

ÁREAS IRRIGADAS DE CRISTALINA, GOIÁS, USANDO O MODELO SUREAL

Janice F. Leivas¹, Antônio Heriberto de C. Teixeira², Celina M. Takemura¹, Edlene Aparecida Monteiro Garçon¹, Rafael Mingoti¹, Nívia Cristina Vieira Rocha¹, Sande Oliveira Santos¹

¹Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA/CNPM, Pesquisa e Desenvolvimento, Campinas, Brasil.

janice.leivas@embrapa.br; celina.takemuar@embrapa.br; edlene.garcon@embrapa.br
rafael.mingotti@embrapa.br; nivia.rocha@colaborador.embrapa.br; sande.oliveira@colaborador.embrapa.br

²Universidade Federal de Sergipe, UFS, Aracaju/SE, UFS/ PRORH, Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos, Sergipe, Brasil, heribertoteixeira11@gmail.com

RESUMO

Em tempos de escassez hídrica, mapear as áreas irrigadas tem fundamental importância para conservação de recursos hídricos. A partir de imagens do satélite Landsat-8 e dados meteorológicos de 2023, foram obtidos indicadores hídrico espectrais usando o modelo agrometeorológico espectral SUREAL (Surface Resistance Algorithm). Os dados foram processados no Google Earth Engine (GEE) e no software ArcGIS 10.8. Foi possível obter informações sobre o desenvolvimento de culturas irrigadas, como a resposta espectral das plantas às condições hídricas (irrigação), permitindo realizar inferências e extrair limites, para posterior extrapolação para áreas maiores do bioma cerrado. Infere-se que as áreas agrícolas, com alto vigor vegetativo, em período seco, deve-se ao fator irrigação, principalmente por pivôs centrais. Com os resultados obtidos, as análises serão ampliadas para grandes áreas, com a finalidade de mapear as áreas irrigadas, podendo ser implementadas para acompanhamento de pivôs centrais em atividade, visando conservação de recursos hídricos.

Palavras-chave — agricultura irrigada, imagens de satélite, agrometeorologia

ABSTRACT

In times of water scarcity, mapping irrigated areas is of fundamental importance for the conservation of water resources. From images from the Landsat-8 satellite and meteorological data from 2023, spectral water indicators were obtained using the SUREAL (Surface Resistance Algorithm) spectral agrometeorological model. The data were processed in Google Earth Engine (GEE) and ArcGIS 10.8 software. The aim was to obtain information on the development of irrigated crops, such as the spectral response of plants to water conditions (irrigation), allowing inferences to be made and possible limits to be extracted, for later extrapolation to larger areas of the cerrado biome. It is inferred that agricultural areas, with high vegetative

vigor, in the dry period, are due to the supervision factor, mainly by central pivots. With the results obtained, the analyses will be expanded to large areas, with the specific purpose of mapping irrigated areas, and may be renewed to monitor active central pivots, promoting conservation of water resources.

Key words — irrigated agriculture, satellite images, agrometeorology

1. INTRODUÇÃO

A escassez de recursos hídricos em todo o mundo tornou-se mais prevalente devido ao rápido crescimento populacional em regiões com limitação de água e ao impacto das mudanças climáticas na frequência e gravidade da seca. A agricultura irrigada desempenha um papel significativo no uso da água, usando até 70% dos recursos de água doce para a irrigação de 25% das culturas mundiais [1].

Nos últimos anos, ocorreu grande expansão de áreas irrigadas no Brasil, da ordem de 200 mil hectares ao ano, principalmente pivôs centrais. As taxas médias de crescimento da área irrigada oscilaram entre 4,4% e 7,3% ao ano desde 1960, quando o Brasil possuía 462 mil hectares equipados para irrigação. Em 1970 já eram mais de 1 milhão de hectares; em 1990 mais de 3 milhões; e em 2016 mais de 7 milhões de hectares (Mha). Em tempos de escassez hídrica, mapear as áreas irrigadas tem fundamental importância para conservação de recursos hídricos.

