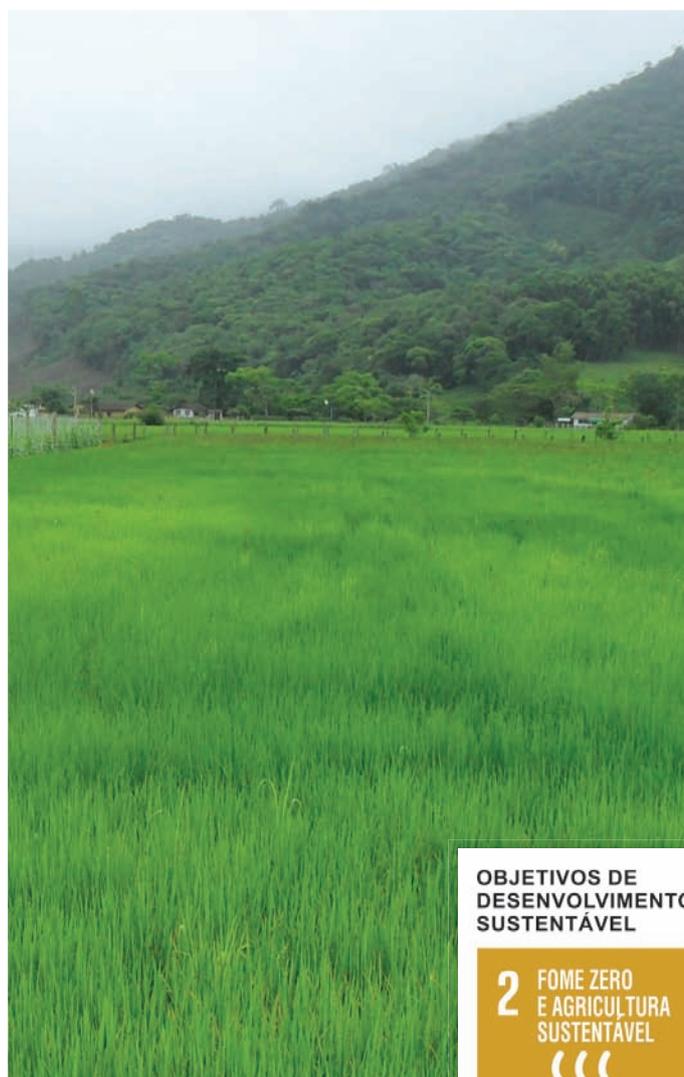


Processamento Digital de Imagens Orbitais em Arrozais Afetados por Fitonematoides



OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

2 FOME ZERO
E AGRICULTURA
SUSTENTÁVEL



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
321**

**Processamento Digital de Imagens Orbitais
em Arrozais Afetados por Fitonematoides**

*José Maria Filippini Alba
Cesar Bauer Gomes*

Embrapa Clima Temperado
*Pelotas, RS
2019*

Embrapa Clima Temperado
BR 392 km 78 - Caixa Postal 403
CEP 96010-971, Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8100
www.embrapa.br/clima-temperado
www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê Local de Publicações

Presidente
Ana Cristina Richter Krolow

Vice-Presidente
Marcia Vizzotto

Secretário-Executivo
Bárbara Chevallier Cosenza

Membros
*Ana Luiza B. Viegas, Fernando Jackson,
Marilaine Schaun Pelufê, Sonia Desimon*

Revisão de texto
Bárbara Chevallier Cosenza

Normalização bibliográfica
Marilaine Schaun Pelufê

Editoração eletrônica
Fernando Jackson

Foto da capa
César Bauer Gomes

1ª edição
Obra digitalizada (2019)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Clima Temperado

F487p Filippini Alba, José Maria
Processamento digital de imagens orbitais em arrozais
afetados por fitonematoides / José Maria Filippini Alba,
Cesar Bauer Gomes. - Pelotas: Embrapa Clima
Temperado, 2019.
14 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento /
Embrapa Clima Temperado, ISSN 1678-2518 ; 321)

1. Nematóide. 2. Arroz irrigado. 3. Agricultura de
precisão. 4. Mapa. 5. Sensoriamento remoto. I. Gomes,
Cesar Bauer. II. Título. III. Série.

CDD 633.18

Sumário

INTRODUÇÃO	7
MATERIAL E MÉTODOS	7
RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
CONCLUSÕES	13
REFERÊNCIAS	14

Processamento Digital de Imagens Orbitais em Arrozais Afetados por Fitonematoides

José Maria Filippini Alba¹

Cesar Bauer Gomes²

Resumo - Diversas culturas agrícolas são afetadas pelos nematoides, acarretando amarelecimento, nanismo ou baixa produtividade. Trata-se de organismos milimétricos, com forma de verme na fase infectiva, que parasitam, principalmente, o sistema radicular das plantas. Entre esses patógenos de solo, a ocorrência do nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* sp.) em arroz irrigado no Rio Grande do Sul, maior produtor nacional da cultura, tem sido relatada há mais de 30 anos; no entanto, poucas investigações quanto ao diagnóstico foram conduzidos sobre o tema. Pesquisas envolvendo captação remota vêm sendo realizados no contexto da agricultura digital, conforme relatos em eventos técnico-científicos locais ou internacionais. Neste estudo, áreas de arroz irrigado com sintomas conforme mencionado, com potencial de ocorrência de fitonematoides, então confirmados por estudos convencionais, em Santa Catarina, foram discriminadas mediante processamento digital em imagens orbitais de alta resolução espacial (satélite RapidEye), visando conferir a eficiência da técnica para mapeamento e predição do fenômeno. A metodologia apresentada permitiu diferenciar as áreas afetadas e não afetadas, por meio de imagens orbitais, assim como calcular as respectivas áreas associadas em cada caso, para três dos locais conferidos a campo, sendo avaliados 1.688 ha no total (353,6 ha de área agrícola, com 61-63% infectado).

