

# CORRELAÇÃO ENTRE TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE E ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA A PARTIR DE IMAGENS DO SATÉLITE LANDSAT-8 NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO CAMBAÍ, ITAQUI - RS

*Bruna Zambrano dos Santos<sup>1</sup>, Sidnei Luís Bohn Gass<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Universidade Federal do Paraná, brunazambrano@ufpr.br; <sup>2</sup> Universidade Federal do Pampa, sidneigass@unipampa.edu.br

## RESUMO

Diante do atual cenário, as geotecnologias tornaram-se grandes aliadas no monitoramento ambiental e agrícola, propiciando a integração de informações espaciais, de forma rápida e precisa. Neste estudo foi selecionada uma área localizada no Oeste do estado do Rio Grande do Sul. A partir do conjunto de mapas gerados referente ao índice de diferença normalizada foi possível analisar a exposição abrupta do solo, intensificadas entre os dias 31 de Dezembro de 2021 e 17 de Fevereiro de 2022 o crescente aumento de temperatura neste intervalo de tempo. Com isso, pode-se inferir que a presença vegetacional está diretamente correlacionada à temperatura de superfície para este local. A realização deste estudo dá luz a importância do uso do sensoriamento remoto alinhado à demanda ambiental/agrícola, podendo servir de subsídios para futuras tomadas de decisões no planejamento agrícola.

**Palavras-chave** — geotecnologias, clima, sensor

## ABSTRACT

*Faced with the current scenario, geotechnologies have become great allies in environmental and agricultural monitoring, providing the integration of spatial information, quickly and accurately. In this study, an area located in the west of the state of Rio Grande do Sul was selected. From the set of generated maps referring to the normalized difference index, it was possible to analyze the abrupt exposure of the soil, intensified between December 31, 2021 and February 17, 2022, the increasing temperature increase in this time interval. Thus, it can be inferred that the presence of vegetation is directly correlated to the surface temperature for this location. The accomplishment of this study sheds light on the importance of using remote sensing in line with environmental/agricultural demand, which can serve as subsidies for future decision-making, helping.*

**Key words** — geotechnologies, climate, sensor

## 1. INTRODUÇÃO

Em decorrência das mudanças climatológicas ocasionadas pela ação antrópica e do próprio meio, a Terra vem sofrendo diversas alterações. A expressão "uso da terra e/ou do solo" pode ser compreendida como a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem [1].

Frente ao atual cenário, as geotecnologias tornaram-se grandes aliadas no monitoramento ambiental, propiciando a integração de informações espaciais ambientais de forma rápida e precisa.

Nesta conjectura, técnicas mais apuradas para o estudo da cobertura vegetal relacionam-se aos índices de vegetação. Um dos índices mais comumente utilizados é o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) [2].

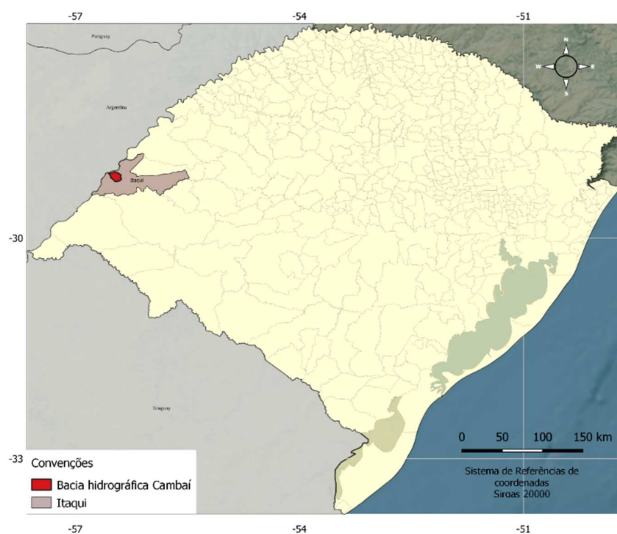
O presente estudo, realizado em área localizada na fronteira oeste do RS, apresenta regiões climaticamente bem diferenciadas associados a intensos períodos de seca, impactando diretamente o desenvolvimento socioeconômico da região. Segundo dados divulgados pelo Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Sul, culturas como milho e soja foram os mais atingidos pela estiagem prolongada no estado. Somente da safra de 2021/2022 cerca de 93 mil agricultores estimaram perdas na sua produção [3].

