



Padrão Espacial do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e da Temperatura da Superfície Terrestre (TST) no Município de Campo Mourão/PR
Spatial Pattern of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and Terrestrial Surface Temperature (TST) in the Municipality of Campo Mourão/PR

Talles Neves de Toffoli¹; Rosinaldo de Souza Rodrigues Junior¹ & José Hilário Delconte Ferreira¹

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento Acadêmico de Biodiversidade e Conservação da Natureza,
Rua Rosalina Maria Ferreira, 1233, 87.301-899, Campo Mourão, PR – Brasil
E-mails: tallesndt@gmail.com; rsrodriguesjunior@gmail.com; jhdferreira@gmail.com
Recebido em: 14/05/2019 Aprovado em: 12/08/2019
DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2019_4_182_188

Resumo

O presente estudo teve como objetivo analisar o padrão espacial do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e a Temperatura de Superfície Terrestre (TST) no município de Campo Mourão/PR, através da análise de imagens do satélite Landsat 8. Para a análise foram utilizadas imagens adquiridas no Serviço de Levantamento Geológico Americano (USGS) referentes ao período de 2015 a 2017. O processamento e tratamento dessas imagens foram realizados a partir do *software* SPRING 5.5.3 em LEGAL e a elaboração de mapas temáticos através do *software* QGIS 2.18. Verificou-se uma relação proporcionalmente inversa entre os parâmetros analisados. Obteve-se com o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) entre 0 a 0.25 e 0.75 a 1, Temperatura de Superfície Terrestre (TST), respectivamente, por volta de 15 a 22.5 °C e 30 a 35 °C. Assim, o padrão espacial do NDVI e da TST no município de Campo Mourão/PR ocorreram de maneira inversamente proporcional.

Palavras-chave: Landsat 8; Parâmetros biofísicos; Sensoriamento remoto

Abstract

The present study aimed to analyse the spatial pattern of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and the Terrestrial Surface Temperature (TST) in the municipality of Campo Mourão/PR, through Landsat 8 satellite image analysis. For the analysis we used images acquired from the American Geological Survey Service (USGS) for the period from 2015 to 2017. The processing and processing of these images were performed using the *software* SPRING 5.5.3 in LEGAL and the elaboration of thematic maps using the *software* QGIS 2.18. It was obtained with the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) between 0 to 0.25 and 0.75 to 1, Terrestrial Surface Temperature (TST), respectively, around 15 to 22.5 °C and 30 to 35 °C. Thus, the spatial pattern of NDVI and TST in Campo Mourão/PR occurred inversely proportional.

Keywords: Landsat 8; Biophysical parameters; Remote sensing



1 Introdução

A necessidade da análise de parâmetros da superfície, aumenta com substituição de coberturas superficiais naturais e apropriação destes espaços para atividades antrópicas. Em meio as ferramentas relacionadas as geotecnologias, pode-se citar o sensoriamento remoto como uma das possibilidades para realizar tais análises.

O sensoriamento remoto pode ser definido como um conjunto de procedimentos destinados à obtenção de imagens ou outros tipos de dados por meio da coleta de energia eletromagnética emitida ou refletida pela superfície terrestre, através de sensores acoplados nos mais variados níveis de aquisição (Silva, 2015).

O uso de dados de sensoriamento remoto tem assumido grande relevância, oferecendo maior compreensão no monitoramento de diversos fenômenos através de parâmetros biofísicos (Bezerra *et al.*, 2011; Oliveira *et al.*, 2012; Martins & Mascarenhas, 2018; Encina *et al.*, 2018).

Por meio do sensoriamento remoto, pode-se realizar análises mais detalhadas dos processos naturais e dos diferentes padrões de crescimento do uso e ocupação do solo (Steinke *et al.*, 2010; Bezerra *et al.*, 2014; Silva, 2015).

Giongo *et al.* (2010) e Lopes *et al.* (2010) estimaram alguns parâmetros biofísicos da superfície, dentre os quais o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e a Temperatura de Superfície

Terrestre (TST) utilizando a técnica de sensoriamento remoto com imagens de satélite.

