

## CARACTERIZAÇÃO ESPECTRAL DE GENÓTIPOS DE TRIGO

Solange França<sup>1</sup>, Gilberto Rocca da Cunha<sup>2</sup>, João Leonardo Fernandes Pires<sup>2</sup> e Roberto da Cruz<sup>3</sup>

**ABSTRACT** – This research aimed at characterising the electromagnetic reflectance and the vegetation index by the procedure of normalised difference of the wheat genotypes at different sowing dates and development stages. The field experiment was carried at Embrapa Trigo, Passo Fundo, state of Rio Grande do Sul, evaluating 18 wheat genotypes sown at three seeding dates by taking measurements with a spectral radiometer at the tillering and heading stages. The canopy reflectance factor and the mean reflectance index for the TM1, TM2, TM3 e TM4 ranges were calculated. Based on the spectral data in the TM3 and TM4 ranges the vegetation index by normalised difference was calculated (NDVI). The spectral signature of wheat in the range of 400 to 1100 nm of the studied genotypes and for the four measurements followed the typical standard and characteristics of the vegetation. The reflectance factor in the ranges TM1, TM2, TM3 and TM4 as well as the NDVI values of the wheat genotypes displayed significant differences in the studied seeding times. The spectral signature of wheat and the NDVI differed among genotypes and growth stages making them useful indicators of the changes that occur in the vegetation during their cycle.

### INTRODUÇÃO

A caracterização espectral é a representação gráfica da reflectância em faixas estreitas de comprimento de ondas, mostrando, de forma detalhada, o resultado da interação da energia radiante com o objeto de estudo. As variações de amplitude na caracterização espectral são indicadoras das propriedades espectrais dos objetos (Steffen & Moraes, 1993).

Com base nos dados espectrais, os índices de vegetação foram desenvolvidos para serem sensíveis à quantidade de vegetação presente e para eliminarem os efeitos das propriedades espectrais dos solos, no monitoramento da vegetação de áreas agrícolas por meio do sensoriamento remoto (Antunes et al., 1993). Os principais índices de vegetação são uma combinação dos valores de reflectância da vegetação em duas faixas de comprimento de onda, visível e infravermelho.

Este trabalho teve como objetivo caracterizar a reflectância eletromagnética e o índice de vegetação por diferença normalizada de genótipos de trigo, em diferentes épocas de semeadura e estádios fenológicos.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento, conduzido na Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS (28° 15' S, 52° 24' W e 687 m de altitude), consistiu de semeaduras de 18 genótipos de trigo em três épocas. Foram realizadas medições no estádio de afilhamento para as épocas 1 e 2, e no estádio de afilhamento (medida 1 - M1) e espigamento (medida 2 - M2) na época 3. As épocas (E) 1, 2 e 3,

foram semeadas em 16/06, 26/06 e 11/07/03, respectivamente.

As medidas de radiometria foram realizadas utilizando um espectroradiômetro (LI-1800), com resolução espectral de 1 nm, nos comprimentos de onda compreendidos entre 300 e 1100 nm, em intervalos de 2 em 2 nm. O equipamento foi instalado em um tripé, onde foram realizadas as medidas de radiância a uma altura de 1,5 m acima do topo da cultura, com um ângulo de visada de 15° que permitiu campo de visada de, aproximadamente, 0,034 m<sup>2</sup>. Realizaram-se seis leituras por tratamento, sendo cinco destas realizadas sobre as plantas e uma sobre a placa de sulfato de bário, no horário entre 11 e 14 horas.

Primeiramente, calculou-se o fator de reflectância do dossel não calibrado, determinado pela razão entre a radiância do dossel e radiância de uma superfície lambertiana ideal (placa de referência). Posteriormente, calculou-se o fator de reflectância por meio do produto entre o fator de reflectância não calibrado e a calibração da placa de referência. Para cada tratamento foram calculados o índice de reflectância médio para as bandas TM1 (450 a 520 nm) TM2 (520 a 600 nm), TM3 (630 a 690 nm) e TM4 (760 a 900 nm), referentes às quatro primeiras bandas do sensor TM à bordo do satélite Landsat-5. A partir dos dados espectrais nas bandas TM3 (visível) e TM4 (infravermelho próximo) foi calculado o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), com o uso da equação desenvolvido por Rouse et al. (1974).