Em razão do exposto, o presente estudo teve como objetivo estabelecer a relação existente entre o índice de vegetação por diferença normalizada e a temperatura de superfície, utilizando imagens do satélite Landsat-8, na área delimitada pela bacia hidrográfica do arroio Cambaí, no município de Itaqui, RS.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Área de estudo

A área de estudo está inserida no município de Itaqui, RS. Para este trabalho, foi escolhida a área delimitada pela bacia hidrográfica do arroio Cambaí, localizada no município de Itaqui, RS, junto à fronteira com a Argentina. A bacia é eminentemente agrícola, sendo a principal atividade desenvolvida a produção de arroz, seguida pela pecuária e, mais recentemente, a entrada do cultivo de soja. A bacia conta com área de 157,45 km<sup>2</sup> e sua localização pode ser observada na Figura 1.



**Figura 1. Mapa de localização da bacia hidrográfica do arroio Cambaí**

## 2.2. Elaboração da base de dados

Para a elaboração deste estudo foram utilizadas as imagens do satélite Landsat-8 sensores Operational Land Imager (OLI), para o cálculo do NDVI, e Thermal Infrared Sensor (TIRS), para o cálculo da temperatura de superfície. As imagens foram adquiridas através do catálogo do INPE, para as seguintes datas: 06/12/2021, 31/12/2021, 16/01/2022, 01/02/2022 e 17/02/2022. As imagens foram processadas utilizando o software QGIS, tendo sido executados os seguintes procedimentos iniciais: reprojeção das imagens para o sistema SIRGAS2000 UTM zona 21S e recorte das bandas para a área de interesse.

## 2.3. Elaboração da composição colorida

Para elaboração das imagens coloridas com finalidade de análise vegetal foram alocadas as bandas 6, 5 e 4 nessa respectiva ordem no software QGIS. Para execução deste processamento, utilizou-se a opção de entrada “Raster – Miscelânea – Mesclar”. Ressalta-se que a resolução espacial é de 30 metros. Foram gerados cinco produtos destas composições, sendo uma para cada data de processamento. Esta elaboração teve como intuito elucidar atributos relativos ao solo, vegetação existente, e cursos hídricos. Foram escolhidas essas bandas devido à captação do comprimento de onda respaldado pelas suas especificidades [4].

## 2.4. Cálculo do NDVI

Para o cálculo do NDVI, num processo de comparação temporal, é indicado que sejam feitos alguns ajustes nas imagens, referentes aos processos atmosféricos que interferem nos dados armazenados nas imagens. O primeiro

passo foi a conversão dos níveis digitais da imagem para reflectância (Equação 1). Esta equação realiza a calibração radiométrica das bandas que serão posteriormente ocupadas para o cálculo de NDVI [5]. Após a calibração das bandas 4 e 5 (do vermelho e do infravermelho próximo, respectivamente), é possível realizar o cálculo do NDVI (Equação 2).

$$P\lambda' = MP * Qcal + AP \quad (\text{Equação 1})$$

Sendo:  $P\lambda'$  = Reflectância no topo da atmosfera; MP = Fator multiplicador de redimensionamento, conforme metadados: Banda 4 = 2.0000E-05, Banda 5 = 2.0000E-05; Qcal = valor quantizado calibrado pelo pixel; DN = imagem das bandas; AP = Fator aditivo de redimensionamento das bandas, conforme metadados: Banda 4 = -0.100000, Banda 5 = -0.100000.

$$NDVI = \frac{(NIR-)}{(NIR-)} \quad (\text{Equação 2})$$

Sendo: NIR = Banda do infravermelho (banda 5); RED = Banda do vermelho (banda 4).

## 2.5. Cálculo da temperatura de superfície

Da mesma forma como para as bandas utilizadas para o cálculo do NDVI, para este procedimento também fez-se uso da equação de conversão dos níveis digitais da imagem para reflectância para a banda 10 do Landsat-8 (Equação 3), para posterior execução do cálculo da temperatura da superfície (Equação 4).