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), por exemplo, é empregue para destacar e caracterizar a vegetação, assim apresenta potencial para monitorar variáveis ambientais, como a desertificação (Tucker *et al.*, 1991), o uso e ocupação do solo (Jones *et al.*, 1997) e efeitos do aumento da temperatura (Myneni *et al.*, 1997; Bezerra *et al.*, 2014).

A Temperatura de Superfície Terrestre (TST), pode ser utilizada em aplicações geológicas, hidrológicas, climatológicas e meteorológicas, tal como para monitorar a espacialização do padrão térmico de uma região e acompanhar o estado da vegetação e de cultivos (Li & Becker, 1993; Norman & Becker, 1995).

Assim, nesse trabalho o objetivo foi analisar o padrão espacial do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e a Temperatura de Superfície Terrestre (TST) no município de Campo Mourão/PR.

2 Material e Métodos

2.1 Caracterização da Área de Estudo

A área de estudo compreende o município de Campo Mourão/PR (Figura 1), localizado entre as latitudes $23^{\circ} 56' 50.84''$ S e $24^{\circ} 18' 24.54''$ S e as longitudes $52^{\circ} 08' 35.16''$ W e $52^{\circ} 33' 46.87''$ W, em que possui área territorial de 763,637 km², com população estimada no ano de 2019 em 94.859 habitantes (IBGE, 2019; IPARDES, 2019).

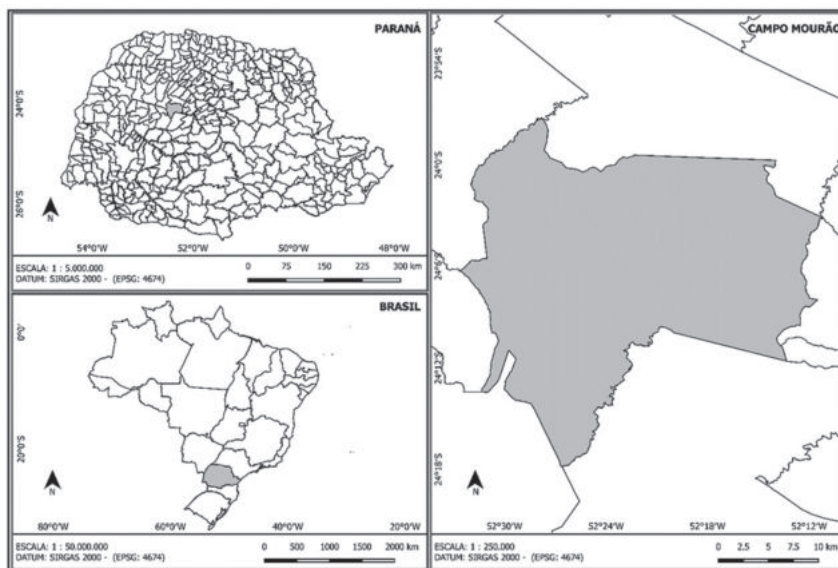


Figura 1 Mapa de localização do município de Campo Mourão/PR.

De acordo com Alvares *et al.* (2013), o clima predominante no município de Campo Mourão/PR é classificado como Cfa, esse se caracteriza por ser um clima subtropical com temperatura média no mês mais frio inferior a 18 °C e temperatura média no mês mais quente acima de 22 °C.

O município de Campo Mourão/PR conta com três tipologias florestais: Floresta Ombrófila Mista Montana, Floresta Estacional Semidecidual Montana e Cerrado (Roderjan *et al.*, 2002).

2.2 Aquisição das Imagens Orbitais

Os produtos do Landsat 8 utilizados são referentes as datas de 12/04/2015, 02/08/2015, 13/03/2016, 21/09/2016, 22/07/2017 e 13/12/2017 com horário local de aquisição das imagens pelo satélite de 10:29, sendo somente na data 13/12/2017 a aquisição realizada as 9:29, por conta do horário de verão. As imagens utilizadas são tratadas e disponibilizadas com pixel de 30 metros pela Serviço de Levantamento Geológico Americano (USGS).

Destaca-se a escolha dessas datas e a diferença entre os períodos das mesmas, já que essa ocorreu em função da menor cobertura de nuvens nas imagens, bem como a abrangência de diferentes estações do ano.

