

CARACTERIZAÇÃO ESPECTRO-TEMPORAL DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO POR MEIO DE IMAGENS LANDSAT

Cassiane Jrayj de Melo Victoria Bariani¹

Nelson Mario Victoria Bariani²

Gil Cunegatto Marques Neto³

José Rodrigo Fernandez Caresani⁴

Palavras-chave: assinatura espectral, sensoriamento remoto, índice de vegetação.

INTRODUÇÃO

O monitoramento das características espectrais ao longo do tempo por meio de imagens de satélite é reconhecido cientificamente por fornecer informações que podem ser associadas ao tipo de cultivar ou variedade, vigor, densidade, sanidade, nutrição e estádios fenológicos, pois utiliza convenientemente as informações eletromagnéticas refletidas pela superfície terrestre, usando, por exemplo, os chamados índices de vegetação.

O conhecimento da assinatura espectral de diferentes cultivares de arroz irrigado torna-se uma ferramenta importante para o monitoramento e fiscalização de lavouras agrícolas, pois pode facilitar o trabalho de entidades públicas de certificação e de indústrias arroseiras. O Instituto Riograndense do Arroz (IRGA) é a entidade que monitora e fiscaliza as lavouras de arroz irrigado no sul do Brasil, garantido a multiplicação de sementes certificadas, verificando o local da lavoura, tamanho da área cultivada, cultivar utilizada e se há presença de arroz vermelho.

As metodologias que fazem uso de sensoriamento remoto podem utilizar os registros espectrais contidos nas diferentes imagens (bandas) obtidas pelos sensores de satélites, e processá-los para transformá-los em produtos capazes de contribuir a aspectos como o gerenciamento, monitoramento e fiscalização das lavouras e facilitar a tomada de decisão com base técnica. Para o produtor a distribuição espaço temporal das informações a nível de parcelas agrícolas pode permitir um acompanhamento à distância do comportamento das culturas ao longo do seu ciclo de desenvolvimento, ocasionando um menor custo de deslocamento no monitoramento das lavouras comerciais, pois possibilita um melhor planejamento das saídas a campo. Para a indústria, a análise de curvas espectro-temporais de cada cultivar possibilita sua caracterização prévia, o que gera maior precisão e exatidão na hora de receber e avaliar o arroz, pois cada cultivar e até cada lavoura pode ser considerado que possui um valor agregado diferente. Para institutos de pesquisa, como o IRGA, por exemplo, tanto a distribuição espaço temporal como a obtenção de curvas espectro-temporais contribuem para o monitoramento e validação das lavouras com o objetivo de certificação de sementes.

Este trabalho teve por objetivo monitorar e descrever as curvas espectro-temporais das cultivares IRGA 409, IRGA 424, IRGA 426, IRGA 429 e IRGA 430 plantadas em lavouras comerciais do Município de Itaqui, por meio da combinação de dados obtidos a campo e perfis temporais de NDVI ao longo do ciclo da cultura, conseguidos pelo

¹ Eng^a Agrônoma, MSc. em Geografia; Sensoriamento Remoto, Dr^a em Ciência do Solo, Empresa CV Monitoramento Agrícola e Ambiental; Acadêmica da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Campus Itaqui, RS, 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. Biotecnologia e Bioprocessos, MSc. Em Sensoriamento Remoto, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UERGS)

processamento de 11 imagens do satélite LANDSAT8/OLI, nas órbitas 224/80 e 225/80 correspondentes ao município de Itaqui, RS.

As curvas espectrais ao longo do ciclo apresentaram comportamentos espectrais particulares entre as diferentes cultivares, avaliados por meio de parâmetros das curvas obtidos em pontos de referência do início do crescimento, etapa de crescimento rápido, etapa de máximo NDVI, e etapa de senescência.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo corresponde a 81 parcelas agrícolas com 5 diferentes cultivares, IRGA 409, IRGA 424, IRGA 426, IRGA 429 e IRGA 430 (Figura 1).