Termos para indexação: agricultura de precisão, arroz irrigado, nematoides, sensoriamento remoto.

¹ Bacharel em Química, doutor em Geoquímica, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

² Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Digital orbital imagery processing in rice fields affected by phytonematods

Abstract - Several crops are affected by nematodes, resulting in yellowing, dwarfism or low productivity. They are millimeter organisms with the form of worms in the infective phase, which mainly parasitize in the root system of plants. The occurrence of nematodes related to irrigated rice in Rio Grande do Sul state, larger Brazilian producer, was reported 30 years ago, however, few studies were conducted about the subject. Remote imagery and drones have been used in digital agriculture applications, as reported in local or international technical-scientific events. In this study, areas of irrigated rice with the symptoms mentioned before and potential for occurrence of phytonematoids, then confirmed by conventional studies in Santa Catarina State, were discriminated by digital processing in high spatial resolution orbital imagery (RapidEye satellite) aiming to check the efficiency of the technique for mapping and predict the phenomenon. The methodology allowed evaluating affected and unaffected areas, in three field sites, considering 1,688 ha in total (353.6 ha of agricultural area with 61-63% infected).

Index terms: irrigated rice, nematods, precision agriculture, remote sensing.

INTRODUÇÃO

Prasad et al. (2011) indicam a ocorrência de fitonematoides como um dos fatores de risco para o desenvolvimento de plantas de arroz (*Oryza sativa* L.), implicando baixa produtividade. Esses organismos são pequenos animais, de tamanho milimétrico, vermiformes na fase infectiva, que parasitam as plantas, ocorrendo principalmente nas raízes, podendo ou não causar danos significativos, dependendo da espécie, da cultivar e do nível populacional no solo (Gomes, 2013). O nematoide-das-galhas, *Meloidogyne graminicola* Golden, é relatado como a espécie mais prejudicial ao arroz irrigado em diferentes regiões do mundo (Bridge et al., 2005).

A região Sul do Brasil destaca-se como a maior produtora nacional de arroz (Oliveira Neto, 2015) com área plantada acima de 1,3 milhão de hectares. A ocorrência de *M. graminicola* em arroz irrigado, no Rio Grande do Sul, foi relatada há mais de 30 anos (Ribeiro et al., 1984). Apesar do registro de tal ocorrência, poucos estudos foram conduzidos acerca da distribuição de outras espécies do gênero *Meloidogyne* em arrozais no Sul do Brasil. Um levantamento nematológico pioneiro em arroz foi conduzido na região central sul-rio-grandense, em que a única espécie identificada de nematoide-das-galhas foi *M. graminicola* (Steffen et al., 2007). Negretti (2013) detectou populações atípicas desse patógeno em lavouras de arroz irrigado do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, evidenciando níveis populacionais mais altos do fitoparasita em locais da lavoura (manchas) com plantas menores e amarelecidas.

No XXXV Congresso Brasileiro de Nematologia, em Bento Gonçalves-RS, em junho de 2018, e no Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão, em Curitiba-PR, em outubro de 2018, houve diversas menções à integração da instrumentação no campo com a informação digital e técnicas convencionais de detecção de pragas e doenças agrícolas, incluindo o uso de sensores remotos, seja por meio de sistemas de posicionamento global orientados por satélite, instrumentos orbitais, proximais, ou veículos aéreos não tripulados (drones).

Kaufman (1989) discute os métodos de correção do efeito atmosférico em imagens orbitais. A correção é necessária quando se pretende trabalhar com valores de refletância, pois as imagens orbitais são disponibilizadas em números digitais (DNs), ou então para padronizar imagens multitemporais. A *path radiance* ou a conversão para radiância/refletância dependem de informações extraídas das próprias imagens ou dos respectivos metadados, considerando-se um valor constante de transformação. A modelagem atmosférica é o método mais sofisticado, pois considera a variabilidade espacial da atmosfera. No caso dos índices de vegetação, os resultados de Hadjimitsis et al. (2010) sugerem que o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) é afetado pela atmosfera, provocando valores inferiores mas proporcionais aos corrigidos.

A análise em componentes principais (ACP) permite extrair o ruído de imagens orbitais, resultando, assim, num método adicional para remoção do efeito atmosférico (Crosta, 1992). É um procedimento matemático multivariado, relacionado à extração de autovalores e autovetores de uma matriz de correlação. As variáveis originais, ou bandas em sensoriamento remoto, são transformadas em combinações lineares, denominadas “componentes principais” ou CPs, sendo preservada a variância total (Fachel, 1976).