As matrizes do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) utilizado no estudo, foram obtidas através de processamento das Bandas 4 e 5 do satélite Landsat 8, sensor OLI pelo Center Science Processing Architecture - ESPA, que também realizou as correções atmosféricas necessárias (USGS, 2018).

Em relação as imagens necessárias para determinar os valores de Temperatura da Superfície Terrestre (TST), utilizou-se imagens do satélite Landsat 8, sensor TIRS, órbita/ponto 223/77, adquiridas no Serviço de Levantamento Geológico Americano (USGS) e sendo feita correção da Banda 10 pelo ESPA para Irradiância espectral no Topo da Atmosfera (TOA), sendo reprojatadas para o sistema de coordenadas UTM, datum SIRGAS 2000 fuso 22 S.

2.3 Processamento das Imagens

O processamento e tratamento das imagens foram realizados a partir do *software* SPRING 5.5.3

(Câmara *et al.*, 1996). As imagens da Banda 10 e as imagens do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) foram importadas para um banco de dados no SPRING e a determinação da Temperatura da Superfície Terrestre (TST) ocorreu utilizando a linguagem LEGAL presente nesse mesmo *software*; ela possibilita a realização de análises espaciais através de álgebra de mapas. Em LEGAL, foi elaborado um algoritmo para converter as imagens para Temperatura de Brilho (TOA) que se utiliza de parâmetros fixos de conversão de Nível de Cinza (NC) para radiância, com base na Equação 1.

$$L_{\lambda} = M_L * Q_{cal} + A_L \quad (1)$$

Onde: L_{λ} = Radiância espectral do sensor de abertura em $W/(m^2 * sr * \mu m)$; M_L = Fator multiplicativo de redimensionamento da Banda 10 = 3.3420E-04; A_L = Fator de redimensionamento aditivo específico da Banda 10 = 0.10000; Q_{cal} = Valor quantizado calibrado pelo pixel em DN = Imagem Banda 10.

Logo após a determinação da Temperatura de Brilho (TOA), a radiância espectral obtida foi convertida em temperatura a partir da Equação 2.

$$T_B = \left(\frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_{\lambda}}\right) + 1} \right) - 273.15 \quad (2)$$

Em que: T_B = Temperatura de brilho no topo da atmosfera (°C); L_{λ} = Radiância espectral do sensor de abertura em $W/(m^2 * sr * \mu m)$; K_1 = Constante de conversão térmica específica da Banda 10 (774.8853 $W/(m^2 * sr * \mu m)$); K_2 = Constante de conversão térmica específica da Banda 10 (1321.0789 K).

A proporção de vegetação da área de estudo foi determinada com base no Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e seus valores máximo e mínimo, utilizando a Equação 3.

$$P_v = \left(\frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right)^2$$

Onde: P_v = Proporção de Vegetação; NDVI = Índice de Vegetação por Diferença Normalizada; $NDVI_{max}$ = Valor máximo do índice; $NDVI_{min}$ = Valor mínimo do índice.

Como os produtos do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) disponibilizados pelo Serviço de Levantamento Geológico Americano (USGS) apresentam valores entre -10.000 e 10.000, antes do cálculo da proporção vegetal esse índice foi dividido por 10.000, obtendo assim valores presentes no intervalo padrão, entre -1 e 1.

Para determinar a Emissividade, referente a cobertura da superfície terrestre, foram utilizados na Equação 4 dados obtidos a partir da equação anterior.

$$\varepsilon = 0.004 * P_v + 0.986 \quad (4)$$

Na qual: ε = Emissividade da superfície terrestre do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI); P_v = Proporção de Vegetação.

Por fim, a Temperatura de Superfície Terrestre (TST) foi obtida pela Equação 5, utilizando os valores obtidos das equações anteriormente citadas; o valor encontrado para esse índice teve como unidade de medida graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

$$TST = \frac{T_B}{\ln(\varepsilon) * \left(0.00115 \frac{T_B}{1.4388}\right) + 1} \quad (5)$$

Onde: TST = Temperatura de Superfície Terrestre ($^{\circ}\text{C}$); T_B = Temperatura de brilho no topo da atmosfera ($^{\circ}\text{C}$); ε = Emissividade da superfície terrestre do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI).

