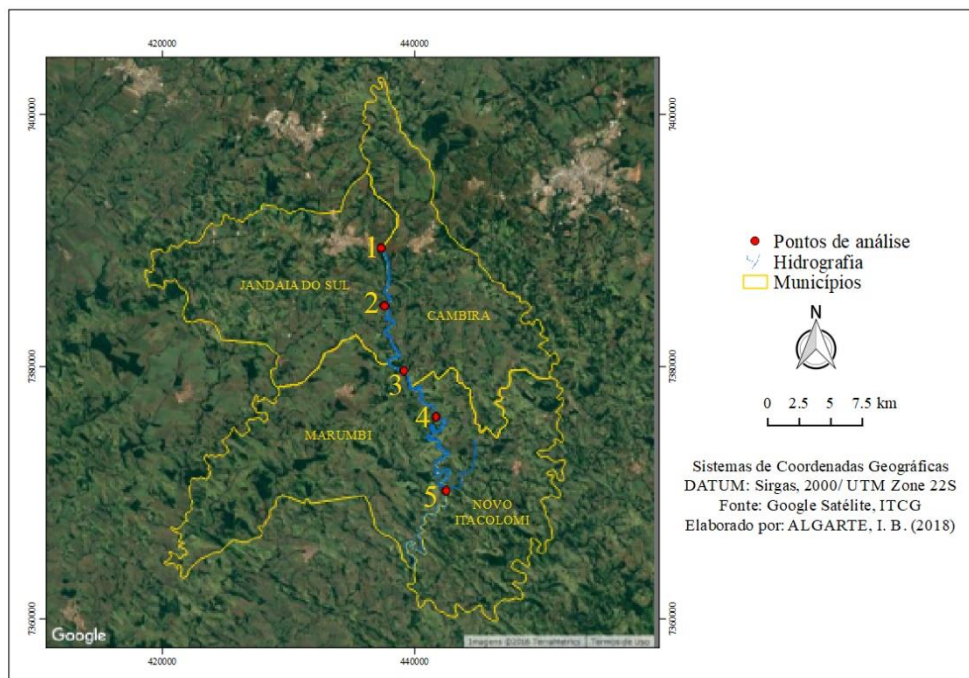


Figura 7. Pontos de análise. Elaboração: ALGARTE, I.B. (2018).

O ponto 1 foi realizado na nascente do Ribeirão Marumbi, com altitude de aproximadamente 721 metros, entre as coordenadas x: 437355, y: 7389401 (Figura 8). A nascente está localizada no município de Jandaia do Sul. Neste ponto, verificou-se que a vegetação era presente, mas degradada.



Figura 8. Nascente do Ribeirão Marumbi. Elaboração: ALGARTE, I.B. (2018).

O segundo ponto analisado foi próximo a captação d'água (Figura 9) da cidade de Jandaia do Sul, altitude de 574 metros, com as coordenadas x: 437617, y: 7384807. O cultivo predominante era a soja e observou-se algumas áreas nas proximidades com pastagem.

Foi identificado que a margem direita do ribeirão encontrava-se com grande quantidade de capim colônião (Figura 10), espécie exótica de origem africana, considerada uma planta invasora, segundo o Ministério do Meio Ambiente, "as espécies exóticas invasoras são beneficiadas pela degradação ambiental, e são bem-sucedidas em ambientes e paisagens alteradas" (MMA, 2018), ou seja, esta área passou por modificações.

