

**Análise da vegetação de 2008 e 2018 do município de Sarandi:
Aplicação do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI)**

*Vegetation analysis of 2008 and 2018 in the city of Sarandi: Application of the
Normalized Difference Vegetation Index*

*Análisis de la Vegetación de 2008 y 2018 en el Municipio de Sarandi: Aplicación del
Índice de Vegetación por Diferencia Normalizada (NDVI)*

Kelly Cristina Rigoldi

Mestranda, UEM, Brasil
kellyrigoldi@gmail.com

Jean de Paula Sousa

Mestrando, UEM, Brasil.
Jeandepaulasousa@gmail.com

Laine Milene Caraminan

Mestranda, UEM, Brasil
caraminanlaine@gmail.com

RESUMO

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) vem sendo utilizado nos estudos geográficos. Para a presente análise, foi utilizado o NDVI para detectar as mudanças da vegetação em Áreas de Preservação Permanente (APP), principalmente as ciliares do município de Sarandi, no estado do Paraná, através da comparação de duas imagens de satélite entre os anos de 2008 (Landsat 5) e 2018 (Landsat 8). Os resultados obtidos apontam o aumento da área da vegetação entre os anos analisados, com destaque para as porções sul, sudeste e nordeste do município, as quais apresentam os maiores valores do NDVI. A justificativa potencial para o aumento da vegetação nessas áreas está centrada na dificuldade de mecanização agrícola devido a presença de declividades acentuadas (>8%), com a expressiva mudança dos usos e coberturas. Por outro lado, a área central de Sarandi, onde está localizado a área urbana, apresenta pouca vegetação e conseqüentemente, os valores negativos do NDVI. Estudos futuros poderão especificar os tipos de vegetação presentes nas áreas e seus respectivos aumentos, seja pelas restrições naturais ou por fatores econômicos.

PALAVRAS-CHAVE: NDVI. Landsat. Área de Preservação Permanente.

ABSTRACT

The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) has been used in geographic studies. For the present analysis, the NDVI was used to detect changes of vegetation in Permanent Preservation Areas (APP), mainly the ciliary areas of the city of Sarandi in the state of Paraná, by comparing two satellite images between the years 2008 (Landsat 5) and 2018 (Landsat 8). The results obtained point to an increase in the area of vegetation between the years analyzed, with emphasis on the southern, southeast and northeast portions of the city, which have the highest NDVI values. The potential justification for the increase in vegetation in these areas is centered on the difficulty of agricultural mechanization due to the presence of steep slopes (> 8%), with the significant change in uses and cover. On the other hand, the central area of Sarandi, where the urban area is located, presents little vegetation and, consequently, negative values of NDVI. Future studies may specify the types of vegetation present in the areas and their respective increases, either due to natural restrictions or economic factors.

KEYWORDS: NDVI. Landsat. Permanent preservation area.

RESUMEN

El índice de Vegetación por Diferencia Normalizada (NDVI) viene yaciendo utilizado en los estudios geográficos. Para la presente análisis, fue utilizado el NDVI para detectar los cambios de la vegetación en Áreas de Preservación Permanente (APP), principalmente las ciliares de la municipalidad de Sarandi, en el estado del Paraná, por medio de la comparación de dos imagines de satélite entre los años de 2008 (Landsat 5) y 2018 (Landsat 8). Lo resultados alcanzados apuntan el aumento de la área de vegetación entre los años analizados, con destaque para las segmentos sur, sudeste y nordeste de la municipalidad, las cuales presentan los mayores valores del NDVI. La justificativa potencial para el aumento de la vegetación en estas áreas está centrada en la dificultad de mecanización agrícola debido a la presencia de declinaciones acentuadas (>8%), con el expresivo cambio de los usos y coberturas. Por otro lado, el área central de Sarandi, donde está ubicado el área urbana, presenta poca vegetación y consecuentemente, los valores negativos del NDVI. Estudios futuros podrán especificar los tipos de vegetación presentes en las áreas y sus respectivos aumentos, sea por las restricciones naturales o por factores económicos.

PALABRAS- CLAVE: NDVI. Landsat. Área de Preservación Permanente.

