

DIFERENÇA DE PADRÃO ESPECTRO-TEMPORAL DAS CULTIVARES DE TRIGO

CARLOS EDUARDO VIZZOTTO CATTANI¹, ERIVELTO MERCANTE², MURILO RENAN GARCIA³, DOUGLAS KUSMINSKI⁴, LUCAS VOLOCHEN OLDONI⁵

¹ Graduando em Eng. Agrícola, GeoLab, CCET, UNIOESTE, Cascavel/PR. Fone (45) 3220-7366, kaducattani@hotmail.com

² Doutor em Eng. Agrícola, Professor Adjunto, GeoLab, PGEAGRI, CCET, UNIOESTE, Cascavel/PR.

³ Mestrando em Eng. Agrícola, UNIOESTE, Cascavel/PR.

⁴ Graduando em Eng. Agrícola, GeoLab, CCET, UNIOESTE, Cascavel/PR.

⁵ Graduando em Eng. Agrícola, GeoLab, CCET, UNIOESTE, Cascavel/PR.

Apresentado no
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro- SP, Brasil

RESUMO: O sensoriamento remoto fornece aporte ao monitoramento agrícola contribuindo significativamente no acompanhamento da variabilidade de culturas. Neste contexto os sensores terrestres apresentam-se como uma solução viável para o estudo do comportamento espectro-temporal de culturas anuais, facilitando a obtenção de informações como vigor vegetativo, ciclo e estrutura morfológica, além de permitir um maior controle sobre o período de coleta das informações. Desta forma o trabalho teve como objetivo a caracterização do padrão espectro-temporal de índices de vegetação, provenientes do sensor terrestre GreenSeeker e FieldSpec®4 Wide-Res, coletadas durante o ciclo fenológico de onze cultivares de trigo. Os cultivares analisados apresentam comportamentos espectrais visualmente semelhantes, entretanto, segundo teste de Scott-Knott a 5% de significância existem diferenças significativas nas médias dos valores de NDVI entre as cultivares para um mesmo dia de coleta. Com base nos resultados constatou-se que é possível diferenciar os cultivares de trigo por meio do perfil espectro-temporal da cultura especialmente quando a cultura se encontra no estado de maturação.

PALAVRAS-CHAVE: Índice de vegetação, Sensoriamento remoto, Sensores terrestres.

DIFFERENCE OF STANDARD TIME OF SPECTRUM - WHEAT CULTIVARS

ABSTRACT: Remote sensing provides contribution to agricultural monitoring significant contribution in monitoring the variability of cultures. In this context the terrestrial sensors are presented as a viable solution for the study of the temporal spectrum behavior of annual crops, making it easier to obtain information as vegetative vigor, cycle and morphological structure, and allows greater control over the period of data collection. Thus the study aimed to characterize the temporal pattern spectrum of vegetation indices. Cultivars analyzed visually present similar spectral behavior, However, according to Scott-Knott test at 5% significance there are significant differences in the mean NDVI values among cultivars for the same collection day. From the results it was found that it is possible to differentiate wheat cultivars through-time spectrum profile culture only when the culture is in ripeness.

KEYWORDS: Vegetation index, Remote sensing, ground sensors.

INTRODUÇÃO

O trigo é o segundo grão mais consumido no mundo, apresentando grande importância no cenário econômico mundial. De acordo com o USDA (*United States Department of Agriculture*) estima-se que a produção mundial de trigo deverá somar cerca de 705,38 milhões de toneladas na safra 2014 (USDA, 2014).

A agricultura é uma atividade de elevado risco e significa incerteza. Esses riscos e incertezas decorrem tanto da instabilidade de origem climática e das ameaças sanitárias, quanto das oscilações do mercado. Uma adequada gestão de riscos agrícolas pode afetar positivamente a estabilidade financeira da atividade. No entanto, essa gestão mostra-se complexa, exigindo, dentre outros aspectos, boa capacidade gerencial, elevado conhecimento tecnológico e sobre tudo um alto nível de informações permanentemente atualizadas (GUIMARÃES e NOGUEIRA, 2009).