Os dados foram submetidos a análise de variância sendo a diferença entre tratamentos avaliada por meio do teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A assinatura espectral do trigo na faixa de 400 a 1100 nm, para os 18 genótipos avaliados e para as quatro medidas correspondeu ao padrão típico e característico de vegetação, apresentando concordância com resultados obtidos por Fonseca (2000), França et al. (2000) e Hamada (2000).

Na região do visível o fator de reflectância máxima foi em torno de 0,07 com um pico na região próxima aos 550 nm, e apresentando pouca amplitude de variação entre os genótipos. De modo geral, a reflectância nesta região não ultrapassa os 10% da radiação incidente, caracterizando-se pela absorção acentuada, produzida pelos pigmentos presentes no cloroplasto das folhas (Steffen & Moraes, 1993). As medidas realizadas na E1 e E2, apresentaram padrão bastante semelhante. No entanto, na E3-M1, também no estádio de afilhamento, os valores foram mais elevado, principalmente devido a influência do solo. Na E3-M2, no estádio de espigamento, o pico do fator de reflectância se apresentou menos acentuado e com mais valores homogêneos entre os genótipos.

A partir de 700 nm ocorreu um rápido aumento no fator de reflectância, que se manteve alto em toda a região do infravermelho próximo. Nesta região do

<sup>1</sup> Dr<sup>a</sup>. Prof<sup>a</sup>. da Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC. Rodovia Ilhéus-Itabuna, km 16. Ilhéus – BA. – Trabalho conduzido durante Bolsa do CNPq-RD. E-mail: solafraanca@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Pesquisador da Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS. E-mail: cunha@cnpt.embrapa.br

<sup>3</sup> Bolsista do CNPq-IC.

espectro, os genótipos apresentaram uma maior amplitude de variação entre as curvas, com valores de reflectância entre 0,2 e 0,5. Segundo Steffen & Moraes (1993) a partir de 700 nm nota-se um gradiente acentuado que marca a transição para uma elevada reflectância no infravermelho próximo, a qual corresponde a aproximadamente 40 a 60% da radiação incidente, mantendo-se alta até cerca de 1300 nm.

O fator de reflectância nas bandas TM1, TM2, TM3 e TM4 apresentou diferenças significativas entre os genótipos de trigo, nas três épocas de semeadura avaliadas. Na E1 e E2, a amplitude dos valores médios foi de 0,028 a 0,012, de 0,056 a 0,027, de 0,043 a 0,015 e de 0,482 a 0,264 para TM1, TM2, TM3 e TM4, respectivamente. Na E3-M1, os valores médios foram entre 0,034 e 0,018 na TM1, de 0,061 e 0,034 na TM2, de 0,056 e 0,023 na TM3 e de 0,456 e 0,243 na TM4. Na E3-M2, o fator de reflectância foi mais elevado nas bandas TM1, TM2 e TM3, com valores médios entre 0,033 e 0,020 na TM1, de 0,065 e 0,037 na TM2, de 0,056 e 0,029 na TM3, mas foi menor na TM4, com valores entre 0,342 e 0,226.

Tabela 1. Média do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) de genótipos de trigo, em diferentes épocas (E) de semeadura. Passo Fundo, RS, 2003

