

Artigo Original

e-ISSN 2177-4560

DOI: 10.19180/2177-4560.v13n22019p305-316

Submetido em: 5 abr. 2019

Aceito em: 31 jan. 2020


Análise da cobertura vegetal do perímetro urbano de Campo Mourão por meio de índices de vegetação

Renan Valério Eduvirgem  <https://orcid.org/0000-0002-9830-869X>


Doutorando em Geografia pela Universidade Estadual do Maringá – Maringá/PR – Brasil. E-mail: georenanvalerio@gmail.com

Fernando Henrique Villwock  <https://orcid.org/0000-0001-5921-9312>


Doutorando em Geografia pela Universidade Estadual do Maringá – Maringá/PR – Brasil. E-mail: fernandovillwock@hotmail.com

Denis Cereja dos Santos  <https://orcid.org/0000-0003-1871-3714>

Mestrando em Geografia pela Universidade Estadual do Maringá – Maringá/PR – Brasil. E-mail: denis.santos193@hotmail.com

Matheus Vinicius dos Santos  <https://orcid.org/0000-0003-3031-7925>

Graduando em Geografia pela Universidade Estadual do Maringá – Maringá/PR – Brasil. E-mail: matheusvini.geo@gmail.com

Laine Milene Caraminan  <https://orcid.org/0000-0001-8239-2578>

Mestranda em Geografia pela Universidade Estadual do Maringá – Maringá/PR – Brasil. E-mail: caraminanlaine@gmail.com

Este estudo teve como objetivo analisar a vegetação do perímetro urbano de Campo Mourão, Paraná, no período de 03/07/2016 a 11/09/2018, utilizando os índices NDVI e SAVI. Os procedimentos metodológicos pautaram-se na seleção das imagens orbitais que não apresentaram nuvens sobre a área em estudo; gerar o NDVI; gerar o SAVI; confeccionar os box plots. Diagnosticou-se que o SAVI apresentou mais transições nas fases de evolução das culturas temporárias nas faces sul e norte. No que concerne à vegetação presente nos fundos de vale, o NDVI apresentou mais oscilações na vegetação.

Palavras-chave: Satélite. Vegetação. Monitoramento. Cobertura vegetal. Perímetro urbano.



Análise da cobertura vegetal do perímetro urbano de Campo Mourão por meio de índices de vegetação

Renan Valério Eduvirgem et al.

.....
Analysis of vegetable coverage of the urban perimeter of Campo Mourão by vegetation indexes

The objective of this study was to analyze, using the NDVI and SAVI indices, the vegetation of the urban perimeter of Campo Mourão (Brazil) from 3rd July 2016 to 11th September 2018. The methodological procedures were based on the sealing of the orbital images that did not present clouds on the area under study; generate the NDVI, generate the SAVI, make the box plots. It was diagnosed that the SAVI presented more transitions in the phases of evolution of the temporary cultures in the south and north faces. Concerning the vegetation present in the valley bottoms, the NDVI showed more oscillations in the vegetation.

Key words: Satellite. Vegetation. Monitoring. Vegetation cover. Urban perimeter.

Análisis de la cobertura vegetal del perímetro urbano de Campo Mourão por medio de índices de vegetación

Este estudio tuvo como objetivo analizar la vegetación del perímetro urbano de Campo Mourão (Brasil), en el período del 03/07/2016 al 11/09/2018, utilizando los índices NDVI y SAVI. Los procedimientos metodológicos se basaron en la selección de las imágenes orbitales que no presentaron nubes sobre el área en estudio; generar el NDVI, generar el SAVI, confeccionar los box plots. Se diagnosticó que el SAVI presentó más transiciones en las fases de evolución de los cultivos temporales en las caras sur y norte. En lo que concierne a la vegetación presente en los fondos de valle, el NDVI presentó más oscilaciones en la vegetación.

Palabras clave: Satélite. Vegetación. Monitoreo. Cobertura vegetal. Perímetro urbano.



Análise da cobertura vegetal do perímetro urbano de Campo Mourão por meio de índices de vegetação

Renan Valério Eduvirgem et al.

1 Introdução

As modificações no espaço geográfico foram intensificadas no Holoceno, com maiores alterações no Brasil nos séculos XIX e XX. Essa relação desarmoniosa entre a sociedade e o ambiente influencia diretamente na degradação da vegetação.