Para o monitoramento da cultura, o conhecimento dos diferentes estádios de crescimento é de fundamental importância principalmente para o conhecimento da dinâmica do desenvolvimento da cultura, bem como, é um importante indicador de estádios fenológicos mais sensíveis às intempéries e auxilia na definição de práticas de manejo mais adequadas (EMBRAPA TRIGO, 2014).

O sensoriamento remoto permite a obtenção de informações precisas, em um tempo hábil e com reduzida relação custo/benefício sobre a extensão e as condições de desenvolvimento de culturas, podendo tornar o sistema atual de monitoramento e previsão de safras brasileiro, mais eficiente e dinâmico em escala regional e nacional (MOTTA *et al.*, 2003).

Os índices de vegetação (IVs) são combinações lineares das regiões espectrais do vermelho e infravermelho próximo, possuindo a finalidade de ressaltar a resposta espectral da vegetação em relação a resposta espectral de outros alvos (MOREIRA, 2000). Os IVs são diretamente relacionados a parâmetros agronômicos, como o índice de área foliar (IAF) (BREUNIG *et al.*, 2011), biomassa e cobertura vegetal (HUETE *et al.*, 2002). A maior parte dos trabalhos envolvendo a análise de IVs tem usado o Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) (ROUSE *et al.*, 1974).

Desta forma o objetivo do trabalho foi estudar o comportamento espectral da cultura do trigo e suas cultivares ao longo do ciclo vegetativo da cultura utilizando sensores terrestres, visando capturar características e transições da planta durante seu desenvolvimento que não são capturados pela baixa resolução espacial de sensores espaciais e relacionar o comportamento espectro-temporal do NDVI com as fases da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma área experimental localizada no centro de pesquisa da COODETEC (Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola), no município de Cascavel-PR, com coordenadas geográficas 24°53'55"S e 53°23'40" W.

O clima da região é classificado como subtropical mesotérmico (Cfa) segundo a classificação de Köppen, com temperatura anual média de 19,6°C com precipitação anual de 1971 mm (LUNELLI, 2012). O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (EMBRAPA, 2013).

O experimento foi desenvolvido com 11 cultivares de trigo (CD 104, CD 108, CD 116, CD 150, CD 154, CD 1440, CD 1550, BRS Guamirim, BRS Pardela, Mirante, Quartzão), as quais representam uma grande amplitude de variação das cultivares recomendadas para o

Estado do Paraná. A duração total dos estádios, o ciclo de desenvolvimento do trigo, da semeadura à maturação dos grãos, resulta entre 90 a 130 dias, segundo afirma Camargo e Felício (1990).

A tabela 1 apresenta a média, em dias, das observações de espigamento, maturação e porte médio de plantas das parcelas, estes estádios foram observados pois são susceptíveis a eventos climáticos, o ciclo das cultivares e porte das plantas é determinado pelas empresas mantenedoras.

TABELA 1. Média observada da maturação, espigamento e porte das cultivares

Cultivar	Maturação (dias)	Espigamento (dias)	Porte de plantas (cm)	Ciclo
Cd 108	112	58	60	Super precoce
Cd 116	119	67	65	Super precoce
Cd 150	119	64	65	Precoce
Guamirim	112	61	60	Precoce
Pardela	119	66	75	Precoce
Cd 154	119	65	70	Precoce
Cd 1440	126	68	75	Médio
Cd 1550	126	68	65	Médio
Cd 104	133	80	80	Médio
Mirante	126	68	80	Médio
Quartzo	126	70	75	Médio

Fonte: Coodetec (2014), Embrapa (2014).

Neste trabalho foi utilizado o NDVI, índice de vegetação que explora o contraste nos valores de refletância dos canais do vermelho e infravermelho próximo, conforme a Equação 1.

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

Em que:

NIR = Banda do infravermelho próximo;

RED = Banda do Vermelho.