No bioma Cerrado, concentra-se cerca de 60% das áreas irrigadas do Brasil e 80% dos pivôs centrais [2]. Considerando um crescimento médio de 56 mil hectares por ano, estima-se que, em 2050, a área irrigada poderá atingir até 3 milhões de hectares, podendo impactar a dinâmica de uso de água na região. A tendência de escassez de recursos hídricos, em contraponto à sua demanda crescente, causam sérios conflitos sobre o uso da água.

Diante disso, destaca-se a importância do desenvolvimento de ferramentas para realização de mapeamentos de áreas irrigadas, como modelos agrometeorológicos espectrais, usando imagens de satélite.

Neste estudo, foi aplicado o modelo espectral SUREAL (Surface Resistance Algorithm) [3, 4], ambos desenvolvidos e validados com dados de experimentos de campo e imagens de satélite, envolvendo vegetação natural e culturas irrigadas.

O monitoramento da evapotranspiração real (ET) por sensoriamento remoto nas lavouras de irrigação é uma ferramenta importante para aplicações como gerenciamento agrícola, monitoramento de recursos hídricos, análise da produtividade da água, estimativas de biomassa e produção agrícola.

O modelo proposto para estimar a biomassa (BIO) com base na radiação solar global (RG) e no desenvolvimento de coberturas de plantas tem precisão aceitável e pode ser usado remotamente com qualquer satélite em diferentes ecossistemas [5]. Embora vários estudos já tenham sido realizados em larga escala, ainda são necessárias pesquisas sobre o uso de modelos para a combinação de ET e BIO, especialmente para aplicações que operam em diferentes superfícies com condições de escassez de água e uso racional dos recursos hídricos.

O município de Cristalina, localizado no estado de Goiás, no bioma cerrado, possui grande concentração de áreas com agricultura irrigada, devido à abundância de água disponível na região. Porém, em tempos de mudanças climáticas, monitorar o uso de água é de extrema valia para conservação de recursos hídricos. Diante disso, o objetivo deste estudo foi testar modelos agrometeorológicos espectrais, utilizando imagens de satélite e dados meteorológicos, para quantificar a evapotranspiração (ET), a biomassa (BIO), produtividade da água (PA) e resistência da superfície (rs), em larga escala, com a finalidade de mapear as áreas irrigadas, podendo ser implementadas para acompanhamento de pivôs centrais em atividade, visando conservação de recursos hídricos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende o município de Cristalina, Goiás. Segundo a classificação de Köppen-Geiger, o clima é caracterizado como tropical de savanna com inverno seco, temperatura média anual é de 24.6°C e precipitação pluvial média anual de 1500 mm, com estação chuvosa concentrada no verão.

Foram utilizados dados meteorológicos diários, da estação meteorológica de Cristalina (GO), disponibilizados pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

Para a estimativa dos parâmetros, foram processadas imagens do sensor Landsat-8 (30m), de 2023, sendo usadas as bandas do visível (VIS) e infravermelho próximo (NIR). Para o processamento das imagens, assim como do algoritmo SUREAL, foi o Google Earth Engine (GEE) e o software ArcGIS 10.8.

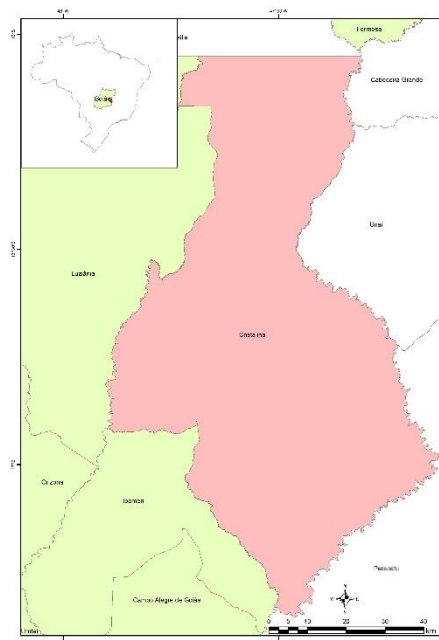


Figura 1. Área de estudo, município de Cristalina, estado de Goiás, Brasil.

