

NDVI ASSOCIADO AO MAPEAMENTO DOS PRINCIPAIS ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DA CULTIVAR IRGA 409 EM ITAQUI, RS

Cassiane Jayrj de Melo Victoria Bariani¹

Nelson Mario Victoria Bariani²

Gil Cunegatto Marques Neto³

Luis Fernando Estevo⁴

Neiva Gelain⁵

Palavras-chave: sensoriamento remoto, Landsat8, índice de vegetação.

INTRODUÇÃO

O ciclo de desenvolvimento da cultivar IRGA 409 é médio durando entre 121 a 130 dias desde a emergência até a maturação, com primórdio da panícula aos 65 dias, pleno florescimento aos 89 dias e maturação fisiológica aos 126 dias. São plantas de porte baixo, com folhas curtas, eretas e pilosas, panícula protegida pela folha bandeira, suscetível à toxidez por excesso de ferro no solo e sensível a baixas temperaturas. Possui vigor inicial alto, resistente ao acamamento, com alta capacidade de afilhamento, chegando a produzir mais de 8t/ha (SOSBAI, 2016).

A identificação dos principais estádios fenológicos ao longo do ciclo das culturas pode ser utilizada para um melhor planejamento dos principais manejos a serem executados na lavoura. Metodologias que se utilizam do sensoriamento remoto para o mapeamento e acompanhamento dos ciclos das culturas tem sido crescentemente utilizadas nas passadas três décadas em trabalhos acadêmicos, porém são ainda pouco exploradas na gestão agrícola no Brasil. O NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) é um índice obtido por meio de técnicas de sensoriamento remoto que se baseia no contraste entre a máxima absorção na banda do vermelho pela clorofila presente na planta e a máxima refletância no infravermelho próximo, devido à estrutura celular da folha (JENSEN, 2011) servindo de indicador de crescimento e sanidade dos cultivos. O valor do NDVI, devidamente filtrado de interferências, descreve o comportamento espectral das culturas, podendo ser associado as características de cultivares e variedades. A diferenciação produzida pelas características típicas de cada dossel vegetal durante o crescimento faz potencialmente possível a identificação de estádios de desenvolvimento ao longo do ciclo das culturas agrícolas (SAKAMOTO *et al.*, 2010).

O conhecimento da época de ocorrência dos diferentes estádios fenológicos na lavoura de arroz irrigado é de grande importância para o planejamento das práticas de manejo a serem utilizadas. Os principais estádios fenológicos a serem considerados nas lavouras de arroz irrigado são: estágio V4 (colar formado na quarta folha do colmo principal); o estágio reprodutivo R1 (diferenciação da panícula); o estágio reprodutivo R2 (emborrachamento) ao R4 (início de floração); estágio reprodutivo R8 (início da senescência); e o estágio reprodutivo R9 (maturação) (SOSBAI, 2016).

¹ Eng^a Agrônoma, MSc. em Geografia: Sensoriamento Remoto, Dr^a em Ciência do Solo, Acadêmica Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Campus Itaqui, Rua Joaquim de Sá Brito, cassiane.victoria@gmail.com

² Químico, MSc. em Química, Dr. em Física, Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA)

³ Eng. Agrônomo, MSc. em Manejo e Conservação do Solo e da Água, Instituto Riograndense de Arroz (IRGA)

⁴ Eng. Agrônomo, Empresa Agrosul, Itaqui, RS

⁵ Eng^a Florestal, MSc. Em Ciência do Solo, Empresa Agrosul, Itaqui, RS

Na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul a média de produtividade ultrapassa os 8t/ha (IRGA, 2015). Acredita-se que se houverem melhorias relacionadas ao manejo da cultura essa produtividade possa ser aumentada. Para isso, torna-se conveniente um monitoramento mais acurado dos principais estádios fenológicos do arroz irrigado e sua distribuição espacial dentro da parcela ou talhão cultivado para se realizar as práticas de manejo no estágio fenológico adequado de acordo com as características fisiológicas e agrônômicas de cada cultivar (STEINMETZ *et al.*, 2015). Desta forma pretende-se contribuir para o mapeamento dos principais estádios fenológicos por meio de índice de vegetação ao longo do ciclo da cultivar IRGA 409 em lavouras comerciais de arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados de refletância de superfície de 11 imagens do satélite LANDSAT8/OLI, na órbita 224 no ponto 80, entre os meses de setembro a março de 2016/2017, obtidas do site <https://earthexplorer.usgs.gov>. O NDVI foi calculado de acordo com Rouse *et al.* (1974), e graficado em função do tempo para avaliação dos perfis temporais e associados aos graus dias de desenvolvimento (GDD). Os estádios fenológicos foram associados de acordo com os graus dia ou correspondentes dias após a emergência, obtidos através do modelo GD Arroz (STEINMETZ *et al.*, 2015) e correlações empíricas entre dias e graus dia para a safra 2016-2017 obtidas com dados do INMET regionais.