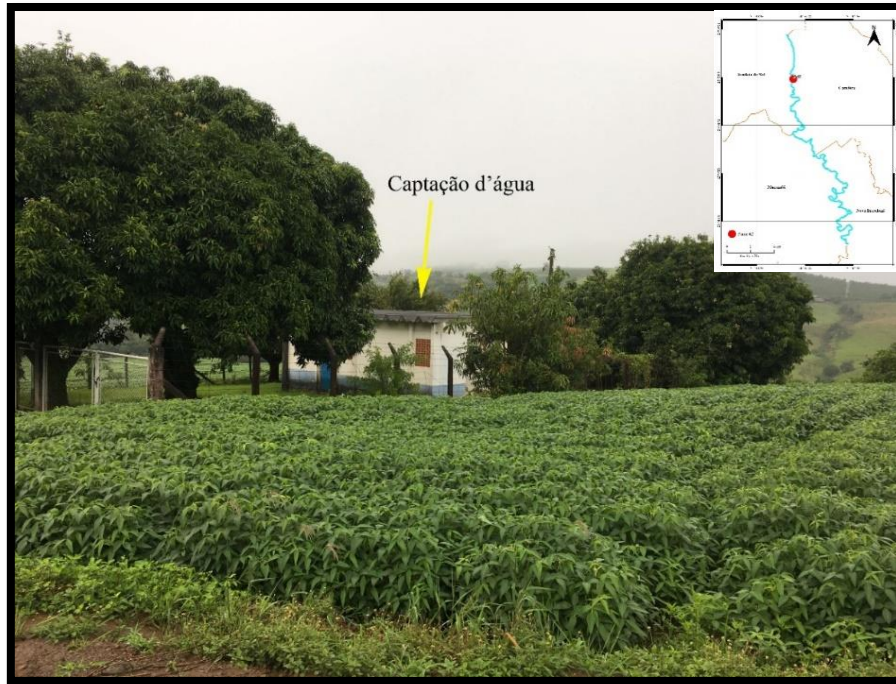


Figura 9. Captação de água. Elaboração: ALGARTE, I.B. (2018).



Figura 10. Capim Colônião. Elaboração: ALGARTE, I.B. (2018).

O terceiro ponto, foi realizado no médio curso do Ribeirão Marumbi, entre a divisa dos municípios de Marumbi e Cambira. Este local está a uma altitude de 523 metros, na coordenada x: 439147, y: 737941. O cultivo presente nas proximidades deste ponto também era a soja (Figura 11). Foi identificado uma quantidade expressiva de capim colônião, indicando que a área já passou por modificações.



Figura 11. Ponto 3: Plantação de soja. Elaboração: ALGARTE, I.B. (2018).

No quarto ponto, o único cultivo observado foi a soja (Figura 12), que predomina por toda a área da bacia hidrográfica do Ribeirão Marumbi. Este ponto está localizado na divisa dos municípios de Marumbi e Novo Itacolomi, entre as coordenadas x: 441694, y: 7376003 e uma altitude de 487 metros. Neste ponto, constatou-se a presença de vegetação em diferentes portes e a ocorrência de capim coloniã.