Neste estudo, foram consideradas técnicas de processamento digital em imagens orbitais de alta resolução espacial, visando discriminar manchas de amarelecimento, redução de tamanho ou densidade da vegetação agrícola com potencial de ocorrência de fitonematoides, os quais foram confirmados por estudos convencionais, de maneira a conferir a eficiência da técnica para mapeamento e predição do fenômeno.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho de campo foi executado por Gomes (2013), quando foram considerados 75 pontos de amostragem em lavouras orizícolas dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, incluindo 17 municípios, sendo detectadas ocorrências de *M. graminicola* e três populações atípicas de *Meloidogyne* spp., ou seja, 4 espécies de nematoides, em 39 pontos pelo método convencional, no período 2010 a 2012, com maior significação das ocorrências no estado catarinense, conforme levantamento previamente realizado (Negretti, 2013;

Negretti et al., 2017). No estudo citado, os locais afetados foram georreferenciados, registraram-se fotos de várias lavouras afetadas, as ocorrências foram verificadas em laboratório e se apresentou uma imagem orbital de uma lavoura afetada. Essas informações orientaram o desenvolvimento do presente estudo.

Foram analisadas imagens do satélite RapidEye, de 18 de dezembro de 2010, adquiridas da empresa Santiago & Cintra (São Paulo – SP), já georreferenciadas para o sistema WGS 84 (UTM 22). A constelação RapidEye possui 5 satélites equipados com sensor multiespectral para 5 bandas: 440-510 nm (azul), 520-590 nm (verde), 630-685 nm (vermelho), 690-730 nm (borda vermelha) e 760-850 nm (infravermelho próximo). A resolução espacial em terra é de 6,5 m, sendo as imagens processadas com píxel de 5 m em cenas de 77 km de lado, e o tempo de revisita é de 5,5 dias (Planet, 2016).

Em 2012, foi comprada a imagem correspondente às Áreas 1 e 2 (1.000 km²), localizadas próximas às cidades de Itajaí e Camboriú, respectivamente (Figura 1). Posteriormente, em 2017, foram analisadas as imagens RapidEye do Geocatálogo (geocatálogo.mma.gov.br), de disponibilização gratuita, do período 2011 a 2014, em 10 pontos do levantamento a campo. No entanto, as mesmas não apresentaram ocupação agrícola, pois correspondem a períodos de entressafra, sem atividade agrônômica evidente. Assim, em 2018, adquiriu-se a imagem correspondente à Área 3 (10,2 km²), localizada próxima à cidade de Guaramirim, que ocorre ao norte (Figura 1).

O processamento digital de imagens foi executado com o programa ER Mapper 7.1, versão livre (ERDAS®). As imagens foram recortadas conforme as Áreas 1, 2 e 3 (Figura 1), sendo executadas razões de bandas (NDVI), ACP e classificação supervisionada pela “distância mínima”, para determinar as classes “Afetada” (com sintomas) e “Não Afetada” (sem sintomas). A vinculação das áreas afetadas, que, como mencionado, foram georreferenciadas, efetivou-se por apreciação visual das imagens processadas conforme NDVI e ACP.

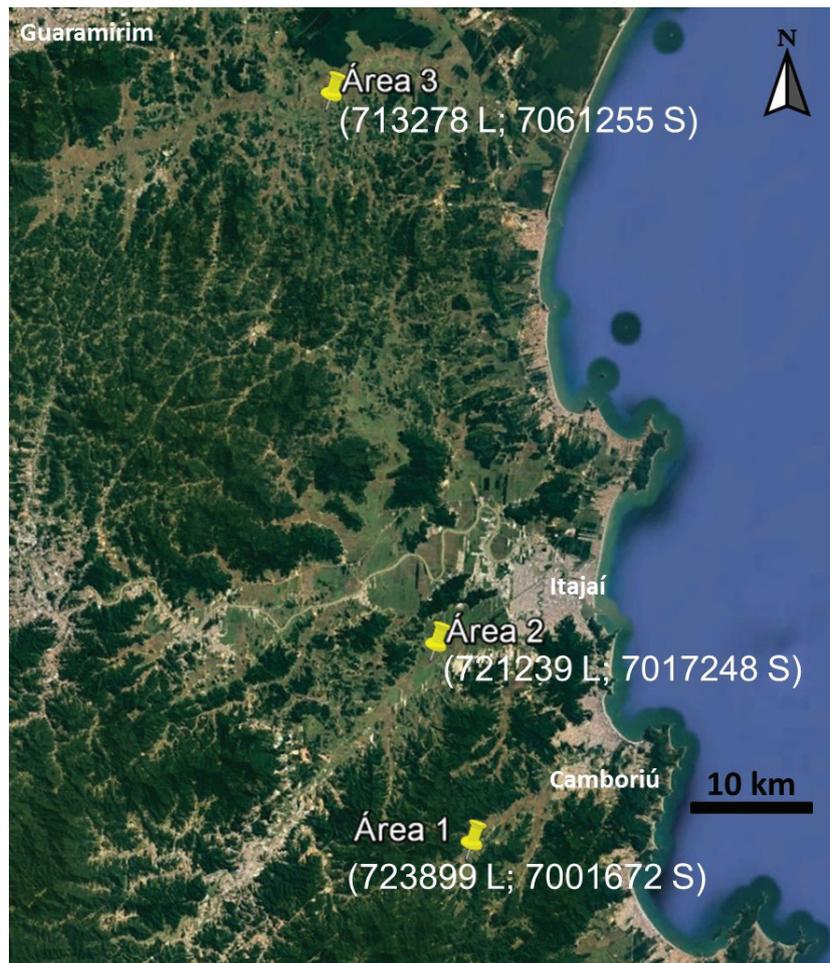


Figura 1. Localização das áreas de estudo no estado de Santa Catarina. Coordenadas dos centroides, sistema UTM zona 22, longitude e latitude em metros.