O sensoriamento remoto (SR) auxilia o monitoramento da vegetação no Brasil desde o século XX com a utilização de imagens orbitais. No presente século, XXI, é fundamental a utilização de técnicas de SR para monitorar as diferenças da vegetação que ainda se mantém, tanto na zona rural como urbana.

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) é fundamental para realizar o acompanhamento das alterações da vegetação e culturas. O Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI) coopera com o acompanhamento das modificações da paisagem, podendo apresentar resultados próximos ao NDVI.

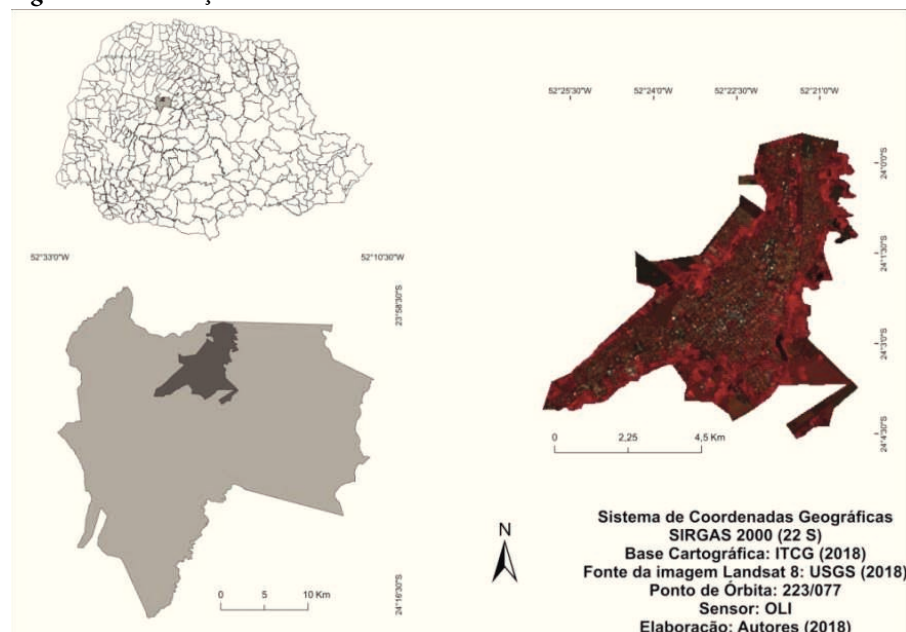
Este estudo tem como objetivo analisar a vegetação do perímetro urbano de Campo Mourão, Paraná, no período de 03/07/2016 a 11/09/2018, utilizando os índices NDVI e SAVI.

2 Material e Métodos

2.1. Localização e descrição da área de estudo

A cidade de Campo Mourão (Figura 1) está localizada na mesorregião Centro Oriental do Paraná, no terceiro Planalto Paranaense. O município possui 94.412 habitantes estimados para 2018, crescimento de 7,65% em relação ao levantamento demográfico de 2010 (IBGE, 2018).

Figura 1. Localização da área de estudo



Fonte: Os autores (2018)