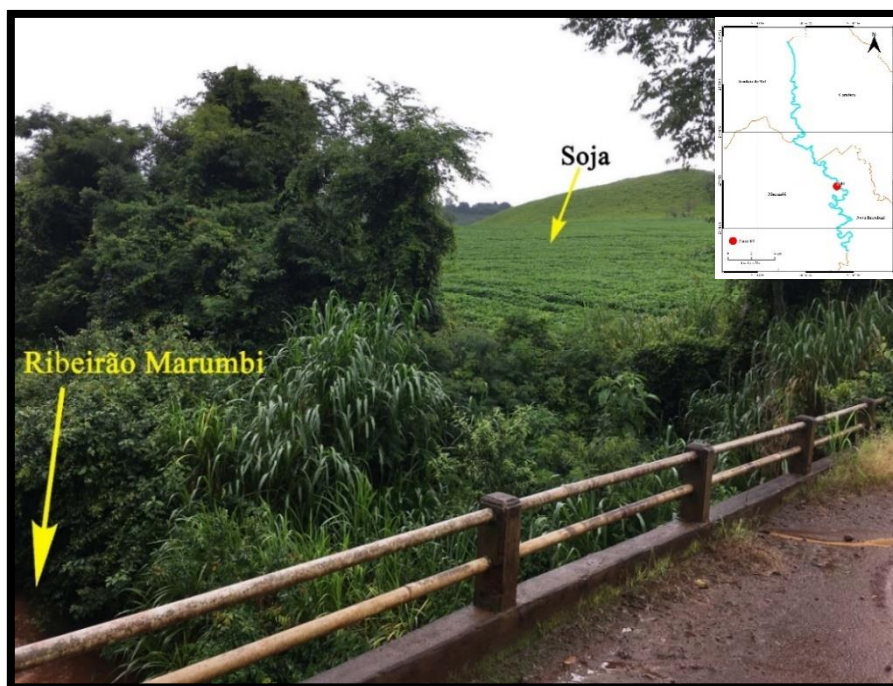


Figura 12. Ponto 4: Soja nas proximidades do Ribeirão Marumbi. Elaboração: ALGARTE, I.B. (2018).

O quinto e último ponto, foi realizado na foz do Ribeirão Marumbi, no Rio Itacolomi (Figura 13), no município de Novo Itacolomi, à uma altitude de 401 metros, nas coordenadas x: 442485, y: 7370152. O uso da terra observado era a soja, o milho e a pastagem. Constatou-se que a margem direita da área de APP na foz do Ribeirão Marumbi estava com pouca cobertura vegetal (Figura 13).

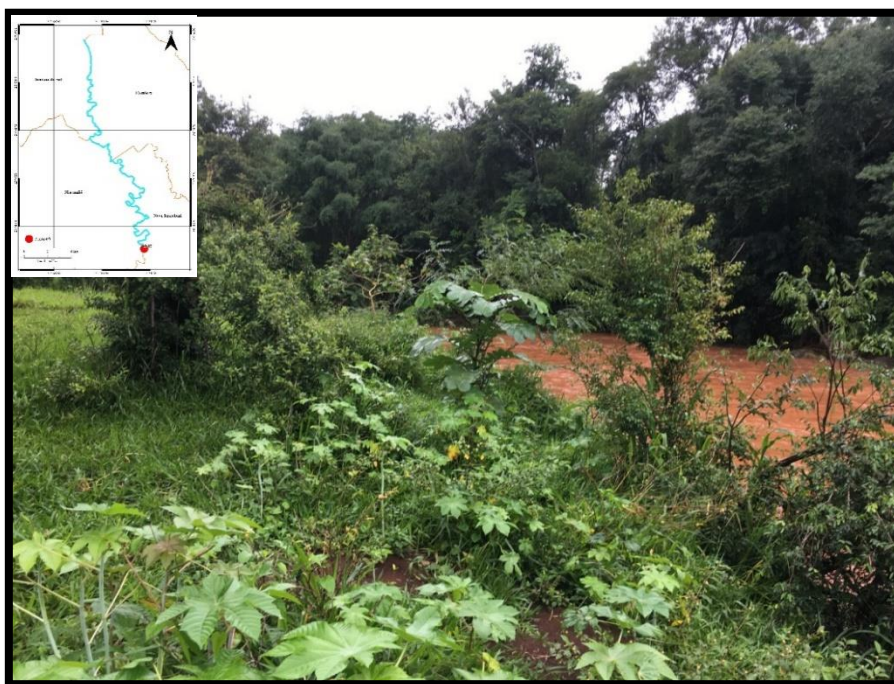


Figura 13. Ponto 5: Foz do Ribeirão Marumbi. Elaboração: ALGARTE, I.B. (2018).

CONCLUSÕES

Ao analisar as questões que envolvem a importância da vegetação, verifica-se que a degradação do meio ambiente ocorre há muito tempo. De fato, isto está enraizado na história e a retirada de vegetação é uma das consequências ocasionados pelo homem nas áreas próximas aos rios, provocando muitos impactos ambientais.