Fonte: Google Earth, dez. 2016.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As bandas do visível (vermelha, verde e azul) mostraram forte correlação entre si, com coeficiente de correlação de praticamente 0,9 em todos os casos, em função da redundância associada. Assim, a CP1 reúne todas elas junto à borda vermelha (BV) com baixa participação da banda NIR, com variância média associada de 70% (Tabela 1).

Tabela 1. Variância e cargas correspondentes às CPs da matriz de correlação para a imagem RapidEye de 18 dez. 2010 nas Áreas 1, 2 e 3. BV = borda vermelha; NIR = infravermelho próximo.

Área	Banda	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
1	Vermelha	-0,502	-0,125	0,650	0,031	-0,556
	Verde	-0,517	0,068	0,175	-0,555	0,625
	Azul	-0,508	-0,151	-0,181	0,763	0,324
	BV	-0,468	0,344	-0,655	-0,216	-0,433
	NIR	0,062	0,916	0,292	0,252	0,094
	Variância		72%	23%	3,4%	1,4%
2	Vermelha	-0,497	-0,183	0,697	0,305	0,374
	Verde	-0,530	0,073	-0,146	0,405	-0,727
	Azul	-0,514	-0,228	-0,013	-0,820	-0,103
	BV	-0,455	0,407	-0,560	0,112	0,548
	NIR	0,018	0,862	0,422	-0,239	-0,144
	Variância		68%	26%	4,1%	0,9%
3	Vermelha	0,492	-0,159	-0,752	-0,110	0,393
	Verde	0,522	0,042	0,214	-0,707	-0,426
	Azul	0,510	-0,212	0,020	0,669	-0,497
	BV	0,475	0,338	0,526	0,171	0,595
	NIR	0,004	0,902	-0,334	0,107	-0,251
	Variância		70%	24%	3,9%	1%

Por isso, a CP1 pode-se interpretar como uma banda “pancromática”, que integra todas as bandas do visível. Lembrando que a banda BV representa uma transição entre o visível e o NIR. Destaca-se que os signos negativos simplesmente indicam oposição entre essas variáveis e as CPs ou variáveis positivas.

A CP2 associa-se claramente à vegetação, pois integra o verde, a BV e o NIR em contribuição crescente, em oposição ao azul e vermelho, explicando 23% a 26% de variância, um pouco mais daquilo que corresponde a uma banda genérica. O espectro da vegetação evidencia claramente essa relação (Meneses; Almeida, 2012, Figuras 2.8 e 2.9). As CPs 1 e 2 explicam 94% a 95% da variância total; assim, o ruído estaria associado às restantes CPs. Porém, na CP3, a banda vermelha associada ao NIR em oposição a BV ocorre em todas as áreas com pequenas variações do verde e azul. A CP4 e CP5 foram interpretadas como ruído ou afetadas significativamente por ele.

Para confirmar o comportamento da CP2, comparou-se ao NDVI (Figura 2). A melhor qualidade da imagem processada por ACP resulta evidente (CP2), assim como a semelhança com o NDVI. As manchas em verde-claro representam vegetação sadia (não afetada) em ambas as figuras. A Área 3 apresentou comportamento semelhante, já na Área 1 não houve diferenciação de qualidade de imagens entre o NDVI e a CP2.