A análise das imagens após processamento foi realizada por meio de fotointerpretação.

Por fim, as imagens obtidas foram exportadas para o *software* QGIS 2.18 para a elaboração de mapas temáticos, sendo nele aplicado falsa-cor que permitisse maior compreensão dos resultados obtidos.

3 Resultados e Discussão

Os menores valores do NDVI (0-0.25) se encontram representados pela presença de solo exposto ou baixo recobrimento vegetal e pela existência da zona urbana do município (Figuras 2B, 2C, 2D e 2E).

Na zona urbana do município julga-se que o valor esteja associado a presença de grandes áreas impermeabilizadas, resultando assim em valores próximos a 0 para o NDVI.

No que se refere ao solo exposto, supõe-se que a obtenção desses valores se deve ao fato do município apresentar como principal atividade econômica o desenvolvimento de culturas temporárias, caracterizando um período de manutenção do solo (IPARDES, 2019). Bezerra *et al.* (2014) obteve valores semelhantes para esses tipos de uso e ocupação do solo, em uma região semiárida.

Em contrapartida os maiores valores de NDVI (0.75-1) foram detectados em áreas com a presença de adensamentos florestais (áreas de silvicultura, áreas com fragmentos florestais e unidades de conservação) e, em locais com a existência de culturas temporárias (lavouras de verão ainda não colhidas, lavouras de inverno já implementadas ou lavouras estabelecidas com espécies de cobertura).

A imagem do dia 22/07/2017 (Figura 2E) tem uma particularidade, em que o curso d'água exibe valores de NDVI entre 0 a 0.25, enquanto deveria apresentar valores negativos para o índice. Provavelmente, esse fato se deve a presença de biomassa fitoplanctônica.

Devido a proliferação desse organismo ocorre aumento da reflectância da água, onde o espalhamento celular supera o efeito de absorção da água, fazendo assim com que a água apresente valores do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) diferentes do esperado (Lissner, 2011).

Os menores valores obtidos de TST (15-20 $^{\circ}\text{C}$) foram observados em áreas com concentração de vegetação, áreas de cultura temporária e locais com a presença de cursos d'água (Figuras 3B, 3D e 3F). Enquanto os maiores valores obtidos de TST (30-35 $^{\circ}\text{C}$) são evidenciados em áreas com solo exposto e pela existência da zona urbana (Figuras 3A, 3C e 3E).

Partindo-se da ideia de que existe uma heterogeneidade na paisagem do município, espera-se que ao longo de sua extensão ocorra diferentes padrões termais, visto que existem particularidades quanto aos tipos e intensidades de uso e ocupação do solo, o que reflete nas condições de balanço e troca de energia entre a superfície e a atmosfera.

Assim, como a Temperatura de Superfície Terrestre (TST) leva em consideração a Emissividade