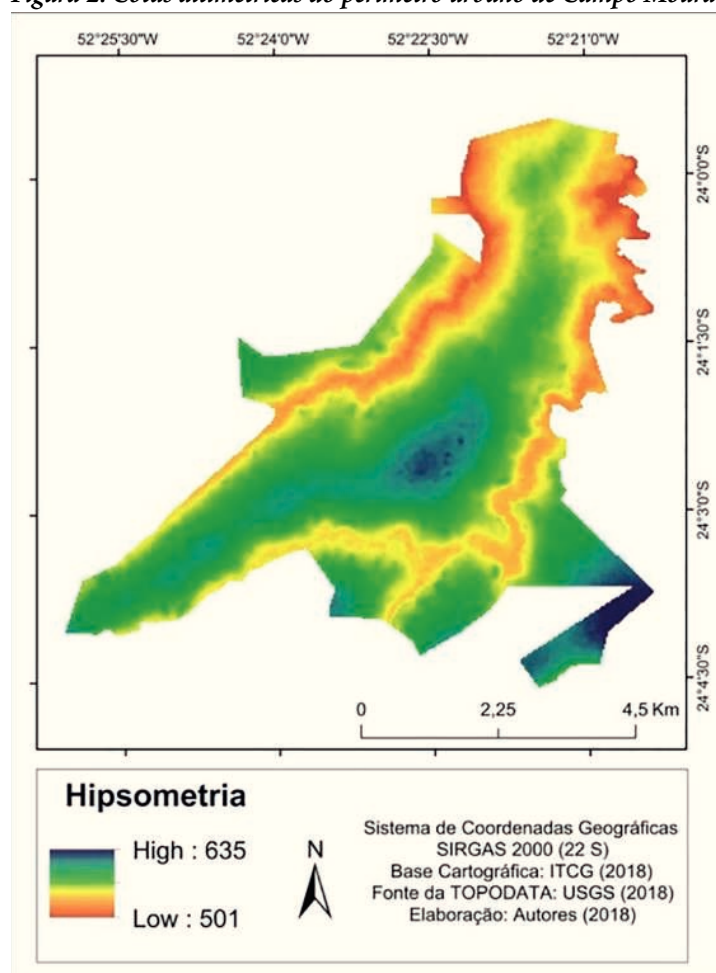
Análise da cobertura vegetal do perímetro urbano de Campo Mourão por meio de índices de vegetação

Renan Valério Eduvirgem et al.

Com relação às cotas altimétricas do município, verificou-se uma amplitude de 134 metros, sendo a menor cota de 501 e a maior de 635 metros. Nas maiores cotas altimétricas estão presentes construções urbanas no centro do perímetro urbano, e a sudeste com a presença de cultivo. No entanto, as baixas altitudes margeiam os fundos de vales do perímetro urbano (Figura 2).

No que concerne às classes de declividades, é possível verificar que as cotas predominantes estão na classe de 0-6%, já a segunda classe que se destaca no perímetro estudado é de 12-20% e 6-12% respectivamente, principalmente às margens dos rios urbanos (Figura 3).

Figura 2. Cotas altimétricas do perímetro urbano de Campo Mourão

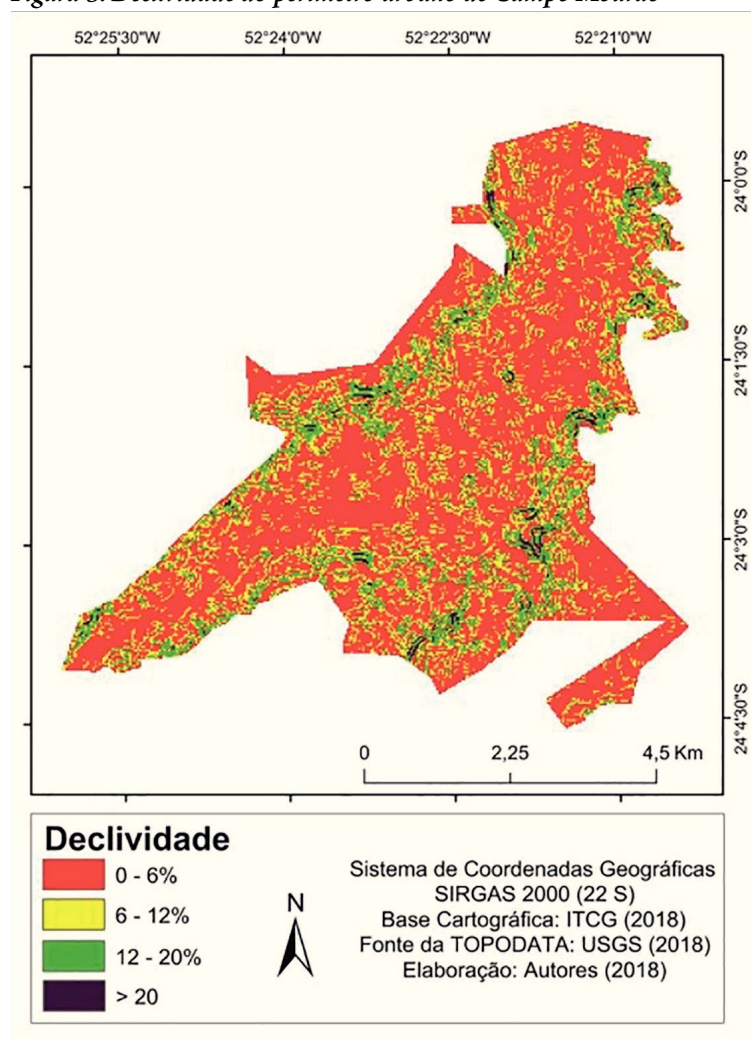


Fonte: Os autores (2018)

Análise da cobertura vegetal do perímetro urbano de Campo Mourão por meio de índices de vegetação

Renan Valério Eduvirgem et al.