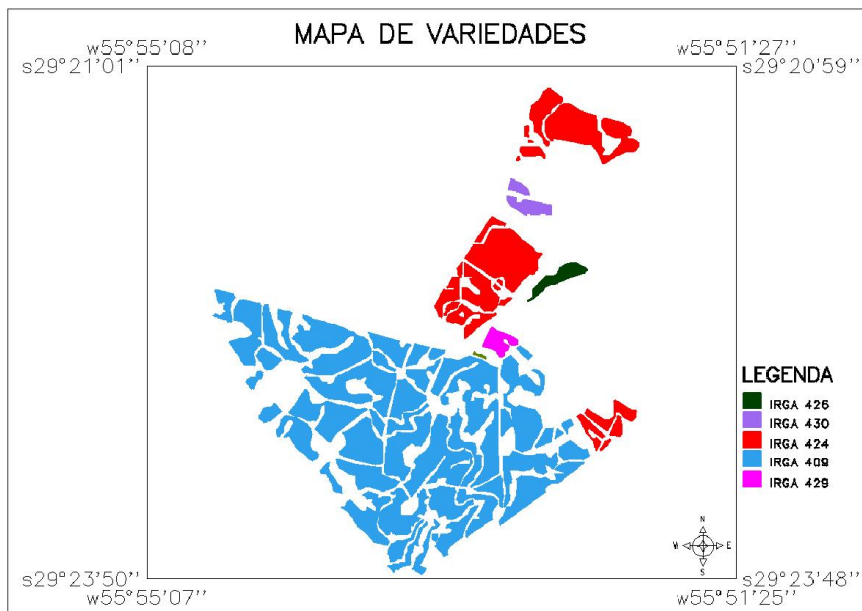


Figura 1. Mapa das diferentes variedades para as 103 parcelas agrícolas analisadas.

Para a extração das curvas espectrais das diferentes cultivares ao longo do ciclo de desenvolvimento foram obtidas 11 cenas correspondentes as órbitas 224 e 225 no ponto 80 do satélite Landsat8/OLI no período correspondente ao ciclo do arroz (setembro a março), na safra 2016/2017, no município de Itaqui, RS.

As imagens da área sob estudo foram submetidas a correções radiométricas e geométricas e extração do NDVI (ROUSE *et al.*, 1974). Os procedimentos foram executados no software Spring. Em um primeiro momento foram feitos os procedimentos de registro, contraste, e obtenção de imagens RGB como base para a vetorização das parcelas agrícolas, assim como o cálculo de refletância, correção atmosférica e extração de índice de vegetação. Em um segundo momento foi feita a extração dos NDVI médios de cada talhão para cada imagem, e a construção das curvas de NDVI ao longo do tempo.

A análise dos trechos de cada curva para cada cultivar foi avaliada seguindo a metodologia descrita em Hargrove *et al.*, (2010), onde são encontrados os pontos com NDVI mínimos e máximos de cada lado do gráfico e calculados os pontos com NDVI igual ao

NDVI mínimo incrementado do 20% e 80% da diferença ($NDVI_{Max} - NDVI_{min}$) das etapas de desenvolvimento rápido e senescência, e também o intervalo de pontos com NDVI max. Tanto os valores de NDVI, assim como os períodos de tempo em dias entre os diferentes pontos de referência mencionados foram registrados em tabelas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio do NDVI extraído das imagens Landsat8/OLI, ao longo do ciclo de desenvolvimento do arroz irrigado, foi possível identificar as características das curvas, por meio de pontos de referência cujos valores de NDVI e a duração de cada etapa em dias são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Valores de pontos de referência para analisar os diferentes períodos de desenvolvimento durante o ciclo das diferentes cultivares.

	NDVI					DIAS				
	409	424	426	429	430	409	424	426	429	430
ESQ 20%	0.39	0.38	0.39	0.37	0.36	45	45	59	58	46
ESQ 80%	0.69	0.71	0.70	0.72	0.72	29	34	13	18	31
MAX	0.79	0.80	0.81	0.83	0.83	23	18	24	20	22
MAX	0.80	0.82	0.80	0.84	0.84	15	15	5	16	13
DIR 80%	0.71	0.73	0.74	0.78	0.75	20	19	28	17	17
DIR 20%	0.47	0.49	0.57	0.58	0.51	29	30	12	38	11

O período de 20% inicial que compreende da sementeira ao início do crescimento a duração foi de 45 e 46 dias para as cultivares IRGA 409, 424, 430; e 58 e 59 dias para as cultivares IRGA 429, 426. Nota-se valores mais baixos de NDVI, entre 0.36 a 0.39 para todas as cultivares, isso devido inicialmente ao solo exposto na sementeira e a aplicação de herbicidas (NOBRE, 2010) e posteriormente a entrada da água. Neste período já deve ter ocorrido a primeira aplicação nitrogenada e a entrada da água (SOSBAI, 2016). A lâmina de água ocasiona a variação dos valores de NDVI, enquanto a adubação nitrogenada disponibiliza nitrogênio para as plântulas (mais rapidamente devido à solubilização) acarretando acelerado desenvolvimento vegetativo marcado pelo início do crescimento rápido e consequentemente o aumento do NDVI na sequência (WANG, *et al.*, 2015).