Para calcular a resistência da superfície aos fluxos hídricos (rs) foi usado o modelo SUREAL (Surface Resistance Algorithm) também elaborado com dados de campo e de satélites (Teixeira et al., 2008, 2010). Na Figura 2 são apresentadas as etapas do processamento da modelagem agrometeorológica espectral, com o uso de imagens de satélite juntamente com dados da estação meteorológica (radiação solar global, temperatura do ar, umidade relativa do ar (RH), velocidade do vento (u2)), sendo obtidos parâmetros como albedo da superfície (a), índice de vegetação (NDVI), temperatura da superfície (Ts), biomassa (BIO), produtividade da água (WP), resistência da superfície (rs) e evapotranspiração (ET).

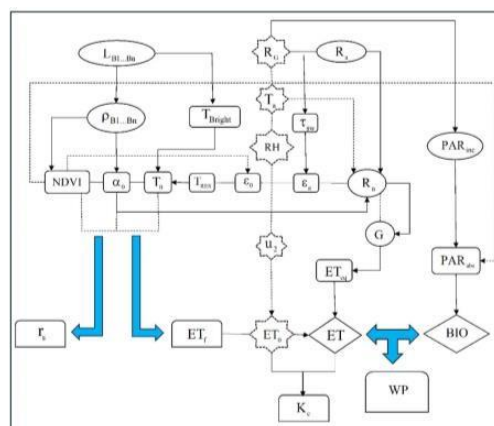


Figura 2 . Fluxograma das etapas do processamento do modelo agrometeorológico espectral

Valores de r_s abaixo de 800 s m^{-1} e NDVI acima ou igual a 0,4 foram considerados culturas irrigadas, enquanto que valores de r_s entre 800 e 10000 s m^{-1} e NDVI abaixo de 0,4 foram considerados vegetação natural.

Foi realizada agregação temporal, sendo calculadas médias mensais ou anuais para análise de tendências sazonais e interanuais da resistência de superfície. Os mapas resultantes podem ser visualizados diretamente na interface do GEE e exportados para visualização em outros softwares.

3. RESULTADOS

Nas Figuras 3, 4 e 5, observa-se a distribuição espacial da temperatura da superfície (T_s), resistência da superfície (r_s) e a condicional para obtenção de áreas irrigadas, respectivamente. Foram realizadas análises da aplicação do modelo SUREAL, usando imagens do satélite Landsat-8, devido à presença da banda termal, para obtenção da Temperatura da Superfície (T_{sup}).

Destaca-se que a temperatura da superfície (T_{sup}) apresentou grande variação espacial, sendo um produto que discrimina melhor a superfície, onde observa-se que os menores valores estão associados às áreas com pivôs centrais, em azul claro, com valores entre 12 e 33°C . Nas demais áreas, com características espectrais diferentes, foram observados valores maiores que 37°C .

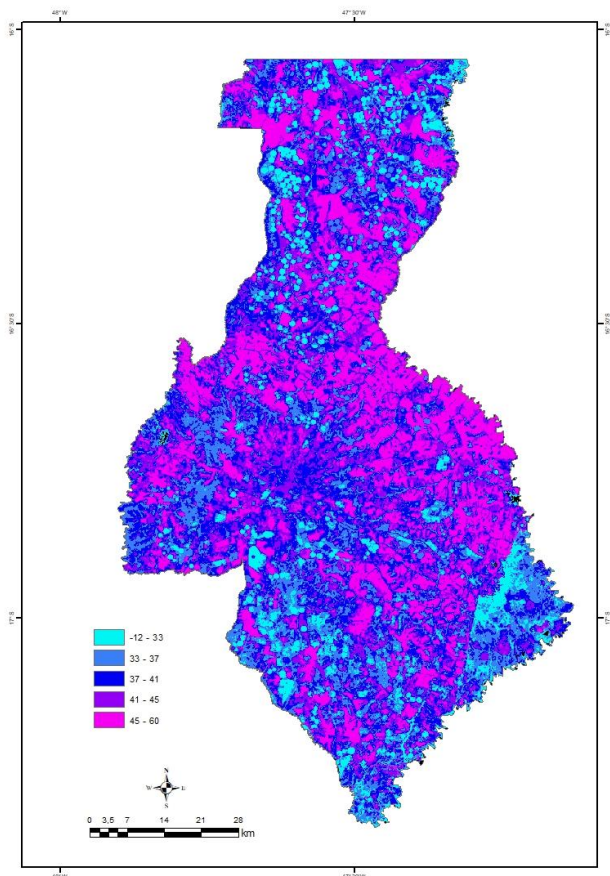


Figura 3. Temperatura da superfície ($^\circ\text{C}$) do município de Cristalina (GO).