INTRODUÇÃO

As mudanças ambientais e seus impactos no meio natural e social são objetos de estudo amplamente difundidos na ciência geográfica. Em geral, a detecção dessas mudanças tem como objetivo comparar e analisar um mesmo espaço geográfico em épocas distintas, aferindo sobre as variações ocorridas ao decorrer do tempo.

A utilização do sensoriamento remoto vem como ferramenta para o monitorar essas mudanças da superfície da terrestre, aumentando o campo de aplicações dessa ferramenta: uso e cobertura da terra, monitoramento de desastres naturais e antrópicos, expansão urbana, qualidade dos reservatórios, focos de incêndios e áreas queimadas, desmatamento, mudança de vegetação, inundações e outros (FLORENZANO, 2002).

O contingente de dados disponíveis a partir de imageamentos via satélite, proporcionou uma das principais fontes utilizadas para a análise da extração de vegetação e de suas mudanças ao longo das últimas décadas. Comumente, no âmbito desses estudos e de acordo com a escala de análise do fenômeno, podem ser utilizadas imagens de satélite da série Landsat, a qual teve seu imageamento a partir da década de 70, com coberturas repetidas da superfície da Terra e resoluções espaciais variando entre 80 e 15 metros (INPE, 2020). Além disso, a banda infravermelha possibilitou a geração de diversos índices para ressaltar a presença de objetos na superfície terrestre, como é o caso do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI).

Os índices de vegetação são instrumentos que atuam no processamento das imagens de satélite com a finalidade de expor as classes de vegetação de maneira mais associável à visualização humana. Segundo Moreira e Shimabukuro (2004), índices de vegetação são resultados da combinação da medida de radiação eletromagnética refletida pela vegetação, em algumas bandas do espectro eletromagnético, que guardam certa relação com a quantidade, estado da vegetação e a área onde fora realizada a medida espectral.

Para detecção de mudanças na vegetação, as imagens temporais são geralmente analisadas independentemente, onde se calculam a diferença normalizada das bandas do infravermelho próximo. A modelagem dos índices de vegetação baseia-se no comportamento oposto da refletância da vegetação na região do visível, ou seja, quanto maior a densidade vegetal, menor é a refletância em função da absorção da radiação pelos pigmentos fotossintetizantes e quanto maior a densidade vegetal, maior a refletância devido ao espalhamento nas diferentes camadas das folhas (BORATTO e GOMIDE, 2013).

Este trabalho tem como objetivo analisar as mudanças da cobertura vegetal no município de Sarandi, no estado do Paraná, entre os anos de 2008 e 2018, utilizando o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada em imagens dos satélites Landsat 5 e 8.

1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

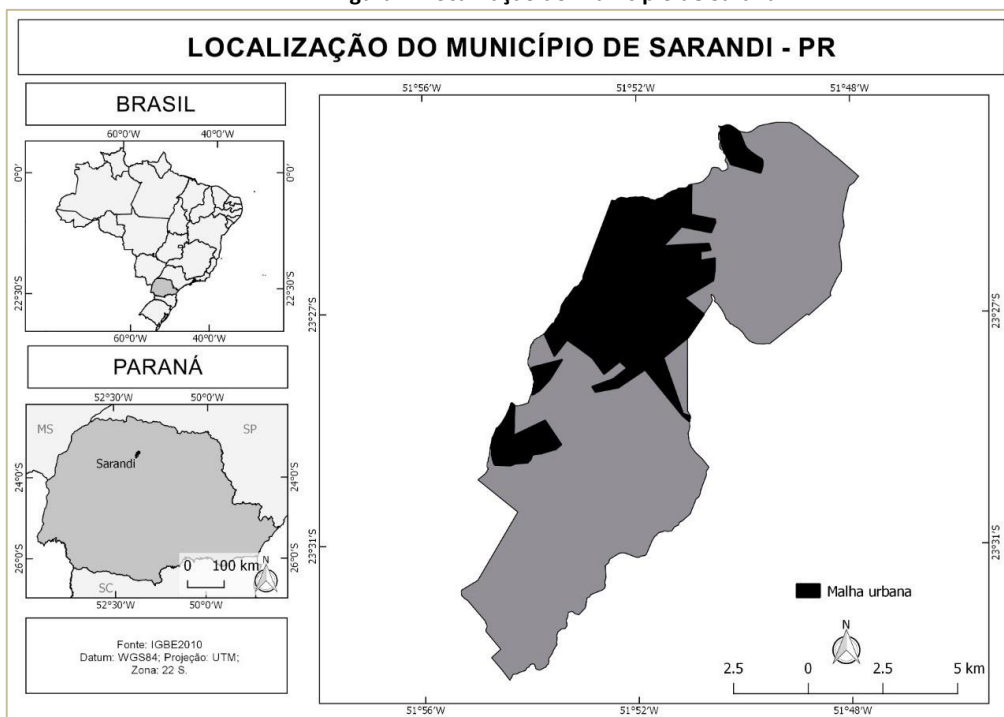
A cidade de Sarandi teve seu traçado original, em 1947 pela Companhia Melhoramentos do Norte do Paraná, apesar de não ter sido efetivada como cidade no mesmo período, a mesma surgiu a partir de divisão territorial posterior, a qual foi demarcada como distrito do município de Marialva em 1955, e se manteve como tal até 1981, ano em que foi desmembrado e passou a denominação de Município pela lei estadual nº 7.502/81. O município detém uma área de 102