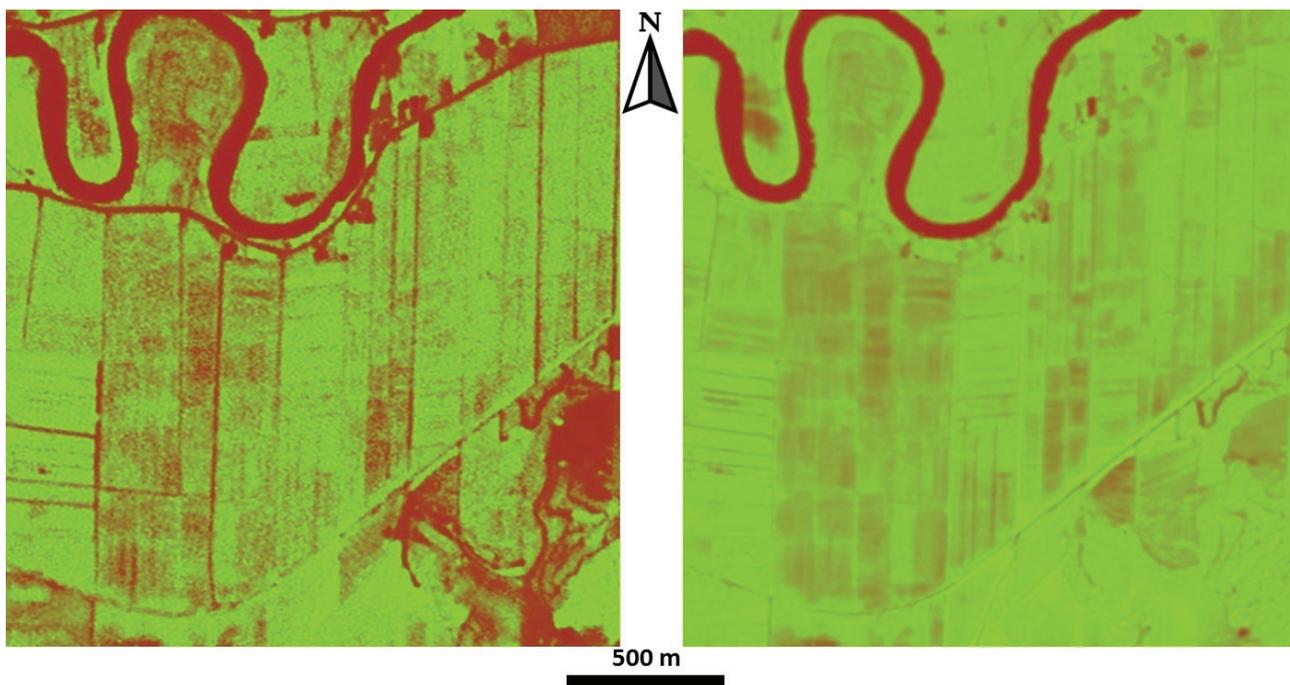


Figura 2. Comparação do comportamento do NDVI (*esquerda*) com a CP2 (*direita*) em parte da Área 3. Considerou-se escala de cor marrom a verde.

As CPs foram reproduzidas conforme os valores da Tabela 1, sendo realizadas composições RGB (do inglês: red, green, blue) das primeiras três CPs, de maneira a identificar as áreas de interesse (Figura 3). Destaca-se que uma composição RGB sempre integra três bandas, três componentes ou três camadas. As áreas esverdeadas intensas correspondem às plantas desenvolvidas sem ser afetadas pelos nematoides; porém, as áreas afetadas ocorrem em cor cinza intermediário, como indicado pelos polígonos de interesse.

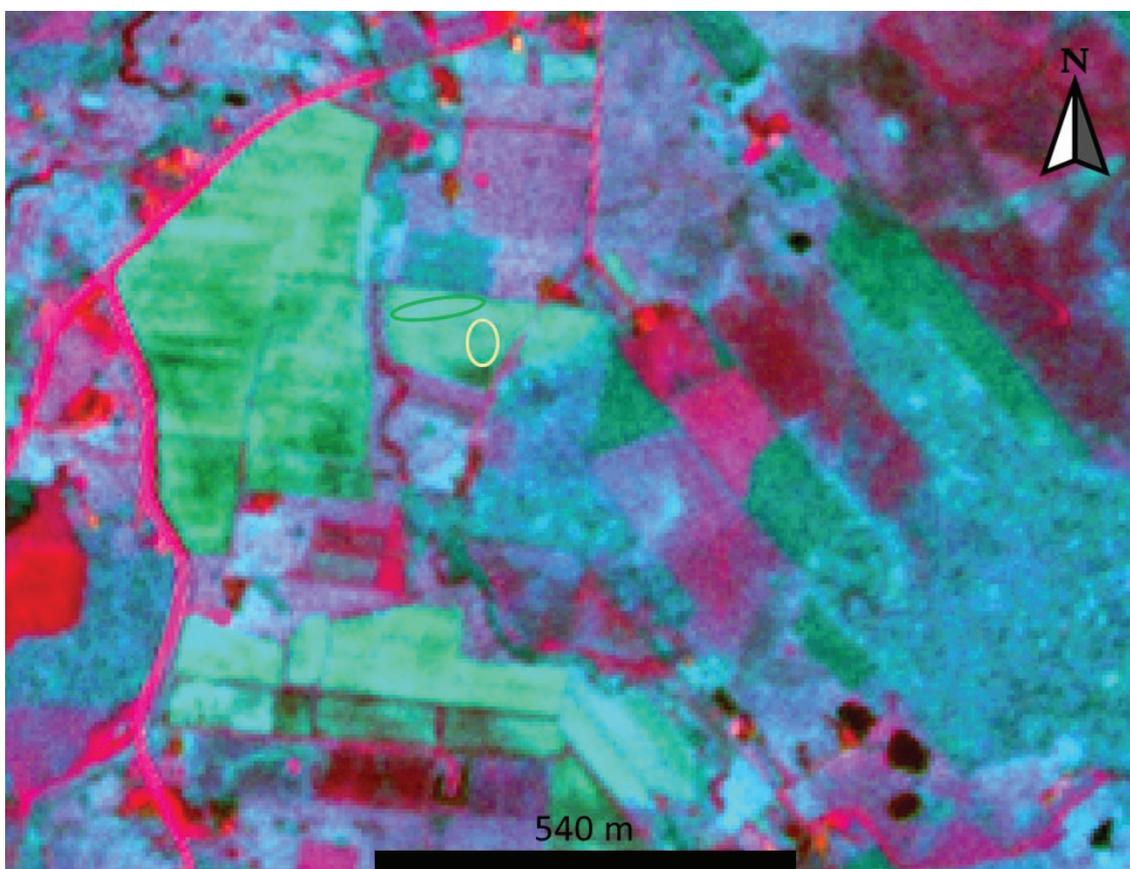


Figura 3. Composição RGB da CP1, CP3 e CP2 considerando-se os polígonos de interesse, em verde “não afetado” e em amarelo “afetado”, na Área 1.