Para a coleta de dados foi utilizado o equipamento GreenSeeker®, sensor desenvolvido pela Universidade de Oklahoma (EUA) na década de 1990, que explora o contraste nos valores de refletância dos canais do vermelho e infravermelho próximo. O aparelho utiliza diodos de emissão de radiação nas faixas do vermelho (650 nm) e infravermelho próximo (770 nm). A leitura de refletância é calculada por microprocessador interno. Os dados de saída, dentre eles o NDVI são transmitidos a um computador portátil adaptado ao sensor (GROHS, 2009).

Também utilizou-se o sensor hiperespectral, FieldSpec® 4 este equipamento possui a capacidade de leitura da radiação eletromagnética refletida no intervalo de comprimento de onda 0,350 a 2,500 µm, (faixas do espectro magnético do visível, infravermelho próximo e infravermelho de ondas curtas), o sensor FieldSpec 4 não fornece automaticamente o índice de NDVI, portanto para o cálculo do índice de vegetação foram utilizadas as médias de 25 comprimentos de ondas tendo como comprimentos de ondas centrais (650 nm) para o

vermelho e (770 nm) para o infra-vermelho próximo, e a partir do resultado destas médias foi calculado o índice de vegetação NDVI (ANALYTICAL SPECTRAL DEVICES, 2015).



FIGURA 2. Sensores óticos, GreenSeeker Hand HeldTM RT100 e FieldSpec[®] 4 Wide-Res

Acompanhando o desenvolvimento da cultura e as diferenças fenológicas de cada cultivar, semanalmente foram realizadas leituras para a tomada de medidas. Percorreu-se com o sensor GreenSeeker um trecho de cinco metros lineares em um tempo de 8 segundos em cada parcela, para que todas as parcelas tivessem o mesmo número de medições, considerando a faixa de leitura do equipamento de 0,60 m, a área de leitura foi de aproximadamente três metros quadrados onde foi possível a coleta de 80 repetições de dados por leitura em cada parcela.

As leituras com o equipamento FieldSpec 4 foram realizadas simultaneamente ao outro sensor, GreenSeeker, em cada parcela foram coletados quatro valores de refletância a 80 centímetros do dossel planta, em locais variados da parcela.

Para dar suporte as informações foram avaliadas também o período de espigamento através da soma do número de dias da emergência até mais de 50% de plantas com espigamento na parcela e altura de planta (ALP), obtida pela média de três aferições em cada parcela, medida em centímetros do nível do solo até a ponta das espigas.

O delineamento experimental foi em blocos completos com três repetições, utilizando-se as cultivares como tratamentos sorteados em cada bloco. As parcelas apresentavam dimensões de 5,0 x 1,0 m, o espaçamento entre as linhas foi de 0,17 metros, entre parcelas de 0,4 metros e o tamanho dos corredores foi de 2,5 metros. Para reduzir a influência de outros fatores e simular com maior confiança uma área agrícola no entorno de todo o experimento foi utilizado bordadura, conforme apresentado na Figura 3.



FIGURA 3. Disposição das parcelas em campo

As análises exploratórias dos dados foram conduzidas para verificação das medidas de posição, incluindo a média, mediana, as medidas de dispersão, como amplitude, desvio padrão, variância e coeficiente de variação.

As respostas do índice de vegetação de cada cultivar foram separadas de acordo com o estágio fenológico da cultura, onde foi aplicada a ANOVA (do inglês Analysis of variance), seguido do teste de Teste Scott-Knott para comparação das diferentes respostas entre as

cultivares considerando 5% de significância. As análises foram realizadas no software ASSISTAT 7.7 (SILVA & AZEVEDO, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 3 apresentam-se os perfis temporais médios de NDVI obtidos por meio dos sensores Greenseeker e FieldSpec 4, para as onze cultivares estudadas. Verifica-se que as curvas apresentam o comportamento típico de culturas anuais, onde os valores de NDVI iniciam-se baixo, e aumentam à medida que a planta cresce, época em que a cultura atinge o valor máximo do índice vegetativo. Com o desenvolvimento vegetal, a planta irá reduzir o seu vigor vegetativo, entrando na fase senescência fazendo com que os valores de NDVI diminuam próximos aos valores iniciais do ciclo.