km² e segundo estimativa do IBGE (2019)¹ conta com uma população estimada de 96.688 habitantes.

Em relação à população, segundo Amorim (2015) Sarandi apresenta característica de cidade dormitório, a qual se formou perifericamente a cidade de Maringá, de modo que os empreendedores imobiliários a utilizam como caminho para a população de menores recursos. Conforme o IBGE (2010) dos 102 km² que o município possui, 58 km² são destinados à ocupação por estabelecimentos agropecuários, isso porque, as principais atividades econômicas do município localizadas na área rural são as lavouras temporárias e permanentes, horticultura e floricultura, pecuária e criação de animais e pesca (IPARDES, 2020).

No que se refere aos aspectos vegetacionais, ocorrem indivíduos da Floresta Estacional Semidecidual (FES), a qual é caracterizada por apresentar espécies arbóreas, com estrato arbóreo lenhoso e perdas parciais da folhagem no período do inverno (IBGE, 2012).

Figura 1: Localização do Município de Sarandi



Fonte: AUTORES, 2019.

2. METODOLOGIA

Foi utilizado para a análise da vegetação na área de estudo o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) que, conforme apontado por Jensen (2011) corresponde as medidas radiométricas adimensionais, sendo que a partir dessa é possível visualizar a presença da vegetação. O mesmo autor apresenta o cálculo do NDVI (Equação 1)

$$NDVI = \frac{P_{nir} - P_{red}}{P_{nir} + P_{red}} \quad (1)$$

¹ Estimativa populacional realizada pelo IBGE anualmente. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/sarandi/panorama>>. Acesso em: 20 fev. 2020

Sendo que P_{nir} corresponde à banda do infravermelho e P_{red} é a banda do vermelho na região do visível, uma vez que, as áreas compostas por vegetação se destacam a partir da diferença da refletância nas faixas espectrais do infravermelho próximo e vermelho, sendo assim, essas se apresentaram nas imagens com tons mais claros indicando presença de vegetação (LIMA, 2013). As imagens utilizadas foram solicitadas e adquiridas pelo site da USGS (*United States Geological Survey*) de maneira gratuita, as quais correspondem as seguintes datas: 29 de dezembro de 2008 e 09 de dezembro de 2018. O processamento das imagens e a aplicação do NDVI foi realizado no software QGIS, versão 2.18.23.