O procedimento foi executado pela calculadora raster do QGIS, sintetizando as duas equações, bem como a conversão da temperatura de Kelvin para Celsius (Equação 5), descrita pela metodologia de [6].

$$L\lambda' = ML * Qcal + AL \quad (\text{Equação 3})$$

Sendo:  $L\lambda'$  = Radiância no topo da atmosfera; ML = Fator multiplicador de redimensionamento, conforme metadados: Banda 10 = 3.3420E-04; Qcal = valor quantizado calibrado pelo pixel; DN = imagem das bandas; AL = Fator aditivo de redimensionamento das, conforme metadados: Banda 10 = 0, 10000.

$$L\lambda = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L\lambda} + 1\right)} \quad (\text{Equação 4})$$

Sendo: T = temperatura efetiva no satélite em Kelvin;  $K_2$  = constante de calibração 2 = 1321,08;  $K_1$  = constante de calibração 1 = 774,89;  $L\lambda$  = radiância espectral do sensor de abertura em  $Watts/m^2$  = imagem.

$$TC = T - K \quad (\text{Equação 5})$$

Sendo: TC = temperatura em graus C; T = temperatura Kelvin; K = ponto de congelamento da água do mar ou zero

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do conjunto de mapas temáticos gerados foi possível realizar algumas inferências correlacionando as análises feitas. O primeiro conjunto técnico gerado foram as composições coloridas falsa cor (bandas 6, 5, 4, em RGB), a partir das quais foi possível realizar uma interpretação visual da evolução da vegetação na área de estudo. Dentro do conjunto gerado é possível inferir que a exposição do solo teve um aumento gradativo e as massas hídricas tiveram uma redução ao decorrer do tempo, exemplificado pelas datas do dia 06 de dezembro de 2021 e 17 de fevereiro de 2022, podendo ser associado a fatores como temperatura de superfície e redução de áreas de vegetação.

No conjunto de imagens de NDVI (Figura 2), realizou-se a estratificação dos dados, podendo ser classificado conforme a quantidade de fitomassa presente na área de estudo. As classes definidas foram: classe 1 (valores menores que 0): água; classe 2 (valores de 0 a 0,15): baixo índice de vegetação (Solo exposto); classe 3 (valores de 0,15 a 0,35): índice de vegetação moderadamente baixo; classe 4 (valores de 0,35 a 0,55): índice de vegetação médio; classe 5 (valores de 0,55 a 0,70): índice de vegetação moderadamente alto; classe 6 (valores superiores a 0,70): alto índice de vegetação.

Na classificação do índice, a presença mais abundante de vegetação é caracterizada pela coloração verde mais intensa, observado pela presença de agricultura presente nesta região. A partir dos produtos gerados foi possível analisar a

absoluto = 273,15

exposição abrupta do solo, intensificadas entre os dias 06 Dezembro de 2021 e 17 de Fevereiro de 2022, correspondendo ao intervalo de 79 dias.

Já no conjunto de temperaturas de superfície, a estratificação dos dados foi gerado no intervalo da menor temperatura registrada de 22 °C até a temperatura de 40 °C, esta amplitude térmica está relacionada aos componentes presentes no local; como cobertura e uso do solo e massas d'água. A maior amplitude térmica registrada está relacionada à exposição demasiada do solo, podendo ser facilmente verificada no dia 17 de Fevereiro de 2022 pela coloração vermelha intensa para áreas com temperaturas de superfície superior a 40 °C (Figura 3). Contudo, tendo como base essas análises é admissível fazer algumas correlações de interesse; a presença vegetacional está diretamente correlacionada à temperatura de superfície para este local.

A partir da catalogação desses dados demonstra-se a influência da seca na reflectância da vegetação. Como descrito [7], esta influência altera significativamente a atividade fotossintética, modificando, assim, a resposta térmica da cobertura vegetal da superfície. A distribuição dos dados apresentada no período discriminado por este estudo demonstra semelhanças nos padrões de comportamento em relação à exposição do solo e a níveis de vegetação baixa, estas classes apresentando temperaturas acima de 40 °C para o conjunto de amostras geradas (Figura 8). De acordo [8], as trocas de energia na interface vegetação-atmosfera ocorrem devido aos componentes do balanço de radiação e dos fluxos de calor, essenciais para a aferição de modelos climatológicos.