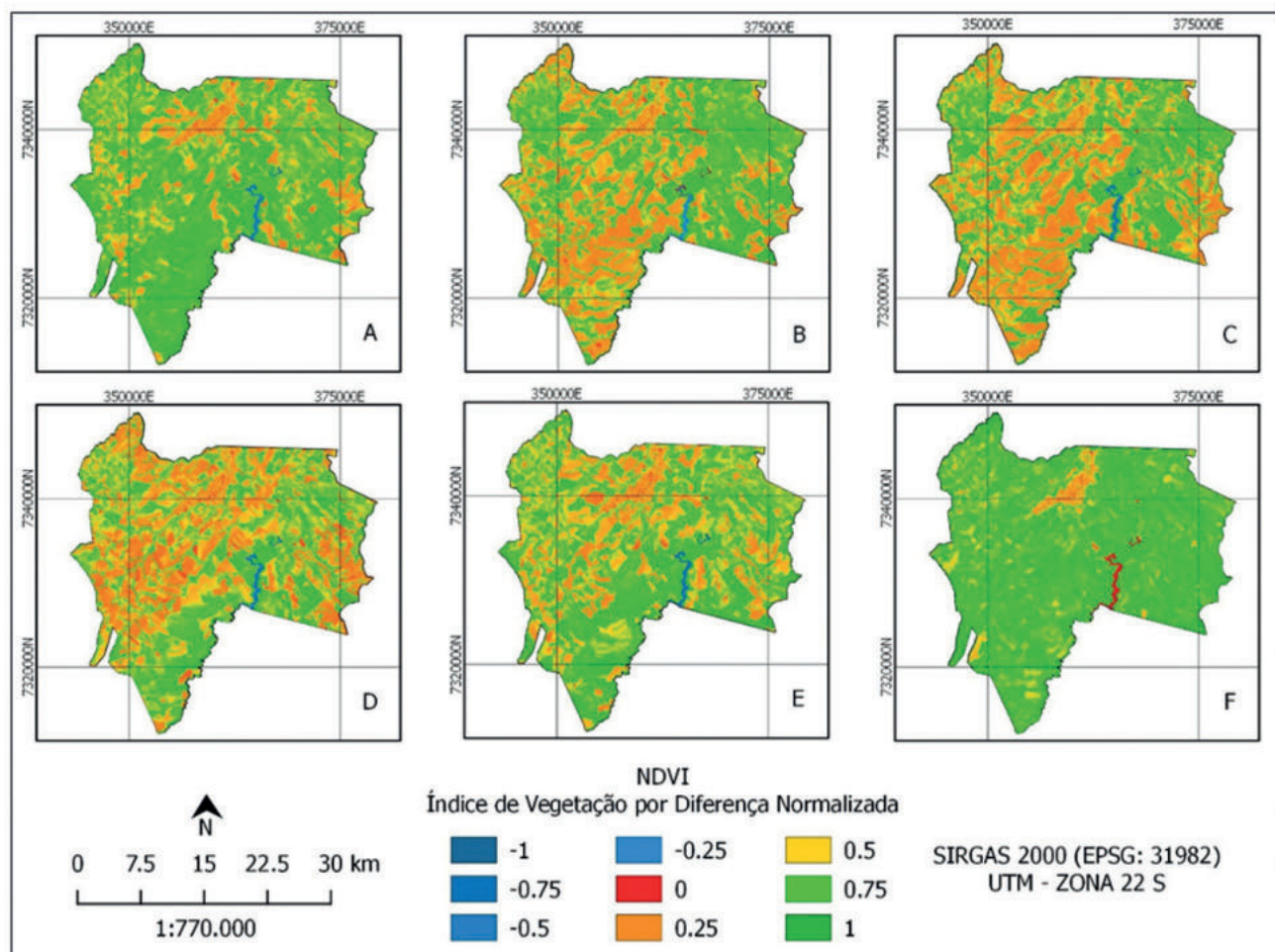


Figura 2 Mapa temático da variação sazonal do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) de 2015 a 2017 no município de Campo Mourão/PR; A. 12/04/2015; B. 02/08/2015; C. 13/03/2016; D. 21/09/2016; E. 13/12/2017; F. 22/07/2017.

(ε) como uma variável para sua determinação, áreas com solo exposto e áreas urbanas possuem maior capacidade de armazenar calor do que áreas com vegetação, resultando em maiores valores para a TST (Liu *et al.*, 2012; Sousa & Ferreira Júnior, 2012; Muniz *et al.*, 2016). Tal situação pode ser corroborada por Cola *et al.* (2017), onde foi observada uma redução na TST à medida que o NDVI aumentava.

Ao comparar os dados obtidos (Figuras 2 e 3), pode-se verificar que para valores entre 0.75 a 1 do Índice de Vegetação (NDVI) por Diferença Normalizada a Temperatura da Superfície Terrestre (TST) variava entre 15 a 22.5 °C. Em contrapartida, valores entre 0 a 0.25 do NDVI, proporcionaram uma TST entre 30 a 35 °C.

As imagens referentes aos dias 12/04/2015 e 22/07/2017 (Figuras 3A e 3E), apresentaram resul-

tados visualmente similares, porém possuem limites inferiores e superiores diferentes para o índice. Supõe-se que a semelhança se deve ao uso de uma padronização para atribuição de valores mínimos e máximos na falsa-cor das imagens.

4 Conclusão

O padrão espacial do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e da Temperatura da Superfície Terrestre (TST) ocorreram de maneira inversamente proporcional. Assim, a TST decresce na medida em que o NDVI aumenta e vice-versa.