Na Área 2 houve resposta semelhante para as primeiras CPs, porém, setores com tonalidade mais escura parecem estar associados à saturação da umidade do solo ou inundação. A composição RGB da Área 3 foi modificada, mantendo em verde os setores com bom desenvolvimento da vegetação (Figura 5). A resposta das áreas afetadas foi azulada intermediária, com áreas em azul mais intenso associadas à presença de água.

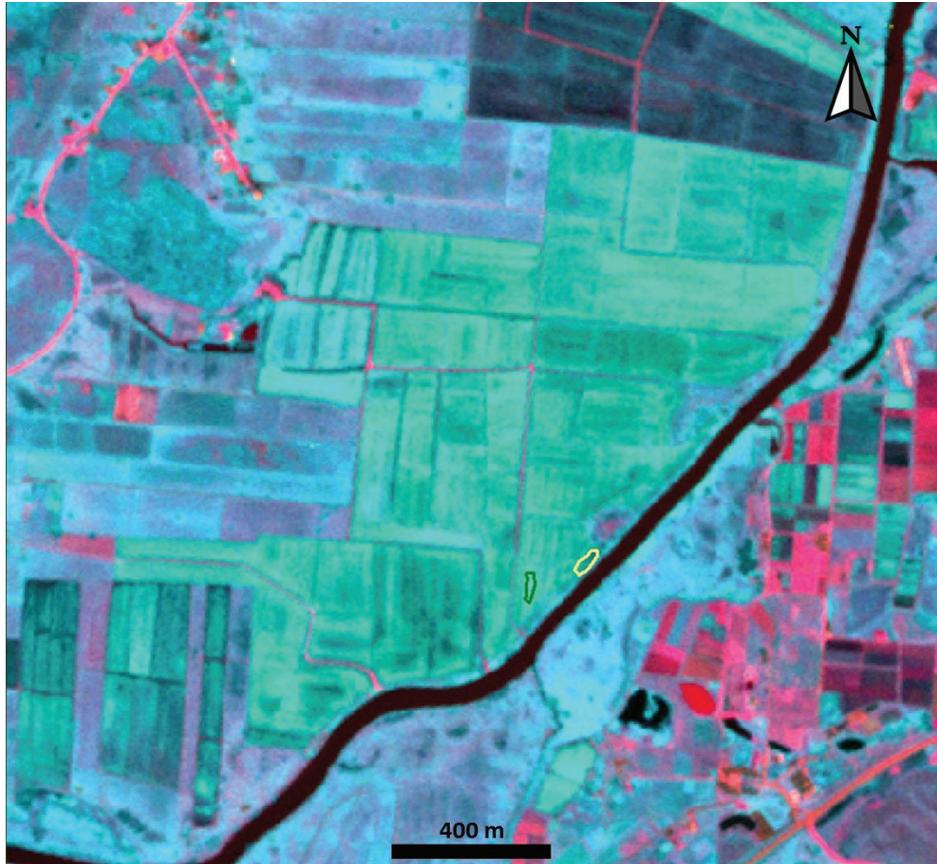


Figura 4. Composição RGB da CP1, CP3 e CP2 considerando-se os polígonos de interesse, em verde “não afetado” e em amarelo “afetado”, na Área 2.

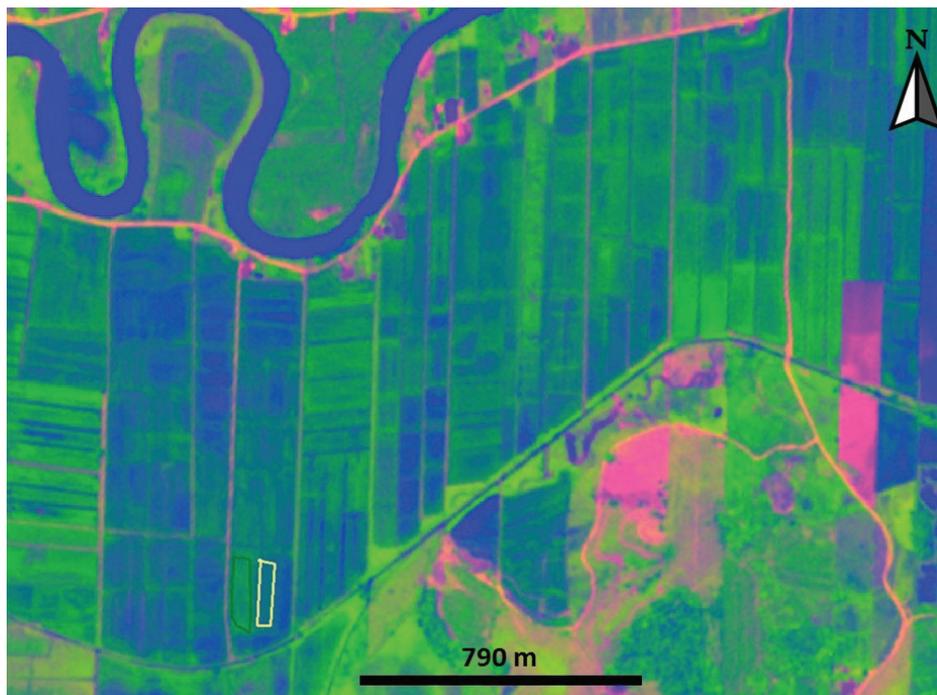


Figura 5. Composição RGB da CP3, CP2 e CP1 considerando-se os polígonos de interesse, em verde “não afetado” e em amarelo “afetado”, na Área 3.

