



APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE DETECÇÃO REMOTA NA AVALIAÇÃO DA CULTURA DO ARROZ, NO VALE DO LIS

Isabel PEDROSO DE LIMA^{1,2}, Romeu G. JORGE^{1,2}, João L.M. PEDROSO DE LIMA^{1,2}

1. Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Coimbra, Rua Luís Reis Santos, 3030-788 Coimbra, Portugal, iplima@uc.pt, romeu.jorge@uc.pt, plima@dec.uc.pt

2. MARE – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente, Coimbra, Portugal

RESUMO

O arroz é tradicionalmente cultivado sob alagamento contínuo, exigindo muito mais água de rega do que as culturas que são regadas sem alagamento. Os problemas de escassez de água doce e a competição cada vez maior pelo recurso água (consumo humano, agricultura, indústria) aumentam a necessidade de efetuar uma avaliação precisa e atualizada da distribuição espacial da área cultivada de arroz e das condições da cultura (e.g., fitossanidade, necessidade de água), informações essenciais para diferentes entidades interessadas nesta cultura, nomeadamente, gestores agrícolas, produtores de arroz e consumidores. Nos últimos anos, dados de deteção remota, como imagens obtidas por satélite, têm permitido a aquisição de dados ambientais de forma rápida e fácil. Esses dados são aplicados para calcular, por exemplo, Índices de Vegetação, como o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Este estudo preliminar, que se preocupa com a melhoria do uso sustentável da água nos agro-ecossistemas de arroz, em particular para as condições locais no Vale do Lis (Portugal), visa uma maior compreensão da utilidade das ferramentas de teledeteção para a orizicultura. Foram utilizados dados de Sentinel-2A para determinar o perfil temporal do NDVI durante a época de cultivo do arroz nessa área agrícola em 2020, o que permite avaliar a evolução do vigor vegetativo da cultura do arroz, e, assim, avaliar o potencial das imagens desse satélite para monitorizar a evolução da cultura e das condições de cultivo do arroz ao nível da parcela.

Palavras-Chave: orizicultura; teledeteção remota; gestão de recursos hídricos; índice de vegetação; rega.

1. INTRODUÇÃO

O cultivo de arroz, reconhecido como sendo uma cultura estratégica para a segurança alimentar em alguns países, é uma das principais atividades agrícolas em Portugal e possui especial importância económica em território nacional. Anualmente são produzidos em Portugal cerca de 180 mil toneladas de arroz em diversas áreas de cultivo das bacias hidrográficas do rio Tejo, Sado e Mondego (INE, 2019). A rega da cultura de arroz por alagamento é normalmente identificada como uma prática agrícola de baixa eficiência ao nível do uso da água em agricultura e é um problema identificado em diversos estudos científicos (e.g., Howell, 2001; Chaves & Oliveira, 2004; Gonçalves & de Lima, 2018), assim como discutido entre agricultores e gestores agrícolas, no âmbito de preocupações com a sustentabilidade ambiental e da orizicultura. De facto, a preocupação relativa ao uso da água está associada ao aumento da procura da utilização da água e da diversidade de utilizadores (nos setores agrícola e industrial, e consumo humano) e à vulnerabilidade de Portugal face à escassez de água preconizada por modelos hidrológicos e cenários de alterações climáticas.

A deteção remota possui a capacidade de fornecer informação fiável e em tempo real sobre vários fatores pertinentes à agricultura, em particular, relacionados com o sistema agrícola do cultivo de arroz. Destaca-se a gestão da água e a modelação de diferentes processos, no que respeita por exemplo à monitorização do uso da água e produtividade agrícola e relação entre a produção da cultura e os processos hidrológicos (e.g., Kuenzer & Knauer, 2013).