Visto isso, salienta-se a importância da cobertura vegetal como um elemento de manutenção da temperatura, modificando o microclima e trazem-

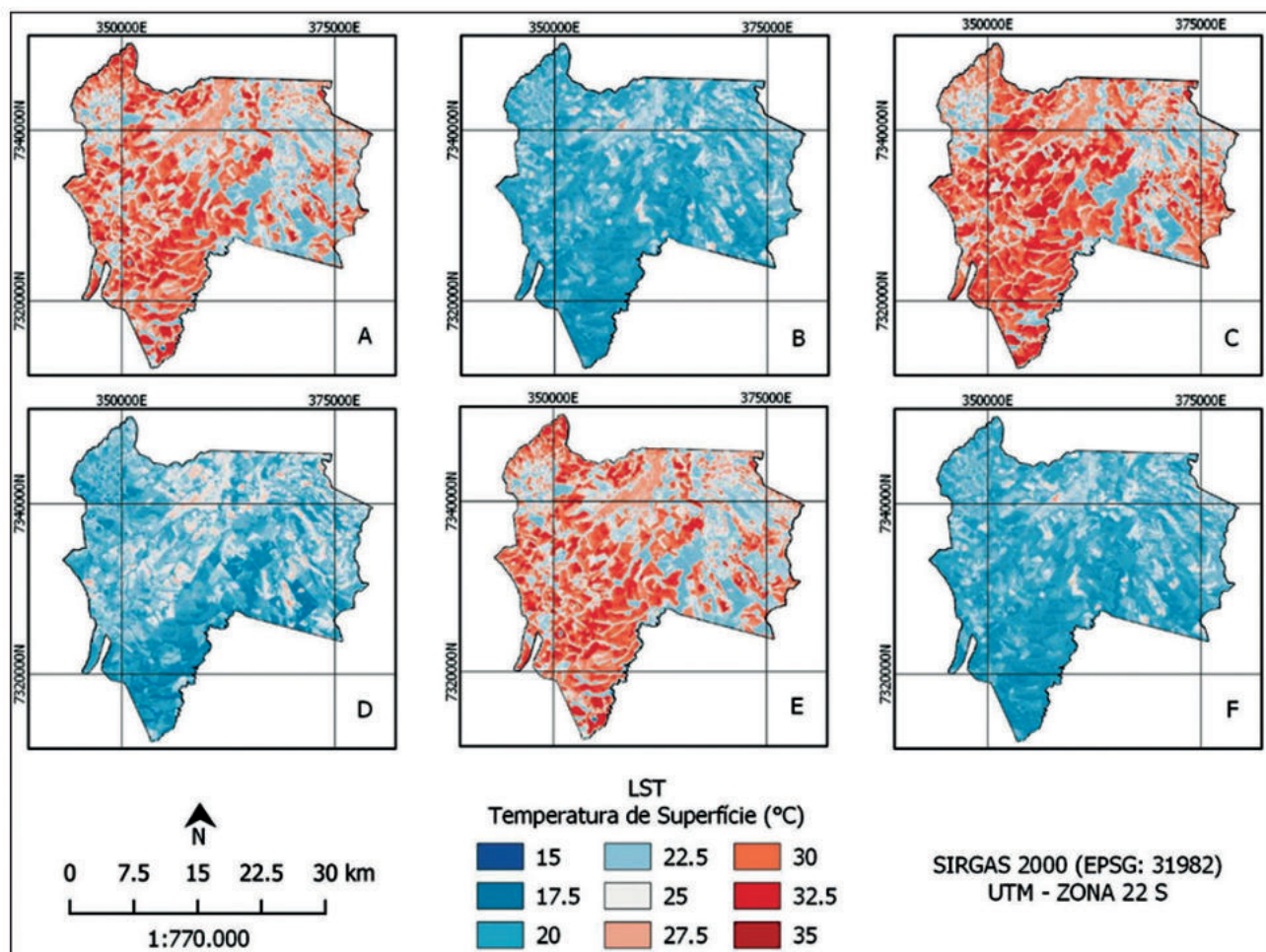


Figura 3 Mapa temático da variação sazonal da Temperatura de Superfície Terrestre (TST) de 2015 a 2017 no município de Campo Mourão/PR; A. 12/04/2015; B. 02/08/2015; C. 13/03/2016; D. 21/09/2016; E. 13/12/2017; F. 22/07/2017.

do redução da Temperatura da Superfície Terrestre (TST) no ambiente.