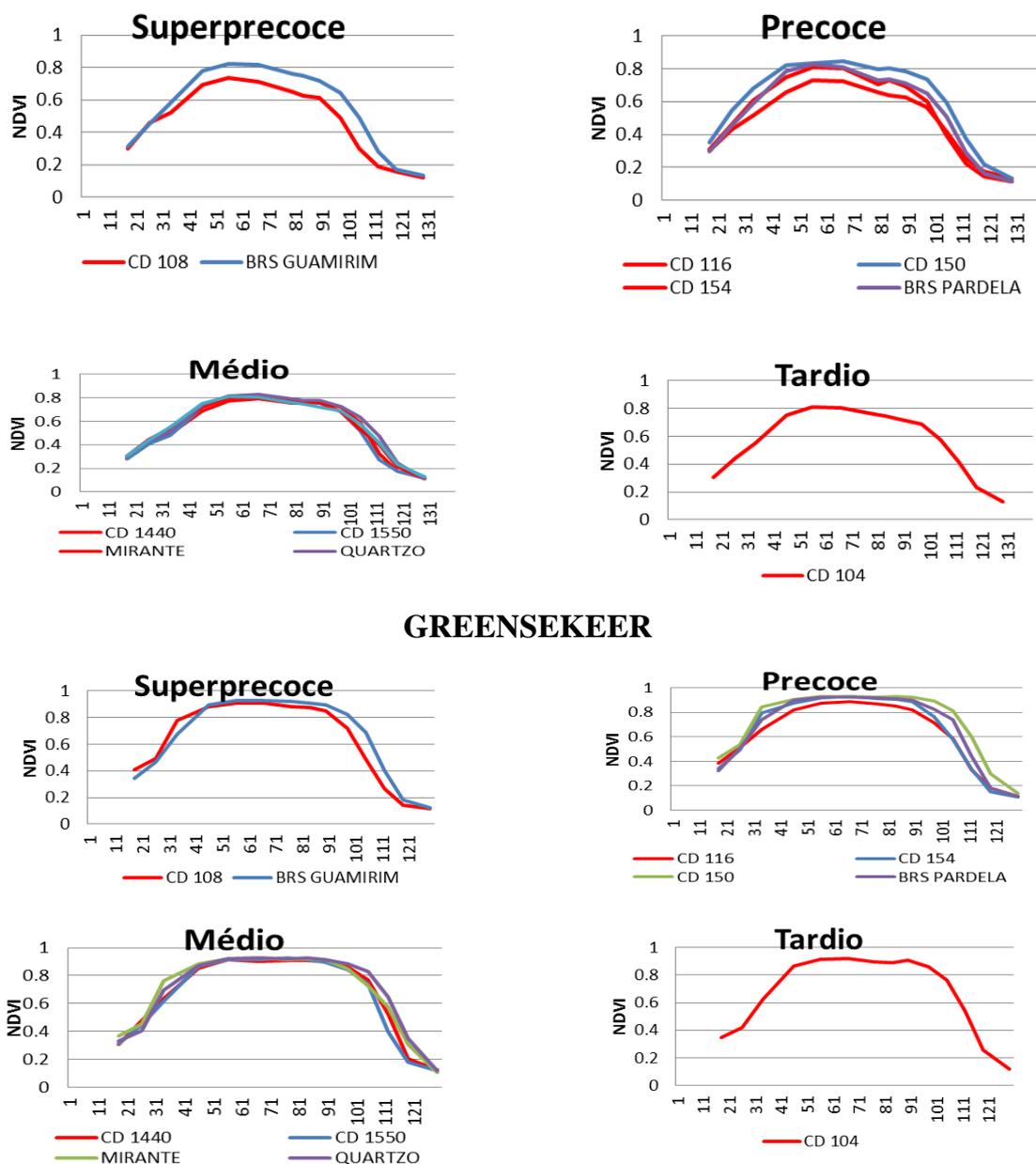


FIGURA 3. Perfis temporais médios de NDVI gerados com o GreenSeeker e FieldSpec 4.