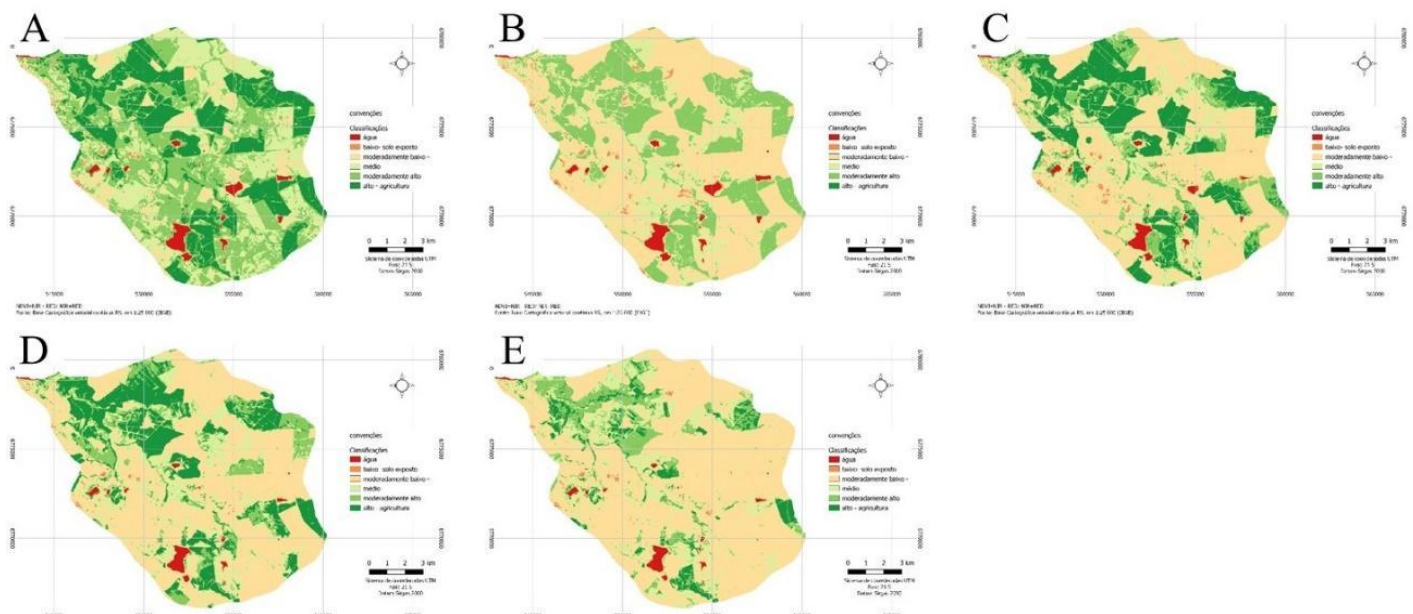


Figura 2 – Conjunto de imagens NDVI para as seguintes datas: [A] 06/12/2021, [B] 31/12/2021, [C] 16/01/2022, [D] 01/02/2022, [E] 17/02/2022. Elaboração: Autor (2022)