No estágio de 80% ou crescimento rápido o aumento de biomassa já foi bem expressivo, o que acarreta um acréscimo nos valores de NDVI que oscilaram entre 0.69 a 0.72. Este período ocorreu entre duas a quatro semanas após o início do crescimento (mínimo 20%), como mostra a Tabela 1. Neste estágio ocorre a cobertura total do solo/lâmina de água pela vegetação (ALLEN e PEREIRA, 2009), e é bastante provável que a lavoura esteja entrando em estágio reprodutivo (R1), que é caracterizado pela diferenciação do primórdio floral. Nesta fase acontece a segunda adubação nitrogenada e é quando se define o número de espiguetas de cada panícula (SOSBAI, 2016).

Os valores máximos de NDVI aconteceram durante o período de maturação da cultura (HARGROVE, *et al.*, 2010), quando o crescimento vegetativo cessa e inicia-se a floração plena da lavoura, neste momento a maioria das plantas (colmos principais e afilhos) está com a panícula exposta e as espiguetas abertas (SOSBAI, 2016). Os valores de NDVI neste período foram de 0.79 a 0.84 (Tabela 1). Este momento caracteriza-se pelo maior risco de perda de produtividade, não podendo, a temperatura ambiental atingir 17°C ou menos (NOBRE, 2010). A duração do estágio de maturação variou entre 29 a 38 dias dependendo da cultivar (Tabela 1).

Após os valores de NDVI atingirem o máximo eles decaem o que é caracterizado pela senescência ou morte da cultura (WANG, *et al.*, 2015), o início deste período indica que a colheita se aproxima, bastando apenas a umidade ideal, próximo 22% de umidade do

grão, para a execução da mesma (SOSBAI, 2016). Os valores de NDVI decaíram ficando entre 0.71 a 0.78.

Na colheita os valores de NDVI voltam a patamares mais baixos, visualizado no gráfico pela área da direita (mínima 20%) com valores de NDVI entre 0.47 a 0.58 (Tabela 1).

Pelo exposto há evidências que a forma da curva bem como os valores de NDVI e a duração dos diferentes períodos de desenvolvimento podem ser uma ferramenta de apoio a identificação de cultivares, variedades e estádios fenológicos da cultura de arroz implantada em cada parcela ou talhão analisados por meio de imagens Landsat.

CONCLUSÃO

Há evidências que o perfil temporal do NDVI das lavouras de arroz irrigado pode apoiar a identificação entre diferentes cultivares, podendo ser utilizado pela indústria, órgãos de certificação de sementes e/ou agências financiadoras como ferramenta de apoio ao seu monitoramento e fiscalização obrigatória.

Para utilização de imagens de sensores a bordo de satélites para fins de monitoramento agrícolas é necessário que se obtenha o máximo de imagens sem nuvens na safra, o que pode ser difícil. Neste trabalho o fato da área de estudo encontrar-se em uma sobreposição de duas órbitas do satélite Landsat8 facilitou a tomada de cenas, totalizando vinte imagens, sendo possível descartar nove que estavam com interferência de nuvens e ainda dispor-se de onze imagens favoráveis para o monitoramento da safra.

Sendo assim, as imagens do satélite Landsat8/OLI quando em áreas de sobreposição de órbitas torna-se uma ferramenta adequada para o monitoramento agrícola.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Riograndense do Arroz (IRGA) e à Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) pelo apoio institucional para a realização deste trabalho. Agradece ainda a CV Monitoramento Agrícola e Ambiental pela colaboração na execução deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S. Estimating crop coefficients from fraction of ground cover and height. **Irrig. Sci.**, 28, 2009. 17-34.

HARGROVE, W. W. et al. Toward a National Early Warning System for Forest Disturbances Using Remotely Sensed Land Surface Phenology. **USGS**, 2010. Disponível em: <<https://www.geobabble.org/~hnrw/first/ncdc/slideshow.html>>. Acesso em: 13 junho 2017.

NOBRE, F. L. D. L. **Caracterização Espectro Temporal de Lavouras de Arroz Irrigado por Meio de Imagens Modis**. PELOTAS: UFPEL, 2010.

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

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.

WANG, J. et al. Estimation of rice phenology date using integrated HJ-1 CCD and Landsat-8 OLI vegetation indices time-series images. **Journal of Zhejiang University-SCIENCE B**, v. 16, 14 October 2015. p. 832-844.