Figura 3. Declividade do perímetro urbano de Campo Mourão



Fonte: Os autores (2018)

2.2. Seleção das imagens de satélite e tratamento

O estudo foi realizado com a utilização de imagens do satélite Landsat 8 – sensor OLI para gerar os índices de NDVI e SAVI, no período de 03/07/2016 a 11/09/2018. Nesse estudo, foram utilizadas 16 imagens orbitais, pois esse total não apresentou nuvens sobre a área em estudo. Não obstante, as imagens com nuvens foram descartadas.

As imagens foram obtidas no bando de dados da United States Geological Survey (USGS). As imagens correspondem à órbita 223 e ponto 077.

Realizou-se a calibração radiométrica, que concerne à conversão do Número Digital (ND) dos pixels das imagens em radiância espectral monocromática, Equação 1.

Análise da cobertura vegetal do perímetro urbano de Campo Mourão por meio de índices de vegetação

Renan Valério Eduvirgem et al.

$$L\lambda = M_L Q_{cal} + A_L \quad (\text{Eq.1})$$

Em que:

$L\lambda$ é a radiância espectral monocromática $W m^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$;

M_L é o fator multiplicativo de cada banda;

A_L é o coeficiente de adição encontrado no arquivo metadados;

Q_{cal} são os números digitais (DN) correspondentes a cada banda da imagem.

De acordo com Santos *et al.* (2017) a correção atmosférica é indiscutível, havendo sempre a necessidade de realização. Neste estudo, utilizou-se o DOS (Dark Object Subtraction) para tratamento das imagens. Nesse método criado por Chavez (1988), o processo de espalhamento atmosférico é corrigido na imagem orbital.

Assim, nesse processo, as imagens orbitais com os NDs convertidos em refletância aparente (PONZONI; SHIMABUKURO, 2009) podem ser utilizadas. Para correção dos efeitos atmosféricos foi utilizado o software Qgis 2.18.1 (2018); para confecção dos mapas, o ArcGis10.4.1®.

Com relação à declividade e hipsometria, utilizaram-se duas imagens do projeto TOPODATA disponibilizadas pela USGS. As classes de declividade foram realizadas conforme a metodologia de (SANTOS *et al.*, 2006).

Para gerar os box plots, empregou-se o Microsoft RStudio (RSTUDIO, 2012).

2.3. Índice NDVI

O resalto da vegetação pelo NDVI considera as relações entre a refletância da vegetação e a do solo, uma vez que a vegetação possui elevada refletância na região do Infravermelho Próximo, e o solo, na região do vermelho.

Nesse contexto, quanto mais densa a cobertura vegetal, menor será a refletância na região do visível-vermelho; todavia, será superior a refletância na região do Infravermelho Próximo. Para o cálculo de NDVI, utilizou-se a Equação 2:

$$NDVI = (\rho_{NIR} - \rho_{RED}) / (\rho_{NIR} + \rho_{RED}) \quad (\text{Eq.2})$$

Em que:

NDVI é o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada;

ρ_{NIR} é a refletância na banda do infravermelho próximo;

ρ_{RED} é a refletância na banda vermelha.

Os valores obtidos no NDVI variam entre +1 e -1, em que, quanto mais próximo de -1, menor a densidade da cobertura vegetal, e quanto mais próximo de +1, maior é a densidade.

Análise da cobertura vegetal do perímetro urbano de Campo Mourão por meio de índices de vegetação

Renan Valério Eduvirgem et al.

2.4. Índice SAVI

Para gerar o SAVI, foi utilizada a Equação 3:

$$SAVI = \left(\frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED} + L} \right) * (1 + L) \quad (\text{Eq.3})$$

Em que:

ρ_{NIR} é a refletância na banda do infravermelho próximo;

ρ_{RED} é a refletância na banda do vermelho;

“L” é a constante que minimiza o efeito do solo e pode variar de 0 a 1.