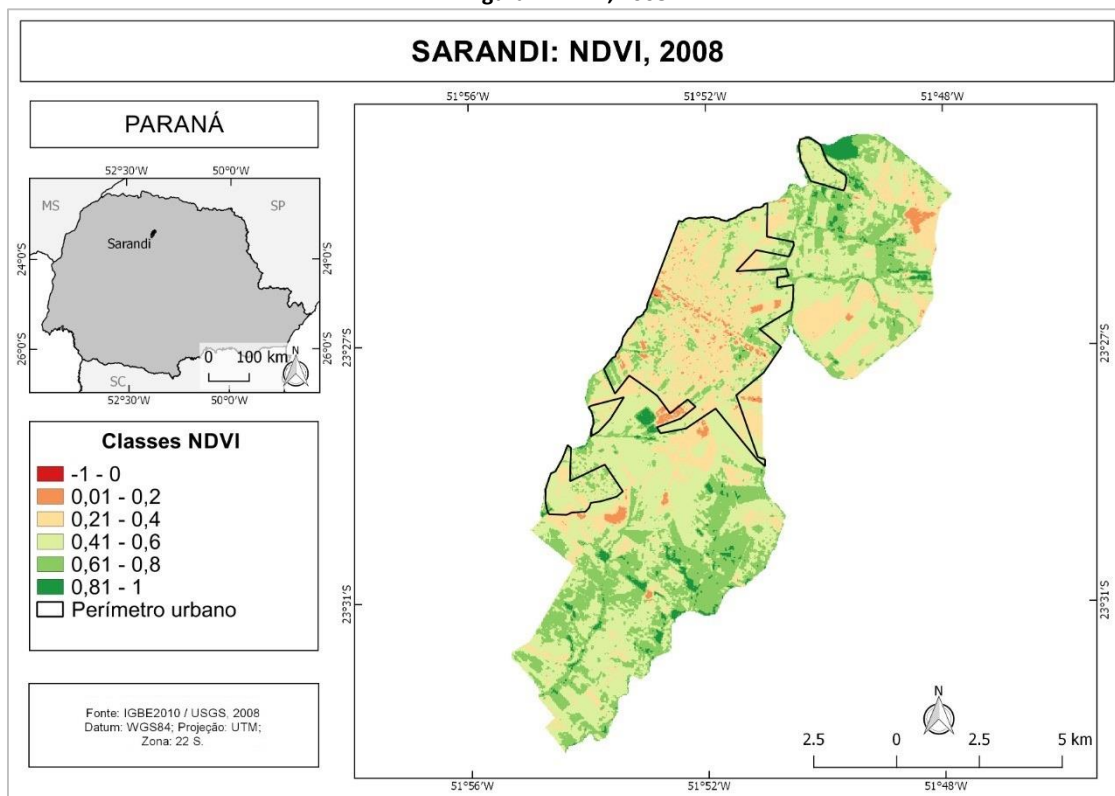
Para melhor identificação e análise das imagens processadas aplicou-se uma paleta de cores, a qual varia do verde ao vermelho, sendo que as áreas com vegetação apresentam coloração verde e as áreas com ausência de vegetação seja em decorrência de solo exposto, água ou de áreas impermeáveis, em vermelho.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As imagens de NDVI geradas se apresentam com aplicação de paleta de cores, permitindo que se identifique com clareza a resposta espectral de distintas coberturas da superfície terrestre, tais como solo exposto, áreas de cultivo, áreas que apresentam ou não vegetação, onde esta última se demonstra de modo expressivo ao se realizar a comparação entre as duas imagens (Figura 2 e 3).

Os valores negativos do NDVI apresentados nos mapas em vermelho correspondem as áreas sem cobertura vegetal, além de contemplarem parcela do perímetro urbano, constituídas por áreas impermeáveis, em conjunto com a presença da vegetação viária e também àquelas que ocorrem nos fundos de vale, como pode ser observadas em ambos anos (2008 e 2018). No entanto, a vegetação da área urbana (viária) é pouco evidenciada principalmente pela resolução espacial de 30 metros das imagens utilizadas.