As principais diferenças entre as cultivares estão no porte e no ciclo, que possuem influência direta no índice de vegetação. Para efeito de comparação entre as cultivares selecionou-se os estádios de desenvolvimento comuns para todas elas, visto que fenologicamente apresentam características semelhantes. A comparação entre estádios fenológicos (Tabela 2), reforça os resultados da Figura 1, com destaque para o estágio de maturação, que apresentou médias estatisticamente diferentes para cultivares que pertencem ao mesmo grupo de maturação, estas variações são atribuídas ao tipo de solo onde o experimento foi conduzido, a declividade do terreno e diferenças nos tipos de ciclo das cultivares. No estágio de espigamento os valores de NDVI foram estatisticamente iguais (Teste de Scott-Knott a 5%). A tabela 2 apresenta os resultados obtidos para os valores de NDVI, tendo sido estatisticamente diferentes entre os sensores, para um mesmo dia de coleta (letras maiúsculas).

TABELA 2. Comparação de médias de NDVI nos estádios de espigamento e maturação, e comparação entre as medias de NDVI de cada sensor para um mesmo dia de coleta.

Cultivares	Estádios/Sensores							
	Greenseeker				FieldSpec 4			
	Espigamento	NDVI	Maturação	NDVI	Espigamento	NDVI	Maturação	NDVI
Brs guamirim	61	0,347aA	112	0,251bA	61	0,928aB	112	0,403aB
Cd 108	58	0,288aA	112	0,199bA	58	0,909aB	112	0,264bB
Cd 116	67	0,284aA	119	0,282bA	67	0,889aB	119	0,181cB
Cd 150	64	0,389aA	119	0,274bA	64	0,905aB	119	0,205cB
Cd 154	65	0,383aA	119	0,394aA	65	0,931aB	119	0,294bB
Brs pardela	66	0,362aA	119	0,440aA	66	0,925aB	119	0,308bB
Cd 1550	68	0,313aA	126	0,373aA	68	0,916aB	126	0,117dB
Cd 1440	68	0,339aA	126	0,384aA	68	0,926aB	126	0,104dB
Quartzo	70	0,337aA	126	0,388aA	70	0,928aB	126	0,118dB
Mirante	68	0,351aA	126	0,412aA	68	0,921aB	126	0,113dB
Cd 104	80	0,332aA	133	0,341aA	80	0,892aB	133	0,121dB

Letras iguais correspondem a médias estatisticamente iguais entre as cultivares a 5% de significância pelo Teste Scott-Knott.

A fim de verificar se o período de estabilização (saturação) do índice de vegetação NDVI coincide com o período de espigamento da cultura foram comparadas as médias obtidas em cada medição ao longo do ciclo de cada cultivar. Pode-se observar na tabela 3 que o teste de comparação de médias (Teste de Scott-Knott a 5%) apontou valores de NDVI estatisticamente iguais entre 56 e 84 dias após semeadura (DAS), no sensor GreenSeeker, para praticamente todas as cultivares, corroborando com os resultados da tabela 2.

TABELA 3. Comparação de médias de NDVI para cada data de coleta (GreenSeeker)

Ciclo DAS	S. Precoce		Precoce				Medio				Tardio
	Guamirim	CD 108	CD 116	CD 150	CD 154	Pardela	CD 1550	Quartzo	CD 1440	Mirante	CD104
17	0.310f	0.301d	0.302d	0.348f	0.308e	0.297h	0.279h	0.305h	0.287h	0.448f	0.302f
25	0.452e	0.458c	0.433c	0.546e	0.458d	0.457g	0.408g	0.434g	0.420f	0.540e	0.439e
33	0.580d	0.523c	0.515b	0.680c	0.610c	0.590e	0.479f	0.515e	0.491e	0.718c	0.553d
46	0.778b	0.692a	0.655a	0.820a	0.750b	0.784b	0.717c	0.740c	0.685c	0.796a	0.754b
56	0.824a	0.734a	0.732a	0.834a	0.811a	0.826a	0.805a	0.817a	0.771a	0.806a	0.808a
67	0.818a	0.713a	0.721a	0.845a	0.803a	0.809a	0.810a	0.830a	0.790a	0.777b	0.806a
80	0.760b	0.649b	0.657a	0.798a	0.703b	0.728c	0.753b	0.790b	0.753a	0.766b	0.759b
84	0.750b	0.626b	0.638a	0.804a	0.729b	0.738c	0.756b	0.776b	0.753a	0.759b	0.748b
90	0.721b	0.615b	0.628a	0.785a	0.695b	0.710c	0.749b	0.778b	0.765a	0.680d	0.718c
98	0.644c	0.487c	0.562b	0.734b	0.600c	0.651d	0.682d	0.725c	0.717b	0.533e	0.533e
105	0.489e	0.296d	0.418c	0.597d	0.394d	0.511f	0.521e	0.632d	0.589d	0.402g	0.302f
111	0.282f	0.185e	0.253d	0.373f	0.220f	0.290h	0.272h	0.470f	0.326g	0.211h	0.439e
118	0.169g	0.158e	0.172e	0.219g	0.145g	0.159i	0.174i	0.249i	0.175i	0.109i	0.553d
127	0.131g	0.120e	0.133e	0.133h	0.116g	0.110j	0.117j	0.111j	0.115j	0.110i	0.754b