Segundo Huete (1988), os valores ótimos para L são:

L = 1 para densidades baixas (vegetações abertas);

L = 0,5 para densidades médias;

L = 0,25 para densidades altas.

Com análise de imagem orbital na composição colorida (RGB 4, 3, 2), definiu-se o valor de 0,5 para a constante L.

3 Resultados e discussões

Os mapas de NDVI apresentaram as maiores oscilações nas áreas com culturas temporárias, nas faces sul e norte, principalmente nos meses de junho e dezembro. Para o SAVI, os meses em que as culturas temporárias se apresentaram notoriamente foram junho, setembro, dezembro (Figuras 4 e 5).

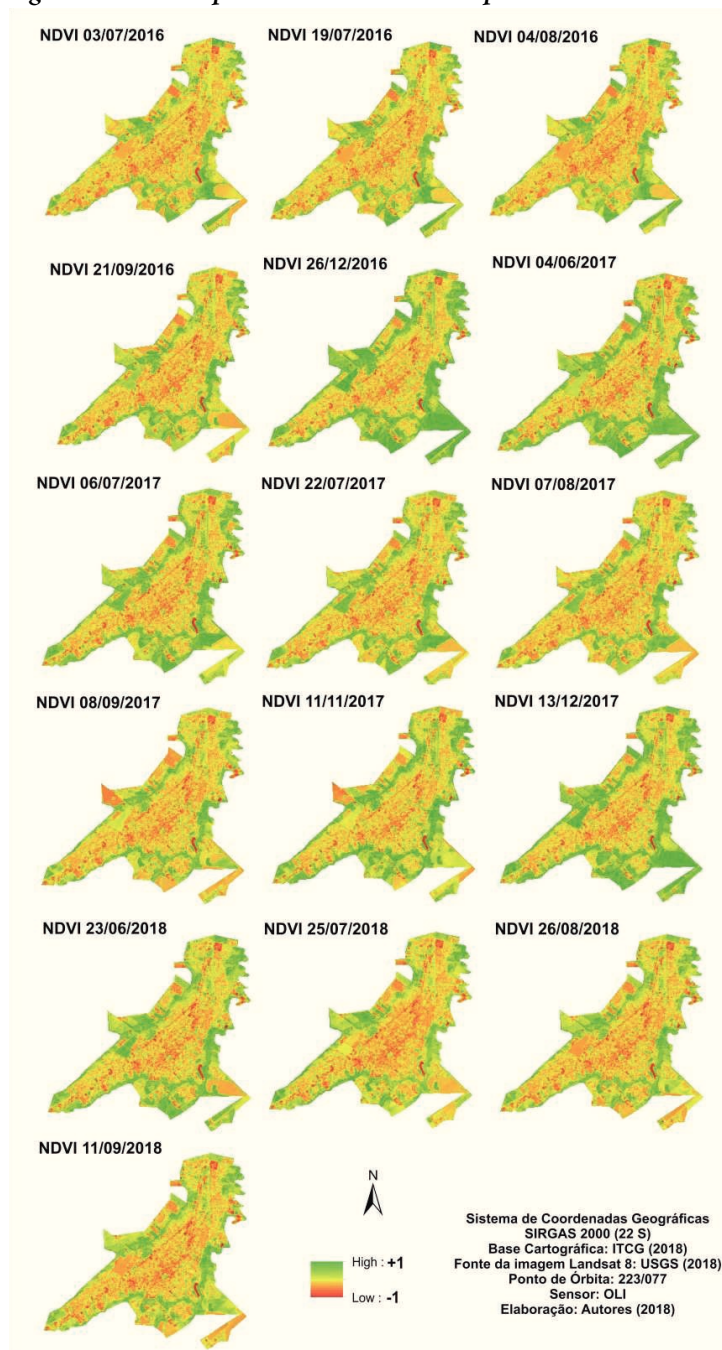
Devido ao ajuste ao solo, o SAVI apresentou maior heterogeneidade na série temporal elencada, sendo o NDVI menos abrupto nas transições de classes iniciais de crescimento e aumento de clorofila após decaimento acentuado. Os valores máximos obtidos foram de 0,93 para o NDVI e 0,77 para o SAVI. Para os mínimos, -1 para o NDVI e -0,2 para o SAVI. Essas informações estão em consonância com o estudo desenvolvido por Rodrigues *et al.* (2013), na sub-bacia do Vale do Rio Itapecerica, Alto São Francisco, em Minas Gerais.