Possibilidades de trabalhos futuros que contemplem tal análise do padrão espacial em uma análise em série histórica seriam bastante oportunos, visto que poderia ser compreendido como um processo de formação/evolução. Além disso, indica-se o uso de imagens de alta resolução espacial, que sejam capazes de apresentar maior gama de dados a serem trabalhados.

5 Referências

Alvares, C.A.; Stape, J.L.; Sentelhas, P.C.; Moraes, G.; Leonardo, J. & Sparovek, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6): 711-728.

- Bezerra, J.M.; Moura, G.B.D.A.; Silva, B.B.; Lopes, P.M. & Silva, Ê.F.D.F. 2014. Parâmetros biofísicos obtidos por sensoriamento remoto em região semiárida do estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18(1): 73-84.
- Bezerra, M.V.C.; Silva, B.B. & Bezerra, B.B. 2011. Avaliação dos efeitos atmosféricos no albedo e NDVI obtidos com imagens de satélite. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 15: 709-717.
- Câmara, G.; Souza, R.C.M.; Freitas, U.M. & Garrido, J. 1996. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. *Computers & Graphics*, 20(3): 395-403.
- Cola, C.C.; Lopes, B.B. & Bazan, W.S. 2017. Uso de imagens do Landsat 8 para determinação da correlação entre a Temperatura de Superfície e o Índice de Vegetação em municípios da Grande Vitória. In: ANAIS DO XXVII CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA E XXVI EXPOSICARTA. Rio de Janeiro, p. 928-932.
- Encina, C.C.C.; Marques, M.R.; Diodato, M.A.; Motta, J.S.; Godoi, R.F.; Oliveira, J.R.S.O.; Gamarra, R.M.; Dal-