A deteção remota a escala elevada, nomeadamente, através de utilização de satélites está cada vez mais a ser usada como complemento de fonte informação obtida *in situ* na rede de monitorização ambiental (e.g., Sheffield et al., 2018). As imagens de satélite provenientes do MODIS e LandSat têm sido frequentemente utilizadas (e.g., Oguro et al., 2003; Coll et al., 2010; Dong et al., 2015); porém, imagens de Sentinel-2A apresentam enorme potencial na sua utilização devido à sua maior resolução (e.g., Belgiu & Drăgu, 2016; Segarra et al, 2020). Por norma, os resultados das imagens espectrais através de deteção remota não são apresentados em termos de radiação emitida

pela superfície, tal como é medido pelo sensor, sendo transformados em índices de vegetação como, por exemplo, o NDVI - *Normalized Difference Vegetation Index* (Qi et al., 1994).

Este trabalho apresenta os resultados preliminares focados numa região de produção de arroz no Vale do Lis (Portugal) de um estudo desenvolvido para melhor compreender, à escala da parcela, as condições do cultivo do arroz utilizando técnicas apoiadas na deteção remota (e.g., NDVI). Foram utilizados neste estudo dados de Sentinel-2A para determinar o perfil temporal do NDVI durante a época de cultivo do arroz em 2020, o que permite avaliar a evolução do vigor vegetativo da cultura do arroz, e, assim, avaliar o potencial das imagens desse satélite para monitorizar a evolução da cultura e das condições de cultivo do arroz ao nível da parcela.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo debruça-se sobre o cultivo do arroz praticado no perímetro de rega do Vale do Lis, localizado a norte da cidade de Leiria (Fig. 1). O estudo utiliza dados relativos à cultura do arroz ao nível da parcela recolhidos numa área agrícola sob gestão da Associação de Regantes e Beneficiários do Vale do Lis (ARBVL): o Bloco II (coordenadas 39° 52' 23.69" N, 8° 53' 1.18" W), que se apresenta como um dos sub-perímetro de rega do Vale do Lis, possui cerca de 110 ha e é dedicado sobretudo ao arroz.

O arroz produzido nesta área pertence à variedade Ariete da subespécie *Oryza sativa* L. ssp. Japonica, conhecido comercialmente por arroz “Carolino”. A rega dos campos de arroz é feita por alagamento.



Fig. 1. Localização do perímetro de rega do Vale do Lis (adaptada de Brito, 2011) (à esquerda) e da parcela do Bloco II referida neste trabalho (Google Maps, 2021) (à direita).

Os dados utilizados neste estudo preliminar foram adquiridos pelo satélite Sentinel-2 do Programa Copernicus da Agência Espacial Europeia. A missão Sentinel-2A tem uma órbita quase-polar e dispõe de um sensor MSI (*MultiSpectral Instrument*) com 13 bandas espectrais, com uma grande resolução espacial, de 10, 20 ou 60 metros dependendo da banda, e resolução temporal média de 10 dias.

Através do site <https://scihub.copernicus.eu>, foram adquiridas imagens do Sentinel-2A recolhidas entre 1 de março e 31 de outubro de 2020. Foram selecionadas imagens no Level 2-A com 10×10 m² de resolução, correção atmosférica, e presença de nuvens inferior a 8%.

Os dados de deteção remota foram utilizados para calcular índices de vegetação, sendo apresentados resultados para o NDVI.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ilustram-se os resultados obtidos através da apresentação da variação temporal do valor médio de NDVI (Fig. 2) estimado para a campanha de cultivo do arroz de 2020, relativo a uma das parcelas de cultivo de arroz no Vale do Lis, com a área de cerca de 3 ha (Fig. 1). Na generalidade, o perfil de variação do NDVI apresenta um comportamento semelhante ao expectável, nomeadamente no que respeita à forma como varia ao longo das

diferentes fases da cultura. Os valores mais baixos de NDVI (≈ 0.20) que são observados na Fig. 2 são típicos da fase inicial de cultivo do arroz, nas condições em que é produzido no Vale do Lis, e estão relacionados com o alagamento dos campos que é efetuado próximo da fase da sementeira do arroz, em maio. Em agosto, o NDVI atinge os valores mais altos (≈ 0.90), que correspondem ao máximo desenvolvimento vegetativo do arroz. Posteriormente e até fim do período de cultivo do arroz, os valores de NDVI diminuem progressivamente até que a planta atinge o pico da maturação e é efetuada a sua colheita, no final de outubro.