Os maiores valores de NDVI e SAVI foram registrados nos fundos de vales, uma vez que essa vegetação é fundamental para preservação do curso d'água. Outros pontos com valores elevados dos índices de vegetação ocorreram nos arredores do lago municipal, lote 7H (com cerrado), e na Estação Ecológica do Cerrado, em que há presença de espécies da Floresta Estacional Semidecidual, além dos pixels que contemplam praças com árvores com copas frondosas. Melo, Sales e Oliveira (2011), em estudo realizado em Crateús-CE, enfatizaram que o índice de vegetação é essencial para monitoramento das áreas com distintos graus de cobertura vegetal, inclusive para as áreas com os maiores valores, com fins do monitoramento e análise espacial.

Análise da cobertura vegetal do perímetro urbano de Campo Mourão por meio de índices de vegetação

Renan Valério Eduvirgem et al.

Figura 4. NDVI do perímetro urbano de Campo Mourão

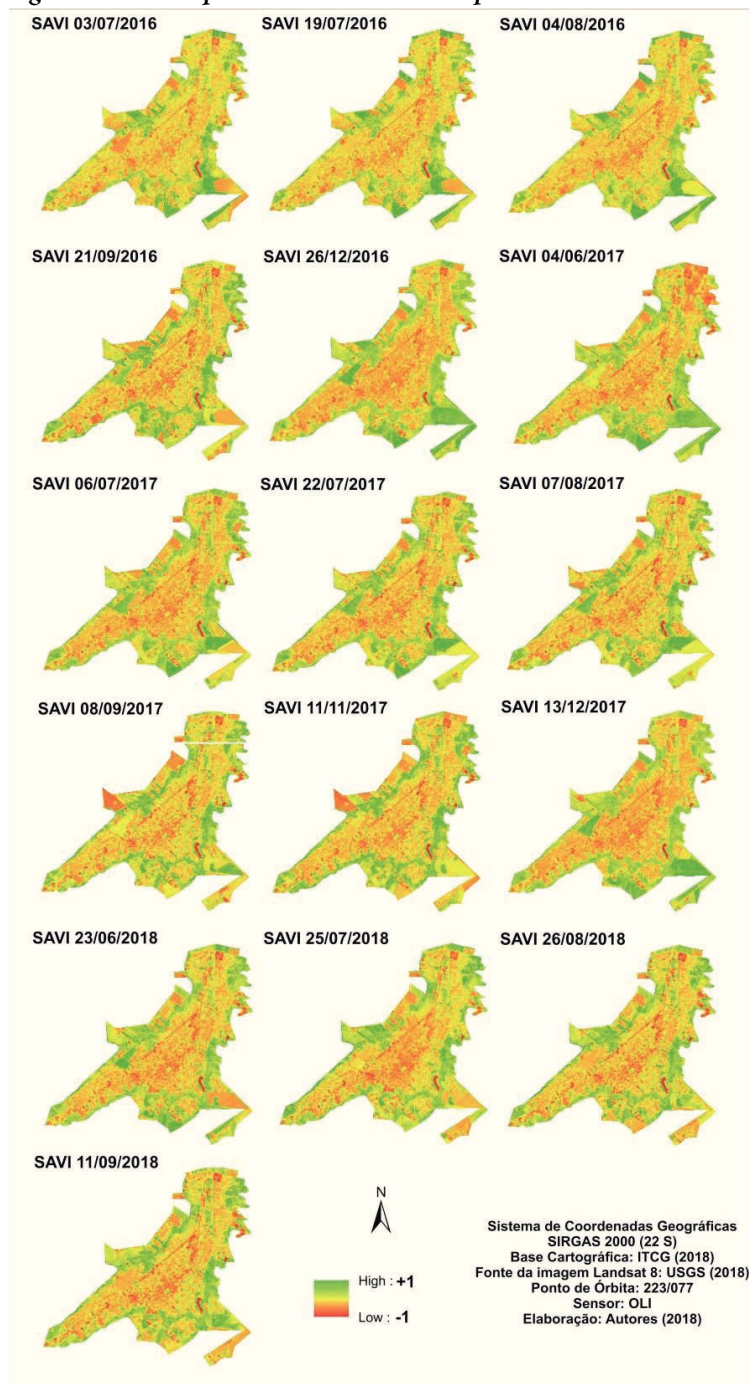


Fonte: Os autores (2018)