- mas, F.B. & Paranhos Filho, A.C. 2018. Análise da Estrutura Vegetal de Fragmentos do Bioma Cerrado Através de Sensoriamento Remoto. *Anuário do Instituto de Geociências*, 41(2): 585-597.
- Giongo, P.R.; Moura, G.B.A.; Silva, B.B.; Rocha, H.R.; Medeiros, S.R.R.; Nazareno, A.C. 2010. Albedo à superfície a partir de imagens Landsat 5 em áreas de cana-de-açúcar e cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14: 279-287.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2019. Cidades. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/campo-mourao/panorama>>. Acesso em: 08 out. 2019.
- IPARDES (Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social). 2019. Caderno Estatístico: Município de Campo Mourão. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br/cadernos/MontaCadPdf1.php?Municipio=87300>>. Acesso em: 08 out. 2019.
- Jones, K.B.; Riitters, K.H.; Wickham, J.D.; Tankersley, R.D.; O'Neill, R.V.; Chaloud, D.J.; Smith, E.R. & Neale, A.C. 1997. *An ecological assessment of the United States mid-Atlantic region: a landscape atlas*. United States Environmental Protection Agency. Office of Research and Development, Washington DC, 20460. EPA/600/R-97/130. 104 p.
- Li, Z.L. & Becker, F. 1993. Feasibility of land surface temperature and emissivity determination from AVHRR data. *Remote Sensing of Environment*, 43: 67-85.
- Liu, Y.; Shintaro, G.; Zhuang, D. & Kuang, W. 2012. Urban surface heat fluxes infrared remote sensing inversion and their relationship with land use types. *Journal of Geographical Sciences*, 22(4): 699-715.
- Lissner, J.B. 2011. *Variação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada na lagoa Itapeva, litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil, a partir de análise de séries temporais*. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dissertação de Mestrado, 120p.
- Lopes, H.L.; Candeias, A.L.B.; Accioly, L.J.O.; Sobral, M.C.M.; Pacheco, A.P. 2010. Parâmetros biofísicos na detecção de mudanças na cobertura e uso do solo em bacias hidrográficas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14: 1210-1219.
- QGIS. 2018. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <<http://qgis.osgeo.org>>. Acesso em: 08 nov. 2018.
- Martins, C.V. & Mascarenhas, A.R.P. 2018. Uso de Imagens Multiespectrais na Análise da Cobertura Vegetal em Área de Concessão Florestal em Rondônia. *Anuário do Instituto de Geociências*, 41(2): 104-116.
- Muniz, R.A.; Vettorazzi, C.A.; Martorano, L.G.; Dias, C.T.S. & Lisboa, L.S.S. 2016. Dinâmica espaço-temporal da temperatura de superfície, extraída do TM/Landsat, na bacia do Corumbataí, SP. *Energia na Agricultura*, 31(2): 169-177.
- Myneni, R.B.; Keeling, C.D.; Tucker, C.J.; Asrar, G. & Nemani, R.R. 1997. Increased plant growth in the northern high latitudes from 1981-1991. *Nature*, 386: 698-702.
- Norman, J.M. & Becker, F. 1995. Terminology in thermal infrared remote sensing of natural surfaces. *Agricultural and Forest Meteorology*, 77: 153-166.
- Oliveira, L.M.M.; Montenegro, S.M.G.L.; Antonino, A.C.D.; Silva, B.B.; Machado, C.C.C. & Galvêncio, J.D. 2012. Análise quantitativa de parâmetros biofísicos de bacia hidrográfica obtidos por sensoriamento remoto. *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47: 1209-1217.
- Roderjan, C.V.; Galvão, F.; Kuniyoshi, Y.S. & Hatschbach, G.G. 2002. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná, Brasil. *Ciência e Ambiente*, 24(1): 75-92.
- Silva, J.M.O. 2015. Uso do sensoriamento remoto para a estimativa da temperatura de superfície na microbacia do Rio Granjeiro/Crato-Ceará. *Geosaberes: Revista de Estudos Geoescolares*, 6(2): 130-144.
- Sousa, S.B. & Ferreira Júnior, L.G. 2012. Relação entre temperatura de superfície terrestre, índices espectrais e classes de cobertura da terra no município de Goiânia (GO). *Raega - O Espaço Geográfico em Análise*, 26(1): 75-99.
- Steinke, V.A.; Steinke, E.T. & Saito, C.H. 2010. Estimativa da temperatura de superfície em áreas urbanas em processo de consolidação: reflexões e experimento em Planaltina-DF. *Revista Brasileira de Climatologia*, 6: 37-56.
- Tucker, C.J.; Dregne, H.E. & Newcomb, W.W. 1991. Expansion and contraction of the Sahara Desert from 1980 to 1990. *Science*, 253: 299-301.
- USGS (United States Geological Survey). 2015a. Imagem do Satélite Landsat 8 (Land Remote Sensing Satellite). Órbita/Ponto 223/77 de 12 de maio de 2015. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 02 out. 2018.
- USGS (United States Geological Survey). 2015b. Imagem do Satélite Landsat 8 (Land Remote Sensing Satellite). Órbita/Ponto 223/77 de 02 de agosto de 2015. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 02 out. 2018.
- USGS. 2016a. United States Geological Survey. Imagem do Satélite Landsat 8 (Land Remote Sensing Satellite). Órbita/Ponto 223/77 de 13 de março de 2016. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 02 out. 2018.
- USGS (United States Geological Survey). 2016b. Imagem do Satélite Landsat 8 (Land Remote Sensing Satellite). Órbita/Ponto 223/77 de 21 de setembro de 2016. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 02 out. 2018.
- USGS (United States Geological Survey). 2017a. Imagem do Satélite Landsat 8 (Land Remote Sensing Satellite). Órbita/Ponto 223/77 de 22 de setembro de 2017. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 02 out. 2018.
- USGS (United States Geological Survey). 2017b. Imagem do Satélite Landsat 8 (Land Remote Sensing Satellite). Órbita/Ponto 223/77 de 13 de dezembro de 2017. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 02 out. 2018.
- USGS (United States Geological Survey). 2018. Earth Resources Observation and Science (EROS) Center Science Processing Architecture (ESPA) On-Demand Interface. Disponível em: <<https://espa.cr.usgs.gov/>>. Acesso 02 out. 2018.