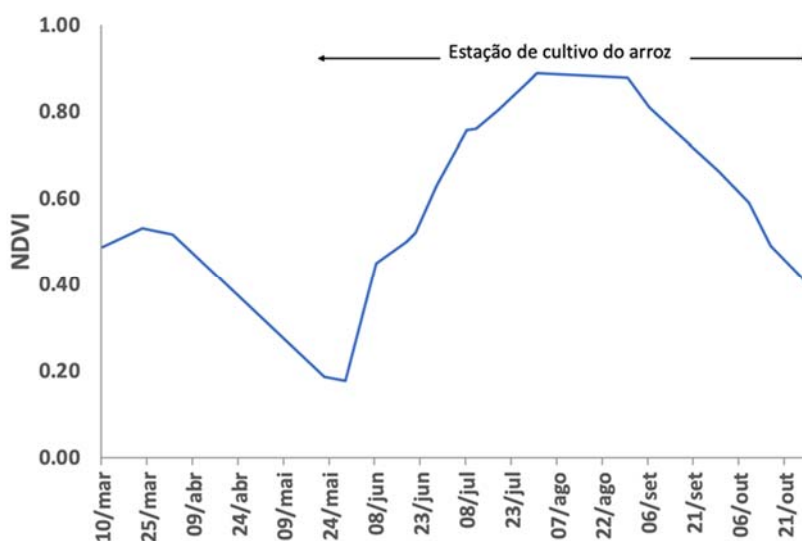


Fig. 2. Valores médios de NDVI calculados para a parcela de estudo (Bloco II, Fig. 1) utilizando as imagens do satélite Sentinel-2A.

O perfil temporal da evolução de NDVI calculado a partir dos dados do Sentinel-2A para a cultura do arroz na parcela do Bloco II é semelhante a estudos anteriormente efetuados para este tipo de cultura na região do Mediterrâneo (e.g., Corvino et al., 2018; Rolim et al., 2019; Sarvia et al., 2021) e no âmbito de trabalho em curso na região de produção de arroz do Baixo Mondego (Jorge et al., 2021). Tendo em conta as condições específicas do Vale do Lis, a utilização de índices de vegetação (e.g., NDVI) apresenta-se como uma ferramenta útil para caracterizar, à escala da parcela, a resposta da cultura, as necessidades hídricas e, também, para apoiar nas decisões da gestão da água.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo foca-se na avaliação das variações no tempo e no espaço de índices de vegetação, em particular, do NDVI, estimado a partir de imagens do satélite Sentinel-2A, relativamente às condições de produção de arroz no Vale do Lis. Os resultados preliminares obtidos mostram as potencialidades e utilidade do uso de ferramentas de deteção remota na monitorização de parcelas de arroz, nomeadamente com o nível de resolução dos dados do Sentinel-2A seleccionados. Este tipo de dados, obtidos por deteção remota, permite obter informações temporais e espaciais que possibilitam melhorar a estimativa das necessidades hídricas deste tipo de cultura e, assim, auxiliar na construção de melhor informação de apoio à tomada de decisões no âmbito da gestão agrícola.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho enquadra-se nos projetos de investigação MEDWATERICE – Towards a sustainable water use in Mediterranean rice-based agro-ecosystems (www.medwaterice.org), na componente financiada através da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (ref. PRIMA/0006/2018) e GO Lis – Grupo Operacional para a Gestão da Água no Vale do Lis (ref. PDR2020-101-030913).