Análise da cobertura vegetal do perímetro urbano de Campo Mourão por meio de índices de vegetação

Renan Valério Eduvirgem et al.

Figura 5. SAVI do perímetro urbano de Campo Mourão



Fonte: Os autores (2018)

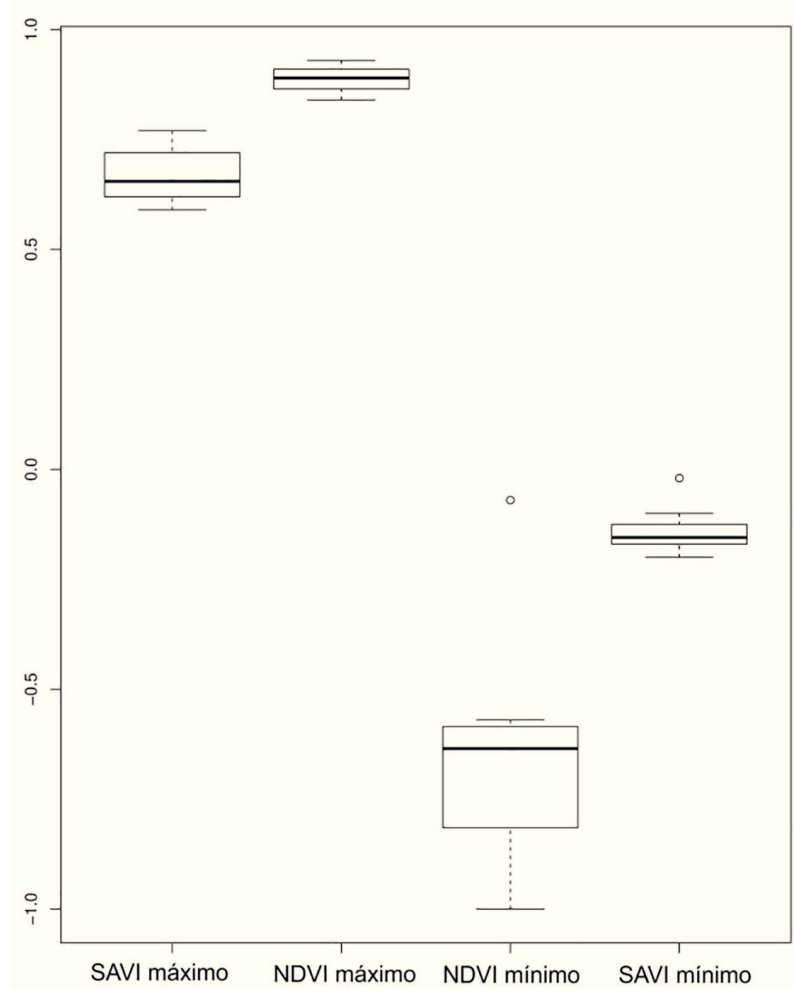


Análise da cobertura vegetal do perímetro urbano de Campo Mourão por meio de índices de vegetação

Renan Valério Eduvirgem et al.

Na Figura 6, é possível observar que o NDVI obteve os valores máximos e mínimos superiores ao SAVI. Assim, o NDVI apresentou-se com maior dispersão dos dados para os valores mínimos e mais concentrados para os máximos. Com comportamento inversamente proporcional, o SAVI apresentou valores máximos mais dispersos em relação aos valores mínimos (Figura 6).

Figura 6. Box plots dos valores obtidos de máximas e mínimas do NDVI e SAVI



Desse modo, o ajuste ao solo proporcionado pelo SAVI demonstrou comportamento menos instável na dinâmica da cobertura vegetal, principalmente no que concerne às áreas de fundo de vale do perímetro urbano de Campo Mourão, que devem ser preservadas.