Atualmente, poucas áreas possuem vegetação nativa e o desmatamento está relacionado, em partes, com as atividades agrícolas. Este tipo de prática ocorre, muitas vezes, em locais que são proibidos por lei, como é o caso das Áreas de Preservação Permanente (APPs), áreas de preservação dos recursos hídricos.

Através do mapeamento realizado, concluiu-se que a partir do ano de 2016 houve o aumento de cobertura de vegetação nas APPs do Ribeirão Marumbi, principalmente na nascente e no médio curso. A foz do ribeirão foi a área que não apresentou mudanças nos anos analisados.

Com a aplicação das técnicas de sensoriamento remoto utilizadas neste trabalho, foi possível verificar a situação da cobertura de vegetação nas Áreas de Preservação Permanente (APPs), bem como, analisar as diferenças entre os anos e identificar as áreas que tiveram mudanças. Os anos que foram identificados o aumento da cobertura de vegetação pode estar relacionado com alguns fatores, como o Cadastro Ambiental Rural (CAR). Na área de estudo, as propriedades localizadas nas margens do Ribeirão Marumbi iniciaram seus registros no CAR no ano de 2014 até o ano de 2019. A partir de 2014, com os cadastros, acredita-se que houve o início das regularizações ambientais dos imóveis rurais, foi identificado que grande parte dos proprietários/possuidores desses aderiram ao Programa de Regularização Ambiental (PRA).

Outra condição que pode ter influenciado no aumento de vegetação na área são as fiscalizações ambientais a partir dos instrumentos e normas realizadas principalmente nos anos dos cadastros. No entanto, no ano de 2020 apresentou indicativos de redução da cobertura vegetal que pode estar associado com a flexibilização das leis ambientais, falta de incentivo à conservação e preservação ambiental e anistia cedida aos proprietários, em relação às multas e irregularidades que deveriam ser impostas em razão do desmatamento vistas no atual cenário político brasileiro, principalmente a partir de 2018.

Em suma, o NDVI apresentou resultados satisfatórios e se constitui em uma relevante ferramenta para análise ambiental, pois permitiu verificar as mudanças ocorridas na paisagem. Neste sentido, acredita-se que as geotecnologias podem auxiliar em análises ambientais, bem como para o monitoramento de áreas que devem ser preservadas, como é o caso das APPs.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALGARTE, Isabella Beatrys. A Influência do Cadastro Ambiental Rural (CAR) nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) do Ribeirão Marumbi - PR, 2022. 101 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Geografia, Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá, 2022.

ALGARTE, Isabella Beatrys. Análise e Mapeamento da Vegetação do Ribeirão Marumbi – PR. Programa de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC). CCH/DGE/UEM. Maringá, 2018.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Código Florestal. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm#art83> Acesso em: 02 jul. de 2022.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Código Florestal. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm>. Acesso em: 02 jul. 2022.

FARIA, Erick; TEIXEIRA, Manuella. Contribuições da Geografia e do Sensoriamento Remoto como ferramenta auxiliar no planejamento espacial do Turismo, um estudo de caso sobre o Parque Nacional da Serra do Cipó-MG. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas, Minas Gerais, v. 39, n. 2, p.285-298, maio/ago. 2017.

FLORENZANO, T. G. Geotecnologias na geografia aplicada: Difusão e acesso. Revista do Departamento de Geografia, 2005. 24-29 p.

INPE. Introdução à Programação para Sensoriamento Remoto. Disponível em <<http://ser347.dpi.inpe.br/doku.php>> Acesso em: 12 jul. 2022.

JENSEN, J. R., 1949 - Sensoriamento Remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres / John R. Jensen; tradução: José Carlos Neves Epiphanyo (coordenador)... [et al.] - 2 ed. São José dos Campos, SP: Parênteses, 2009.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Espécies Exóticas Invasoras. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biosseguranca/especies-exoticas-invasoras>> Acesso em: 13 jul. 2022.