Os perfis temporais de NDVI da cultivar IRGA 409 de duas lavouras comerciais de arroz irrigado no município de Itaquí, RS, foram analisados durante o ciclo de desenvolvimento com o objetivo de mapear a distribuição da fenologia das plantas. Os dados de fenologia e produtividade foram provenientes dos técnicos do produtor ou da assistência técnica ou do IRGA, conforme a disponibilidade.

O modelo GD Arroz foi acessado pela internet no endereço: <http://www.cpact.embrapa.br/agromet> (STEINMETZ *et al.*, 2015). Os estádios fenológicos e a data e dias após a emergência necessários para sua manifestação foram obtidos deste modelo e posteriormente associados com os valores de NDVI correspondentes aos mesmos dias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os principais estádios fenológicos da cultivar IRGA 409 foram identificados por meio da associação do NDVI com GD nas quatro lavouras comerciais de arroz irrigado. A Tabela 1 mostra as datas de imageamento pelo satélite Landsat8/OLI, principais estádios de desenvolvimento da cultivar IRGA 409, número de dias da duração do estádios fenológicos e a data de ocorrência de cada estágio estimados pelos modelo GD Arroz utilizando dados de temperatura da estação meteorológica do INMET de São Borjá.

Os valores médios de NDVI, para os talhões analisados, para cada data de imageamento, também são apresentados na Tabela 1.

A Figura 1 mostra que na data de 28/09/2016 os campos A e B apresentavam NDVI ao redor de zero, associado com a fase de preparo do solo; em 14/10/2016 os dois campos já estavam semeados; na imagem do dia 30/10/2016 os dois campos estão em fase de emergência; em 25/11/2016 os campos estão em estágio V4; na imagem de 03/12/2016 os dois campos estão perfilhando e observa-se o início da coloração avermelhada; em 17/12/2016 a 18/01/2017 os campos estão em estádios reprodutivos, alcançando os valores máximos de NDVI (0.76) como mostrado na Tabela 1. Nesses estádios a predominância da coloração vermelha na imagem indica que as plantas estão uniformes; nas datas entre 03/02/2017 e 19/02/2017 o NDVI começa a declinar indicando a maturação completa da cultura o que indica a proximidade com a colheita; por fim na imagem de 23/03/2017 os campos já estavam colhidos o que é observado por meio da coloração esverdeada correspondente aos valores de NDVI entre 0.27-0.34.

Tabela 1. Datas das imagens do satélite Landsat8/OLI, órbita 224 ponto 80. Estimativas pelo modelo GD Arroz da ocorrência dos principais estádios de desenvolvimento da cultura do arroz irrigado: data e número de dias após a emergência (DAE).

DATAS IMAGENS LANDSAT8/OLI	NDVI		ESTÁDIOS FENOLÓGICOS	MODELO GD ARROZ	
	A	B		N° DIAS	DATAS
28/09/2016	0.21	0.20	Preparo do solo	0	28/10/2016
14/10/2016	0.24	0.22	Semeadura	0	10/10/2016
30/10/2016	0.26	0.28	Emergência	0	20/10/2016
25/11/2016	0.27	0.35	V4	17	05/11/2016
03/12/2016	0.58	0.63	Perfilamento/ Entrada água	-	03/12/2016
17/12/2016	0.72	0.71	R1	58	16/12/2016
18/01/2017	0.74	0.76	R4	89	17/01/2017
03/02/2017	0.74	0.65	R8	109	06/02/2017
19/02/2017	0.58	0.62	R9	119	16/02/2017
26/02/2017	0.57	0.33	Senescência	129	
14/03/2017	0.26	0.27	Senescência	135	
23/03/2017	0.27	0.34	Colheita	-	22/03/2017

A distribuição espaço temporal dos valores de NDVI, e correspondentemente dos estádios fenológicos da cultivar IRGA 409, associados de acordo ao modelo GD Arroz, podem ser observados nos mapas da Figura 1, ao longo da safra considerada.