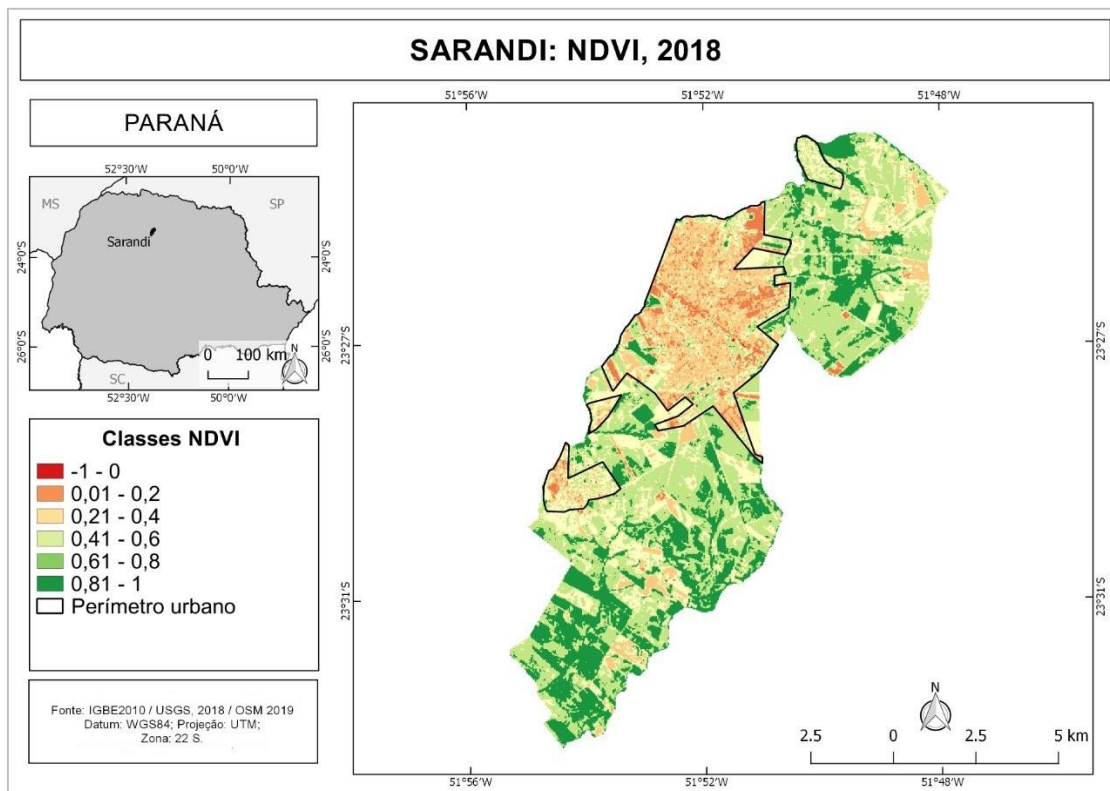
Figura 2: NDVI, 2008



Fonte: AUTORES, 2019

Os valores positivos de NDVI (0,01 - 0,2 e 0,21 - 0,4) também correspondem às parcelas de solo exposto, desocupadas de culturas temporárias ou áreas no perímetro urbano, evidenciadas no mapa de 2008 (Figura 2). Os demais valores positivos (0,41 - 0,6, 0,61 - 0,8 e 0,81 - 1), expõem através das cores mais claras as culturas temporárias e na classe de 0,81-1 com a maior intensidade na cor verde escuro, corresponde às áreas de cobertura vegetal, verificadas predominantemente no mapa de 2018 (Figura 3).