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Belgiu M, Drăgu L (2016) Random forest in remote sensing: a review of applications and future directions. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sensing*, 114, 24-31
- Brito PF (2011) Aproveitamento hidroagrícola do Vale do Lis – reabilitação dos açudes do Arrabalde e das Salgadas. *Jornadas Técnicas da APRH*. 13-15 outubro 2011. LNEC. Lisboa
- Cesari de Maria S, Rienzner M, Facchi A, Chiaradia EA, Romani M, Gandolfi C (2016) Water balance implications of switching from continuous submergence to flush irrigation in a rice-growing district. *Agricultural Water Management*, 171, 108–119
- Chaves MM, Oliveira MM (2004) Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: prospects for water-saving agriculture. *Journal of Experimental Botany*, 55(407), 2365–2384
- Coll C, Galve JM, Sanchez JM, Caselles V (2010) Validation of Landsat-7/ETM+ Thermal- Band Calibration and Atmospheric Correction with Ground-Based Measurements. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 48(1), 547-555, doi: 10.1109/TGRS.2009.2024934
- Corvino G, Lessio A, Borgogno-Mondino E (2018) Monitoring Rice Crops in Piemonte (Italy): Towards an Operational Service Based on Free Satellite Data. *IGARSS 2018 - 2018 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, Valencia, 9070-9073, doi: 10.1109/IGARSS.2018.8518634
- Dong J, Xiao X, Kou W, Qin Y, Zhang G, Li L, Jin C, Zhou Y, Wang J, Biradar C, Liu J, Moore B (2015) Tracking the dynamics of paddy rice planting area in 1986–2010 through time series Landsat images and phenology-based algorithms. *Remote Sensing of Environment*, 160, 99-113
- Gonçalves JM, de Lima IP (2018) Improving Water Productivity in Irrigated Agriculture: Challenges from Climate Change and New Water Resources Paradigms. In: Alves, F., Leal Filho, W., Azeiteiro, U. (eds.) *Theory and Practice of Climate Adaptation*. Springer, Cham, 347-361
- Howell T (2001) Enhancing water use efficiency in irrigated agriculture. *Agronomy Journal*, 93, 281–189
- INE (2019) Main crops yield (kg/ha) by geographic localization (agrarian region) and specie. *Annual*. Instituto Nacional de Estatística, I.P., Lisboa, Portugal
- Jorge, R.G., de Lima IP, de Lima, JLP (2021) Application of Remote Sensing based tools for improving agricultural management in paddy fields in the Lower Mondego region. In: *Proceedings of International Conference on Water Energy Food and Sustainability – ICOWEFS 2021*, 10-12 maio 2021, 8 p.
- Kuenzer C, Knauer K (2013) Remote sensing of rice crop areas. *International Journal of Remote Sensing*, 34(6), 2101-2139
- Oguro Y, Suga Y, Takeuchi S, Ogawa H, Tsuchiya K (2003) Monitoring of a rice field using landsat-5 TM and landsat-7 ETM+ data. *Advances in Space Research*, 32(11), 2223-2228, ISSN 0273-1177
- Qi J, Chehbouni A, Huete AR, Keer YH, Sorooshian S (1994) A modified soil vegetation adjusted index. *Remote Sensing Environment*, 48 119–126
- Rolim J, Navarro A, Vilar P, Saraiva C, Catalao J (2019) Crop data retrieval using earth observation data to support agricultural water management. *Engenharia Agrícola*, 39(3), 380-390
- Sarvia F, Xausa E, Petris SD, Cantamessa G, Borgogno- Mondino E (2021) A Possible Role of Copernicus Sentinel-2 Data to Support Common Agricultural Policy Controls in Agriculture. *Agronomy*, 11, 110, doi: 10.3390/agronomy11010110
- Segarra J, Buchaillet ML, Araus JL, Kefauver SC (2020) Remote sensing for precision agriculture: Sentinel-2 improved features and applications. *Agronomy*, 10, 641
- Sheffield J, Wood EF, Pan M, Beck H, Coccia G, Serrat-Capdevila A, Verbist K (2018) Satellite remote sensing for water resources management: potential for supporting sustainable development in data-poor regions. *Water Resources Research*, 54, 1-35