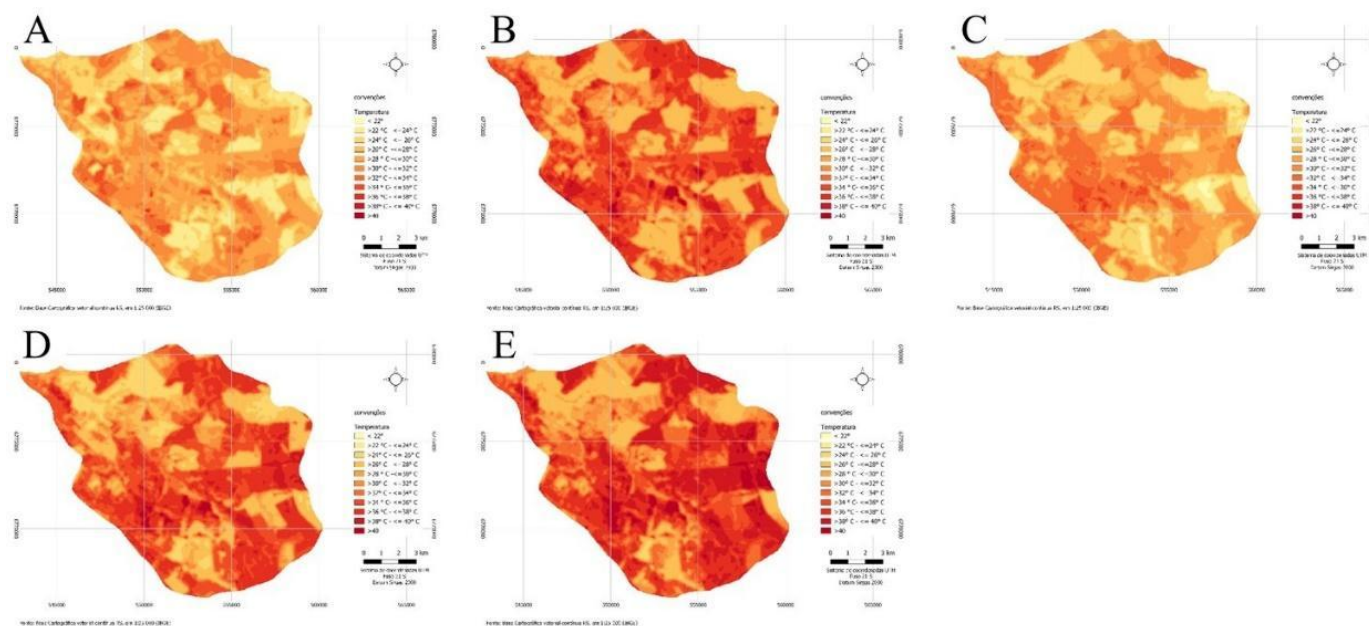


Figura 3 – Conjunto de imagens de temperatura de superfície para as seguintes datas: [A] 06/12/2021, [B] 31/12/2021, [C] 16/01/2022, [D] 01/02/2022, [E] 17/02/2022. Elaboração: Autor (2022)

A classe 3 referente a índice de vegetação moderadamente baixo, apresentou maior agrupamento, indicando pouca atividade fotossintética, possibilitando a influência direta na radiação solar por longos períodos correlacionando-se massivamente com o aumento da temperatura na amostra geradas.

### 5. CONCLUSÕES

O emprego da metodologia proposta por este estudo mostrou-se eficiente para as classificações almejadas. Foi possível realizar a classificação da vegetação pré-existente e de temperatura de superfície com o intuito de criar correlações entre ambas.

Sugere-se que esta metodologia seja empregada em outras localidades que apresentem eventos climatológicos intensos, em detrimento de um intervalo de tempo de modo que consiga realizar o acompanhamento desses eventos como a seca, com intuito de criar um diretório de dados a fim de estruturar trabalhos futuros.

Na expectativa de que as investigações ultrapassem os limites acadêmicos e contribuam de alguma forma para a compreensão da área, aspira-se que a divulgação dos resultados no âmbito científico, permita servir de moldes para compreensão do aspecto ambiental do ecossistema local.

### 8. REFERÊNCIAS

[1] R. Rosa. Introdução ao Sensoriamento Remoto. 7 ed. Uberlândia: EDUFU, 2009.

[2] J. W. Rouse, R. H. Haas, J. A. Schell, D. W. Deering. Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS. Proceedings of 3rd Earth Resources Technology Satellite Symposium, Greenbelt. 1973.

[3] EMATER. Efeito Da Estiagem Nas Principais Atividades Agrícolas Do Rio Grande Do Sul. 2022. Disponível em: [http://www.emater.tche.br/site/arquivos\\_pdf/safra/safraTabela\\_14012022.pdf](http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/safra/safraTabela_14012022.pdf). Acesso em: 09 mar. 2022

[4] ESRI, Band Combinations for Landsat 8. 2013. Disponível em Acesso em: 1 Março de 2022

[5] USGS. Missões Landsat: Landsat 8. Washington, U.S. Geological Survey. Disponível em <http://landsat.usgs.gov/landsat8.php> Acesso em: 5 Março. 2022.

[6] A. L. N. Coelho, W. S. C. Corrêa. Temperatura de superfície Celsius do sensor TIRS/Landsat-8: metodologia e aplicações. Revista Geográfica Acadêmica, Boa Vista, v. 7, n. 1, p. 31-45, 2013.

[7] I. F. M. Paula, F. O. Pimentel, C. C. M. Ferreira. Correlação entre a temperatura de superfície e o índice vegetativo no perímetro urbano de Juiz de Fora – MG. Revista de Geografia, Juiz de Fora-MG, v. 6, n. 4, p. 339-351, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/geografia/article/view/18037>.

[8] D. D. Baldocchi, T. P. Meyers. On using ecophysiological, micrometeorological and biogeochemical theory to evaluate carbon dioxide, water vapor and trace gas fluxes over vegetation: a perspective. Agricultural and Forest Meteorology, v.90, n. 1, p. 1-25.