A figura 4, apresenta a distribuição espacial da resistência da superfície (r_s). A resistência superficial leva em consideração as características físicas da superfície, sendo obtida através da relação entre a temperatura da superfície, o albedo e o vigor vegetativo (NDVI), sendo um componente crítico nos modelos de evapotranspiração e é influenciada por fatores como a cobertura vegetal, a umidade do solo e a radiação solar. A resistência da superfície estima a dificuldade d'água ser transferida do solo e da vegetação para a atmosfera, sendo que os valores mais altos de r_s indicam maior resistência à evapotranspiração, o que é comum em superfícies secas.

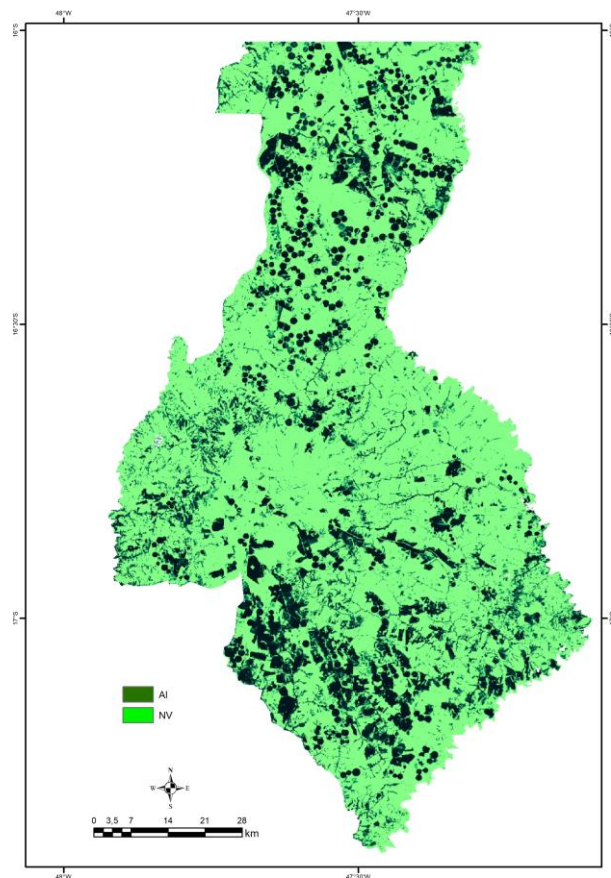


Figura 4. Resistência da superfície (s.m^{-1}), de áreas irrigadas (AI – verde escuro) e vegetação natural (NV- verde claro) do município de Cristalina (GO).

A figura 5, apresenta a classificação de áreas irrigadas e vegetação natural, destacando-se em tom de verde. A resistência superficial leva em consideração as características físicas da superfície, sendo obtida através da relação entre a temperatura da superfície, o albedo e o vigor vegetativo (NDVI), sendo um componente crítico nos modelos de evapotranspiração e é influenciada por fatores como a cobertura vegetal, a umidade do solo e a radiação solar. A resistência da superfície estima a dificuldade d'água ser transferida do solo e da vegetação para a atmosfera, sendo que os valores mais altos de r_s indicam maior resistência à evapotranspiração, o que é comum em superfícies secas.