Figura 3: NDVI, 2018



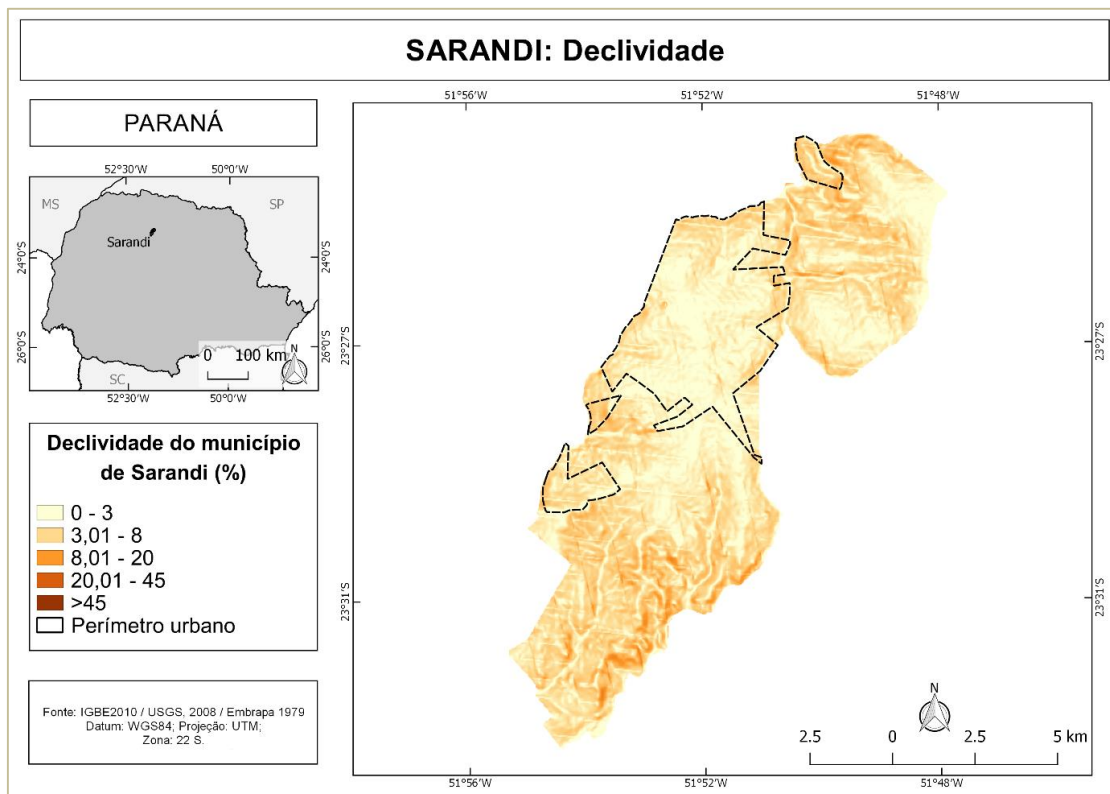
Fonte: AUTORES, 2019

Ao comparar e analisar os mapas de 2008 e 2018, evidencia-se o crescimento significativo da cobertura vegetal da área, contemplados em sua maioria por Áreas de Preservação Permanente.

Os menores valores de NDVI se apresentam em maior predominância no mapa de 2008, esses correspondem ao solo exposto, culturas temporárias e malha urbana. Já os valores elevados de NDVI (0,81 - 1), os quais correspondem a presença de vegetação se fazem mais evidentes no mapa de 2018, mostrando assim que houve um aumento de vegetação principalmente na área rural.

O aumento da vegetação verificado a partir das imagens entre 2008 e 2018 (Figura 2 e 3) pode ser compreendido pelo aumento da mecanização na região do município ao longo dos últimos anos, tendo em vista a dificuldade de acesso de maquinário em setores com maiores declividades (Figura 4). Além disso, essa situação pode acarretar em mudanças de usos do solo, com o aproveitamento dessas áreas para a silvicultura, pastagem e outros.

Figura 4: Declividade do município de Sarandi

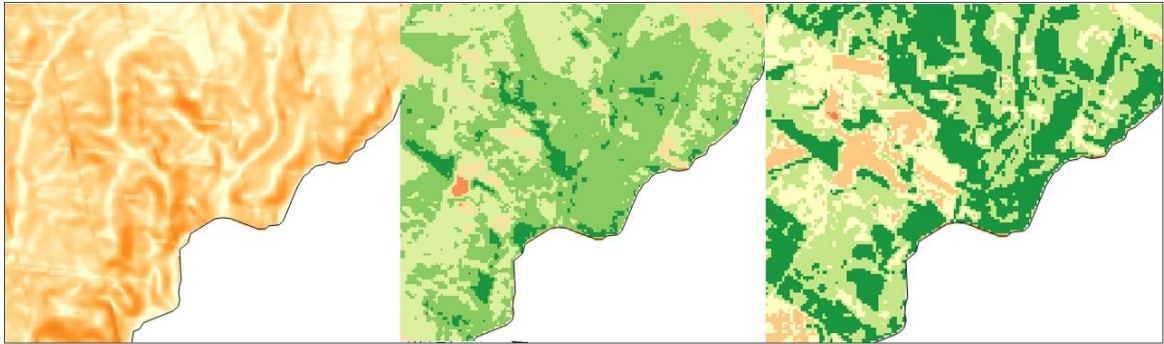


Fonte: AUTORES, 2019

Segundo Ramalho Filho & Beek (1995) relevos que variam de suave ondulados a ondulados já são inaptos ao trabalho com máquinas agrícolas, isso se deve a perda no potencial do maquinário, não se tornando viável a implementação assim pelo potencial de tombamento dos mesmos. Desse modo, verifica-se com áreas com declives acima de 8% são caracterizadas como inapropriadas a mecanização.