Para se avaliar as áreas, foi executado o método de classificação supervisionada por distância mínima. Ao se aumentar o número de desvios padrões considerados, os pixels classificados foram aumentando, em consequência, a área agrícola também (Tabela 2). A Área 1 possui pouca área ocupada por atividade agrícola (< 5%). Já as Áreas 2 e 3 ocupam praticamente 30% ou algo mais nesse item.

Tabela 2. Valores de área relacionados à ocupação pelas classes “Afetada” e “Não Afetada” nas Áreas 1, 2 e 3 localizadas nas proximidades de Camboriú, Ilhota e Guaramirim, SC.

Desvio padrão	Área 1 (657 ha)					
	Afetada		Não afetada		Agrícola	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
2	1,1	0,2	0,9	0,1	2,0	0,3
3	5,0	0,8	2,2	0,3	7,2	1,1
4	18,0	2,7	4,0	0,6	22,0	3,3
5	26,0	4,0	6,3	1,0	32,3	5,0
Área 2 (500 ha)						
2	34,5	6,9	5	1,0	39,5	7,9
3	79,8	16,0	12,1	2,4	91,9	18,4
4	124,2	24,8	22,5	4,5	146,7	29,3
Área 3 (531 ha)						
2	28,5	5,4	39,3	7,4	67,8	12,8
3	58,5	10,9	80,8	15,2	139,3	26,2
4	80,4	15,1	104,5	19,7	184,9	34,8

Para se definir o procedimento mais adequado para a classificação, os resultados foram comparados em termos de distribuição espacial, nas três áreas, considerando-se dois, três e quatro desvios padrão (Figura 6). No caso da Área 1, quando considerados quatro desvios padrão (4DP), pequenos setores classificados fora da área de atividade agrícola começam aparecer, sendo que 82% da área agrícola foi afetada e 18% não afetada. Com base nesse mesmo raciocínio para as outras áreas, tem-se 85% e 15% para área afetada e não afetada na Área 2, assim como 43% e 57% na Área 3, respectivamente. No total, foram avaliados 1.688 ha, com 222,6 ha afetados e 131 ha não afetados, com área agrícola total de 21%, sendo 63% afetada e 37% não afetada. Os valores relacionados a 4DP parecem superestimados, sendo relativamente similares, em percentuais, aos valores derivados do uso de 3DP. Já os valores correspondentes a 2DP parecem estar subestimados.

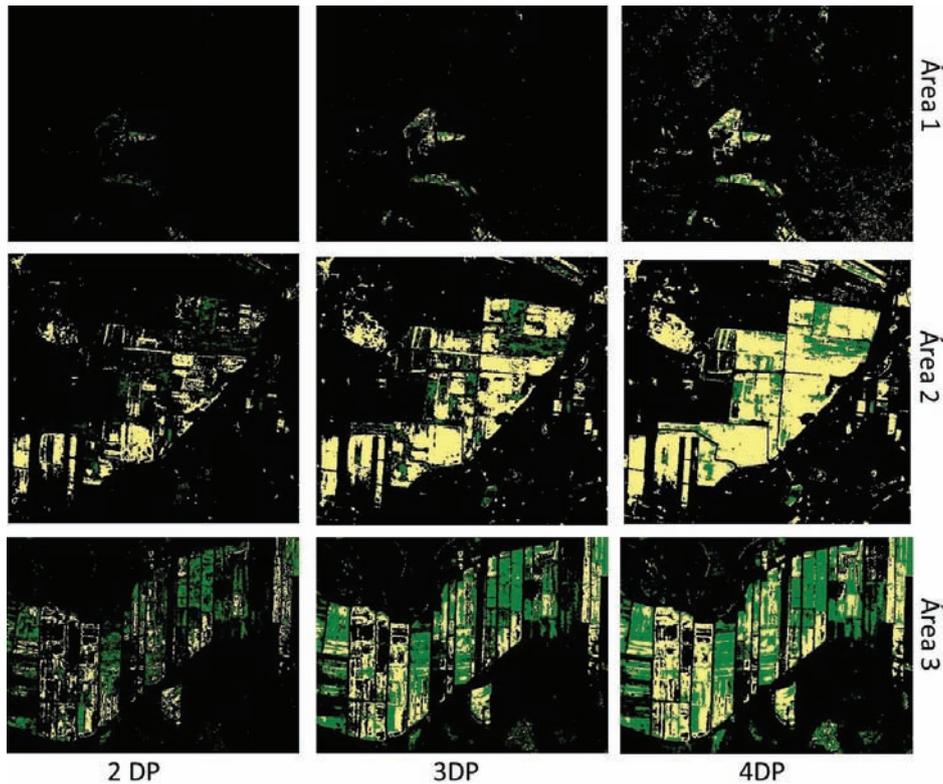


Figura 6. Comparação dos resultados da classificação por distância mínima para dois, três e quatro desvios padrão nas Áreas 1, 2 e 3. Em amarelo, áreas afetadas pelos nematoides; em verde, áreas não afetadas. As áreas em preto não foram classificadas.