Com relação ao parágrafo anterior, Eduvirgem, Peričato e Soares (2018) afirmaram que há necessidade da preservação e conscientização das áreas verdes urbanas, para tornar possível usufruir de seus benefícios, mesmo que indiretamente por meio do conforto térmico. A Lei Federal nº 12.651/2012, no Art. 4, é fundamental para fins de metragem da preservação das áreas verdes nos arredores dos cursos d'água.

Análise da cobertura vegetal do perímetro urbano de Campo Mourão por meio de índices de vegetação

Renan Valério Eduvirgem et al.

Portanto, NDVI e SAVI são ferramentas importantes para o acompanhamento da dinâmica e monitoramento da preservação da vegetação no perímetro urbano de Campo Mourão, uma vez que esse monitoramento consiste em medida de prevenção ao desmatamento e acompanhamento das áreas com incremento de vegetação, principalmente arbórea e arbustiva, para auxiliar no conforto térmico, que se faz essencial aos cidadãos.

4 Considerações finais

O SR foi fundamental para promover a análise da vegetação por meio dos índices NDVI e SAVI, em que os mesmos permitiram avaliar para o perímetro urbano estudado melhor resposta do SAVI, uma vez que esse índice apresentou mais transições nas fases de evolução das culturas temporárias nas faces sul e norte. No que concerne à vegetação presente nos fundos de vale, o NDVI apresentou mais oscilações na vegetação que margeiam cursos d'água; assim, o SAVI novamente apresentou comportamento superior ao do NDVI.

Por fim, salientamos que novos estudos devem ser realizados, pois o monitoramento da vegetação é a melhor maneira de impedir que haja a degradação em grandes parcelas, haja vista que o perímetro estudado não apresenta vegetação esparsa por toda área em abundância, mas sim maior concentração ao redor dos cursos d'água, que são áreas de baixa altitude e elevada declividade.

Referências

BRASIL. Código Florestal Brasileiro. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. *Diário Oficial da União*, Brasília, 2012.

CHAVEZ, J. R. P. S. An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. *Remote Sensing of Environment*, v.24, p. 459-479, 1988.

EDUVIRGEM, R. V.; PERIÇATO, A. J.; SOARES, C. R. Análise do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada do córrego Lombo em Maringá, Paraná. *Fórum Ambiental da Alta Paulista*, v. 14, n. 2, p. 119-129, 2018.

HUETE, A. R. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). *Remote sensing of environment*, v. 25, n. 3, p. 295-309, 1988.

IBGE. *Cidades*. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/campo-mourao/panorama>. Acesso em: 15 dez. 2018.

MELO, E. T.; SALES, M. C. L.; OLIVEIRA, J. G. B. Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para análise da degradação ambiental da Microbacia Hidrográfica do Riacho dos Cavalos, Crateús-CE. *RA'EGA*, v. 23, p. 520-533, 2011.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. *Sensoriamento Remoto no estudo da vegetação*. São José dos Campos, SP: Ed. Parêntese, 2009. 138 p



Análise da cobertura vegetal do perímetro urbano de Campo Mourão por meio de índices de vegetação

Renan Valério Eduvirgem et al.

.....
QGIS. *User's Guide QGIS 2.18.1*. 2018. Disponível em: <http://www.qgis.org/en/docs/>. Acesso em: 1 out. 2018.

RODRIGUES, E. L. *et al.* Avaliação da cobertura vegetal por meio dos índices de vegetação SR, NDVI, SAVI e EVI na sub-bacia do Vale do Rio Itapecerica, Alto São Francisco, em Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu, Paraná. *Anais...* p. 1472-1479.

RSTUDIO. *RStudio: integrated development environment for R*. Boston: RStudio, 2012. Disponível em: <http://www.rstudio.com>. Acesso em: 3 ago. 2018.

SANTOS, L. J. C. *et al.* Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 7, n. 2, p. 3-12, 2006.

SANTOS, T. C. C. *et al.* Comparação de modelos de correção atmosférica para imagem Wordview-2. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 69, n.2, p. 229-240, 2017.

Agradecimentos

Os três primeiros autores agradecem à Fundação CAPES pelas bolsas de doutorado e mestrado que foram essenciais para a realização deste estudo.