Letras iguais correspondem a médias estatisticamente iguais entre as cultivares a 5% de significância pelo Teste Scott-Knott.

Na tabela 4 apresentam-se as medias dos valores de NDVI obtidos em cada data de coleta por meio do sensor FieldSpeac 4, observa-se que que os valores de médios de NDVI também foram estatisticamente iguais (Teste de Scott-Knott a 5%) entre 56 e 90 dias após semeadura (DAS), para praticamente todas as cultivares.

TABELA 4. Comparação de medias de NDVI para cada data de coleta (FieldSpeac 4).

Ciclo DAS	S. Precoce		Precoce				Medio				Tardio
	Guamirim	CD 108	CD 116	CD 150	CD 154	Pardela	CD 1550	Quartzo	CD 1440	Mirante	CD104
17	0.349e	0.406f	0.382c	0.290d	0.425d	0.342d	0.310g	0.340e	0.365e	0.322f	0.334g
25	0.417e	0.592d	0.646b	0.369c	0.642c	0.582c	0.530e	0.572d	0.535d	0.608d	0.485f
33	0.626c	0.786b	0.657b	0.372c	0.843b	0.794b	0.617d	0.672c	0.763c	0.740c	0.694d
46	0.867a	0.883a	0.820a	0.434b	0.905a	0.857a	0.866b	0.892a	0.887b	0.897a	0.875b
56	0.910a	0.909a	0.873a	0.547a	0.928a	0.920a	0.916a	0.925a	0.922a	0.923a	0.922 ^a
67	0.916a	0.907a	0.889a	0.456b	0.931a	0.926a	0.916a	0.928a	0.925a	0.921a	0.928 ^a
80	0.892a	0.884a	0.871a	0.330c	0.921a	0.913a	0.928a	0.923a	0.916a	0.915a	0.920 ^a
84	0.889a	0.873a	0.851a	0.336c	0.929a	0.902a	0.917a	0.909a	0.921a	0.910a	0.927 ^a
90	0.906a	0.851a	0.818a	0.347c	0.923a	0.886a	0.895a	0.893a	0.917a	0.897a	0.912 ^a
98	0.858a	0.718c	0.715b	0.280d	0.891a	0.762b	0.839b	0.824b	0.848b	0.826b	0.882b
105	0.763b	0.485e	0.584b	0.248d	0.810b	0.577c	0.741c	0.686c	0.728c	0.738c	0.828c
111	0.538d	0.264g	0.326c	0.222d	0.596c	0.335d	0.399f	0.403e	0.575d	0.441e	0.645e
118	0.260f	0.141h	0.181d	0.274d	0.294e	0.150e	0.177h	0.177f	0.308f	0.182g	0.350g
127	0.121g	0.116h	0.114d	0.362c	0.136f	0.104e	0.117i	0.125f	0.108g	0.113h	0.118h

Letras iguais correspondem a médias estatisticamente iguais entre as cultivares a 5% de significância pelo Teste Scott-Knott.