Deve-se considerar que áreas afetadas e não afetadas foram classificadas conforme a assinatura espectral dos polígonos de interesse (Figuras 3, 4 e 5). Esses polígonos apresentaram comportamento homogêneo e baixa variância para cada banda, o que explica as mudanças paulatinas para os processos de classificação considerando-se diferentes valores de DP. No entanto, essa mudança de assinatura espectral poderá estar associada a outros fatores, como ausência de fertilidade no solo, inundação sazonal, escassa profundidade efetiva e outros, relacionados ou não à ocorrência de nematoides.

CONCLUSÕES

Foi estabelecida uma metodologia para processar imagens orbitais por meio de análise em componente principais, a qual permitiu eliminar defeitos oriundos da reflectância da atmosfera e realçar as imagens, em áreas com e sem ocorrência de nematoides, conforme estudos convencionais, com amostragem *in situ* e visualização microscópica em laboratório.

Considerando-se dados levemente superestimados, duas das áreas avaliadas apresentaram 82-85% da área agrícola afetada e uma terceira área apresentou somente 43%. O total avaliado foi de 1.688 ha, com 353,6 ha de atividade agrícola em desenvolvimento na época, sendo, na média, 63% afetada. Uma subestimativa apresentou 61% como área média afetada.

A metodologia poderá ser estendida para uso de veículos aéreos não pilotados ou para espectrorradiometria. Ambas as técnicas podem ser consideradas complementares ao sensoriamento remoto orbital, sendo que a primeira apresenta maior praticidade em escala de produtor e a espectrorradiometria poderá trazer novidades em termos de pesquisa pela disponibilidade de significativo número de bandas, permitindo uma avaliação mais detalhada do efeito associado ao prejuízo nas plantas.

REFERÊNCIAS

- BRIDGE, J.; PLOWRIGHT, R.A.; PENG, D. Nematodes parasites of rice. In: LUC, M.; SIKORA, R. A.; BRIDGE, J. (Ed.). **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. 2. ed. Wallingford: CABI Publishing, 2005. 871 p.
- CROSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas: IG-UNICAMP, 1993. 170 p.
- FACHEL, J. **Análise fatorial**. 1976. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo.
- GOMES, C. B. **Distribuição espacial e estudo preliminar do emprego do sensoriamento remoto no monitoramento do nematoide das galhas (*Meloidogyne* spp.) em lavouras de arroz irrigado do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 2013. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Geografia Bacharelado) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- HADJIMITSIS, D. G.; PAPADAVID, G.; AGAPIOU, A.; THEMISTOCLEOUS, K.; HADJIMITSIS, M. G.; RETALIS, A.; MICHAELIDES, S.; CHRYSOULAKIS, N.; TOULIOS, L.; CLAYTON, C. R. I. Atmospheric correction for satellite remotely sensed data intended for agricultural applications: impact on vegetation indices. **Natural Hazards and Earth System Science**, v. 10, p. 89-95, 2010.
- KAUFMAN, Y. J. The atmospheric effect on remote sensing and its correction. In: ASRAR, G. (Ed.). **Theory and Applications of Optical Remote Sensing**. New York: John Wiley & Sons, 1989.
- MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. de. (Org.). **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília, DF: UnB, 2012. 276 p.
- NEGRETTI, R. R. D. **Caracterização do nematoide das galhas (*Meloidogynespp.*) em cultivo de arroz irrigado nos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina e hospedabilidade de plantas daninhas e forrageiras a *Meloidogyne graminicola***, 2013. 70f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- NEGRETTI, R. R. D.; GOMES, C. B.; MATTOS, V. S.; SOMAVILLA, L.; MANICA-BERTO, R.; AGOSTINETTO, D.; CASTAGNONE-SERENO, P.; CARNEIRO, R. M. D. G. Characterisation of a *Meloidogyne* species complex parasitising rice in southern Brazil. **Nematology**, v. 20, n. 4, p. 403-412, 2017.
- OLIVEIRA NETO, A. A. de. **A cultura do arroz**. Brasília, DF: Conab, 2015. 180 p. Disponível em: www.conab.gov.br. Acesso em: 3 set. 2019.
- PLANET. **RAPIDEYE imagery product specifications**. 2016. 50 p. Disponível em: <https://www.planet.com/products/satellite-imagery/files/160625-RapidEye%20Image-Product-Specifications.pdf>. Acesso em: 2 set. 2019.
- PRASAD, J. S.; SOMASEKHAR, N.; VARAPRASAD, K. S. **Status of Rice Nematode Research in India**. 2011. Disponível em: <http://www.rkmp.co.in/content/yield-losses-by-lesion-nematode>. Acesso em: 20 jun. 2012.
- RIBEIRO, A. S.; SPERANDIO, C.A.; SELISTRE, J. F. de. Novo nematoide ataca o arroz no RS. **Revista Lavoura Arrozeira**, v. 37, n. 350, p. 6-7, 1984.
- STEFFEN, R. B.; ANTONIOLLI, Z. I.; KIST, G. P.; LUPATINI, M.; GOMES, C. B. Caracterização bioquímica do nematoide das galhas (*Meloidogyne* spp.) em lavouras de arroz irrigado na região central do Rio Grande do Sul. **Ciência e Natura**, v. 29, n. 1, p. 37-46, 2007.

Embrapa

Clima Temperado

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

CGPE 15522