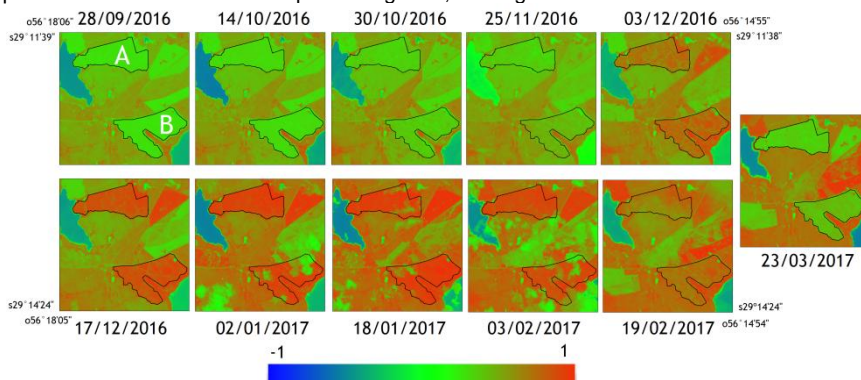


Figura 1. Mapa de distribuição espaço temporal dos valores de NDVI ao longo do ciclo da cultura de arroz irrigado, cultivar IRGA 409, associados com os estádios fenológicos na Tabela 1. Escala de cores onde vermelho indica maior desenvolvimento da vegetação.

A extração dos valores médios de NDVI (Tabela 1) somados a visualização da distribuição dos pixels dentro de cada campo analisado (Figura 1) permitiu avaliar o desenvolvimento da vegetação. De maneira geral, observou-se uma uniformidade dentro dos dois campos analisados, este fato também fica evidenciado pelo coeficiente de variação do NDVI, que apresentou um valor de 10.7% para o campo A e 13.7% para o campo B. Essa uniformidade revelada pelos resultados estatísticos refletiu na produtividade que chegou a 8718.6 kg/ha no campo A e 8202.36kg/h no campo B. Embora a validação da calibração realizada entre NDVI e estádios fenológicos com dados a campo extrapola os objetivos deste trabalho, podemos afirmar que os dados existentes apresentaram boa coincidência com os deduzidos pelo modelo.

CONCLUSÃO

O bem estabelecido método dos GDD para previsão da fenologia permitiu a calibração do NDVI para a diferenciação entre os principais estádios fenológicos da cultivar IRGA 409 ao longo do ciclo. O resultado é coerente com o indicado pela fotointerpretação da sequência de imagens NDVI. Mediante ajuste e validação com verdades a campo, o procedimento tem bom potencial de aplicação no processo produtivo, como apoio ao planejamento e gerenciamento de lavouras de arroz irrigado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Rio Grandense do Arroz e à Universidade Federal do Pampa pelo apoio institucional para a realização deste trabalho. Agradecem ainda às empresas CV Monitoramento Agrícola e Agrosul pela colaboração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IRGA. **RELATÓRIO SAFRA 2014/2015**. GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. ITAQUI, p. 1-3. 2015.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente**: uma perspectiva em recursos terrestres. [S.l.]: Parêntese, v. 2, 2011. 598 p. Tradução autorizada.

LOPES, S. I. G. et al. **CULTIVAR IRGA 429: MAIS UMA OPÇÃO PARA O SISTEMA DE CULTIVO DE ARROZ PRÉ-GERMINADO NO RIO GRANDE DO SUL**. CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO. PELOTAS: [s.n.]. 2015. p. 1-5.

ROUSE, J. W. et al. **Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS**. Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium. Greenbelt: NASA. 1974.

SAKAMOTO, T. et al. A Two-Step Filtering approach for detecting maize and soybean phenology with time-series MODIS data. **Remote Sensing of Environment**, 114, 2010. 2146-2159.

SOSBAI, R. T. D. C. D. A. I. **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. ISBN 978-85-69582-02-1. ed. Pelotas: [s.n.], 2016. 200 p.

STEINMETZ, S. et al. **GD Arroz: Programa Baseado em Graus-Dia como Suporte ao Planejamento e à Tomada de Decisão no Manejo do Arroz Irrigado**. Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 162. Pelotas, p. 1-8. 2015. (ISSN 1516-8832).

STEINMETZ, S. et al. **GD Arroz: Programa Baseado em Graus-Dia como Suporte ao Planejamento e à Tomada de Decisão no Manejo do Arroz Irrigado**. Embrapa. Pelotas, p. 1-8. 2015. (ISSN 1516-8832).