As características observadas na tabelas 3 podem ser observadas também na tabela 4, ou seja, o teste de comparação de médias apontou valores de NDVI obtidos por meio do sensor FieldSpeac 4 são estatisticamente iguais (Teste de Scott-Knott a 5%). entre 56 e 90

dias após semeadura (DAS), intervalo em que o índice de vegetação estava saturado, período onde as cultivares encontravam-se no estágio de espigamento, fato que dificultou a diferenciação de médias entre os cultivares.

CONCLUSÕES

As cultivares de trigo estudadas apresentaram comportamentos espectro-temporais de NDVI semelhantes ao longo do ciclo fenológico. Entretanto, os testes de comparações de médias mostraram haver diferenças significativas de NDVI, a 5% de significância, entre as cultivares, em determinadas datas de coleta.

O comportamento espectral entre os estádios fenológicos também se apresentou semelhante, porém estatisticamente diferente para um nível de significância de 5% (Teste de Scott-Knott). Dentre os valores de NDVI de cada cultivar, algumas apresentaram valores estatisticamente iguais nos estádios entre 56 e 90 DAS.

A metodologia utilizada possibilitou o estudo do comportamento espectro-temporal do trigo, por meio de sensor terrestre, assim como a variação do índice para diferentes cultivares, permitindo relacionar o perfil de NDVI com as fases fenológicas da cultura.

REFERÊNCIAS

ASD. Analytical Spectral Devices. Disponível em:

<<http://portableas.com/index.php/manufacturers/asd/>>. Acesso em: 10 de março 2015.

BREUNIG, F. M.; GALVÃO, L. S.; FORMAGGIO, A. R., EPIPHANIO, J. C. N. Directional effects on NDVI and LAI retrievals from MODIS: A case study in Brazil with soybean, **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**. v. 13, n. 1, p. 34-42, 2011.

COODETEC - Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola. Guia de produtos 2014. Disponível em: <<http://www.coodetec.com.br/downloads/guia-de-produtos-2014-sul.pdf>> Acesso em: 14 de abril de 2015.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Trigo Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/trigo/>>. Acesso em: 27 de junho de 2015.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos / Humberto Gonçalves dos Santos [et al.]. – 3 ed. rev. ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

GROHS, D. S.; BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK C. M.; POLETTO, N. Modelo para estimative do potencial produtivo em trigo e cevada por meio do sensor greenseeker. *Eng. Agríc. Jaboticabal*, v.29, n.1, p.101-112, jan./mar. 2009

GUIMARÃES, M. F.; NOGUEIRA, J. M. A experiência norte-americana com o seguro agrícola: lições ao Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 47, n. 1, p. 27-58, 2009.

HUETE, A.; DIDAN, K.; MIURA, T.; RODRIGUEZ, E. P.; GAO, X.; FERREIRA, L. G.; Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices, **Remote Sensing of Environment**, v. 83, n. 1–2, nov. 2002.

LUNELLI, I. E. **Efeitos de arranjos nutricionais de npk na produtividade de grãos e rendimento de óleo da cultura do crambe**. 2012. 40 p. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel. 2012.

MOREIRA, R. C. **Influência do posicionamento e da largura de bandas de sensores remotos e dos efeitos atmosféricos na determinação de índices de vegetação**. 2000. 114 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, 2000.

MOTTA, J. L. G.; FONTANA, D. C.; WEBER, E. Evolução temporal do NDVI/NOAA em áreas cobertas por pixels com proporções variáveis de soja. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 353-369, 2003.

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. SYMPOSIUM OF ERTS, 3, Greenbelt, Maryland NASA, Washington DC, 1974. **Proceedings...** Greenbelt: Maryland NASA, 1974. p. 309–317.

SILVA, F. A. S. e; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal components analysis in the software assistat-statistical assistance. In: 7th World Congress on Computers in Agriculture, 2009, Reno. **Proceedings of the 7th World Congress on Computers in Agriculture**. St. Joseph: ASABE, 2009. v. CD-Rom. p.1-5.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Disponível em:
< <http://apps.fas.usda.gov/psdonline/psdHome.aspx> >. Acesso em: 15 julho 2015.