Ao analisar o NDVI dos anos de 2008 e 2018 (Figuras 2 e 3) e a declividade do município de Sarandi (Figura 4), verificamos que as áreas com maiores declividades estão associadas com a maior expressividade da vegetação em 2018, sendo esta condição, a potencial justificativa para o aumento da vegetação entre os anos de 2008 e 2018, como mostra a figura 5.

Figura 5: Comparação da intensidade de declividade em relação aos NDVIs de 2008 e 2010



Fonte: AUTORES, 2019

CONCLUSÃO

A partir da comparação e análise realizada entre os mapas de períodos distintos (2008 e 2018), foi possível ponderar a dinâmica da expansão da cobertura vegetal, principalmente em Áreas de Preservação Permanente no município de Sarandi, Paraná.

Verificamos a partir da aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, que entre 2008 e 2018 ocorreu um avanço da cobertura vegetal no município, essa provavelmente se deu em decorrência do avanço da mecanização na área, tendo em vista que essa não permite o cultivo em declives superiores 8%. Essa dinâmica é notória ao se comparar com as imagens e analisar o incremento de áreas verdes ao longo da área estudada.

Verificamos assim que essa dinâmica não é devida as mudanças presentes no Código Florestal de 2012, tendo em vista que a mudança ocorrida não atua na manutenção e preservação da vegetação, em especial nas áreas de APP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, W. V. **A Produção Imobiliária e a Reestruturação das Cidades Médias: Londrina E Maringá/Pr.** Presidente Prudente: tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2015.

BORATTO, I. M. P. Gomide, R. L. **Aplicação dos índices de vegetação NDVI, SAVI e IAF na caracterização da cobertura vegetativa da região Norte de Minas Gerais.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2013, Foz do Iguaçu. Aplicação dos índices de vegetação NDVI, SAVI e IAF na caracterização da cobertura vegetativa da região Norte de Minas Gerais, 2013. p. 7345-7352.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

IBGE. **Manual Técnico de Vegetação Brasileira.** Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 271p.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Geração de Imagens: Landsat.** Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/documentacao/satelites/landsat>>. Acesso em: 20 mar 2020.

IPARDES. **Caderno estatístico do município de Sarandi.** 2020.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres.** São José dos Campos Parêntese, 2009. 598 p.

LIMA, Valéria. **A sociedade e a natureza na paisagem urbana: análise de indicadores para avaliar a qualidade ambiental.** 2013. 358 fl. Tese (doutorado em Geografia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2013.

MOREIRA, Maurício Alves ; SHIMABUKURO, Y. E. . **Cálculo do índice de vegetação a partir do sensor AVHRR**. In: Nelson Jesus Ferreira. (Org.). *Aplicações ambientais brasileiras dos satélites NOAA e TIROS-N*. São Paulo: Oficina de Textos, 2004, v. , p. 79-101.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, Casa Civil. **Lei nº 12.651**, de 25 de maio de 2012.

PETRY, C. A. **Atuação da bancada ruralista nas votações de projetos relacionados ao Novo Código Florestal Brasileiro durante o governo Dilma**. 2014. Monografia (Graduação em Ciências Sociais) – Departamento de Ciência Política, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K.J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1995. 65p.

RODRIGUES, A. L. **Características do processo de urbanização de Maringá – PR: uma cidade de “porte médio”**. *Cadernos Metrópole*, N. 12, p. 95-121, 2º sem. 2004.

ROCHA, R. R. C.; ROCHA, S. M. **ANÁLISE DE ALGUNS PONTOS CONTROVERSOS DA LEGISLAÇÃO FLORESTAL BRASILEIRA**. *revista eletrônica de direito público*, v. 4, p. 62-76, 2018.

SILVA, B. F. e; et al. **A Configuração Socioespacial Do Aglomerado Metropolitano Sarandi-Maringá-Paiçandu: DA GÊNESE A ATUALIDADE**. Natal: UFRN, Seminário Nacional governança Urbana e Desenvolvimento metropolitano. 2010.