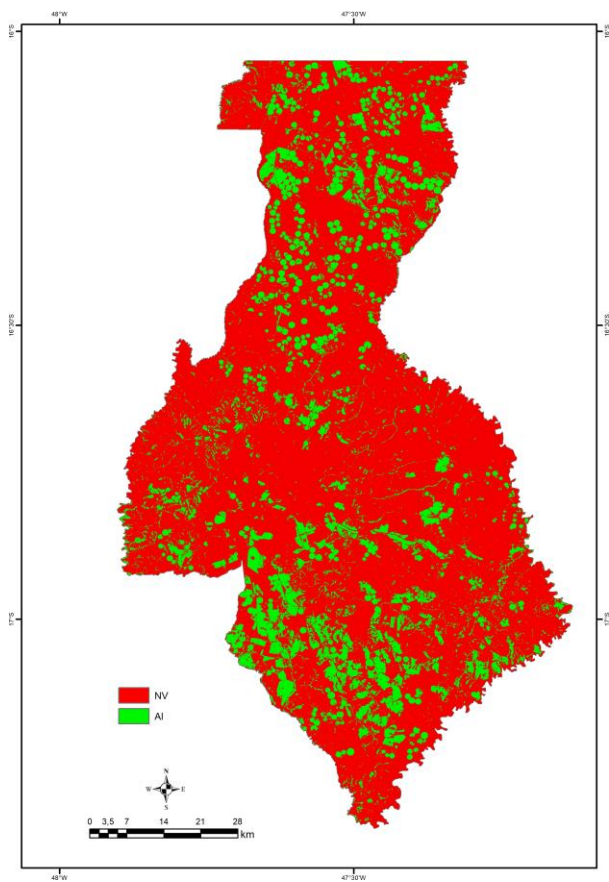


Figura 5. Classificação de áreas irrigadas (AI – verde) e vegetação natural (NV- vermelho), do município de Cristalina (GO).

4. DISCUSSÃO

A metodologia SUREAL é particularmente relevante para estudos de mudanças no uso e cobertura do solo e avaliação de disponibilidade hídrica. Ela permite a avaliação da resposta das superfícies terrestres à evapotranspiração em diferentes condições de cobertura vegetal e solo, fornecendo informações críticas para a gestão de recursos hídricos e agrícolas. A metodologia tem a limitação, assim como qualquer modelo baseado em sensoriamento remoto, a precisão do SUREAL depende da qualidade dos dados de entrada, como a resolução espacial das imagens de satélite, disponibilidade de imagens sem presença de nuvens e a precisão dos cálculos de temperatura da superfície e albedo. É importante validar os resultados com dados de campo sempre que possível.

Apesar das análises terem sido realizadas em um único ano, os resultados preliminares são animadores, diante da possibilidade de monitoramento das condições hídricas e respostas espectrais da superfície, usando imagens com boa resolução espacial e temporal, como do satélite Landsat-8 e Sentinel-2A.

As análises serão ampliadas para todo o estado de Goiás, com a finalidade de mapear as áreas irrigadas, podendo ser implementadas para acompanhamento de pivôs centrais em atividade, visando conservação de recursos hídricos.

5. CONCLUSÕES

Com os indicadores hídrico-espectrais, obtidos por sensoriamento remoto com imagens Landsat-8 e dados de estação meteorológica, foi possível obter informações sobre o desenvolvimento de culturas irrigadas, como a resposta espectral das plantas às condições hídricas (irrigação), permitindo realizar inferências e extrair limiares, para posterior extrapolação para áreas maiores do bioma cerrado. Infere-se que as áreas agrícolas, com alto vigor vegetativo, em período seco, deve-se ao fator irrigação, principalmente por pivôs centrais. Com os resultados obtidos, as análises serão ampliadas para grandes áreas, com a finalidade de mapear as áreas irrigadas, podendo ser implementadas para acompanhamento de pivôs centrais em atividade, visando conservação de recursos hídricos.

6. REFERÊNCIAS

- [1] FAO (2020) The state of food and agriculture. *Overcoming water challenges in agriculture*. FAO, Rome, 2020
- [2] Althoff, D., Rodrigues, L. N. The expansion of center-pivot irrigation in the Cerrado biome. *Irriga*, Botucatu, v. 1, n. 1, p. 56-61, 2019.
- [3] Teixeira, A. H. de C., Water productivity assessments from field to large scale: a case study in the Brazilian semi-arid region, *LAP Lambert Academic Publishing*: Saarbrücken, Germany; 226 p, 2009.
- [4] Teixeira, A. H. de C. Determining regional actual evapotranspiration of irrigated and natural vegetation in the São Francisco river basin (Brazil) using remote sensing and Penman-Monteith equation. *Remote Sensing*, v. 2, 1287-1319, 2010.
- [5] Bastiaanssen, W. G. M.; Ali, S. A new crop yield forecasting model based on satellite measurements applied across the Indus Basin, Pakistan. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v.94, n.3, p. 32-340, 2003.