Genótipo	É 1	É 2	É 3 - M1 <sup>1</sup>	É 3 - M2 <sup>2</sup>
BRS 194	0.93 <sup>A</sup>	0.89 <sup>AB</sup>	0.84 <sup>AB</sup>	0.82 <sup>A</sup>
BRS 177	0.92 <sup>A</sup>	0.88 <sup>AB</sup>	0.87 <sup>A</sup>	0.80 <sup>ABC</sup>
BRS Timbauva	0.91 <sup>AB</sup>	0.87 <sup>AB</sup>	0.82 <sup>AB</sup>	0.80 <sup>ABC</sup>
BRS Umbu	0.90 <sup>ABCD</sup>	0.87 <sup>AB</sup>	0.85 <sup>AB</sup>	0.73 <sup>BCDEFG</sup>
BRS 179	0.90 <sup>ABCD</sup>	0.86 <sup>ABC</sup>	0.82 <sup>AB</sup>	0.77 <sup>ABCDE</sup>
BRS Louro	0.90 <sup>ABCD</sup>	0.87 <sup>AB</sup>	0.81 <sup>AB</sup>	0.76 <sup>ABCDEF</sup>
BRS Cambotá	0.90 <sup>ABCD</sup>	0.89 <sup>AB</sup>	0.85 <sup>AB</sup>	0.65 <sup>G</sup>
BRS Buriti	0.89 <sup>ABCD</sup>	0.87 <sup>AB</sup>	0.79 <sup>ABC</sup>	0.72 <sup>CDEFG</sup>
BRS Guabiju	0.88 <sup>ABCD</sup>	0.90 <sup>A</sup>	0.87 <sup>A</sup>	0.68 <sup>FG</sup>
Rubi	0.87 <sup>ABCD</sup>	0.89 <sup>AB</sup>	0.67 <sup>D</sup>	0.71 <sup>DEFG</sup>
BR 23	0.86 <sup>BCDE</sup>	0.84 <sup>ABC</sup>	0.87 <sup>A</sup>	0.81 <sup>AB</sup>
Embrapa 40	0.85 <sup>CDEF</sup>	0.87 <sup>AB</sup>	0.86 <sup>AB</sup>	0.73 <sup>BCDEFG</sup>
BRS Figueira	0.84 <sup>CDEF</sup>	0.89 <sup>AB</sup>	0.85 <sup>AB</sup>	0.75 <sup>ABCDEF</sup>
BRS Angico	0.84 <sup>DEFG</sup>	0.83 <sup>BC</sup>	0.86 <sup>AB</sup>	0.79 <sup>ABCD</sup>
Fundacep 30	0.80 <sup>EFG</sup>	0.88 <sup>AB</sup>	0.65 <sup>D</sup>	0.73 <sup>BCDEFG</sup>
Fepagro RS-15	0.79 <sup>FG</sup>	0.84 <sup>ABC</sup>	0.72 <sup>CD</sup>	0.70 <sup>EFG</sup>
BRS 207	0.78 <sup>G</sup>	0.80 <sup>C</sup>	0.78 <sup>BD</sup>	0.65 <sup>G</sup>
CEP 24	0.78 <sup>G</sup>	0.85 <sup>ABC</sup>	0.72 <sup>DC</sup>	0.74 <sup>ABCDEFG</sup>

<sup>1</sup>M1 = Medida 1; <sup>2</sup>M2 = Medida 2

<sup>\*</sup>Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

O NDVI apresentou diferenças significativas entre os genótipos de trigo, nas três épocas de semeadura avaliadas (Tabela 1). Para a E1, os valores de NDVI variaram de 0,93 a 0,78, onde os genótipos BRS 194 e BRS 177 foram superiores, o BRS 207 e CEP 24 foram inferiores e os demais foram intermediários, divididos em 5 níveis de significância. A E2 apresentou valores entre 0,90 e 0,80, onde o BRS Guabiju foi superior, o BRS 207 foi inferior e os demais foram intermediários. A E3-M1, apresentou valores entre 0,87 e 0,61, onde os genótipos BR 23, BRS Guabiju e BRS 177 foram superiores, o Rubi e Fundacep 30. foram inferiores e os demais foram intermediários, divididos em 2 níveis significância. Nestas três medições, realizadas no estágio de afilhamento, constata-se que o NDVI é menor no início deste estágio (E3-M1) e posteriormente aumenta com o transcorrer do desenvolvimento da cultura. Na E3-M2,

quando o trigo se encontrava no estágio de espigamento, o NDVI novamente apresentou valores menores, variando entre 0,82 e 0,65, onde o BRS 194 foi superior, o BRS 207 e BRS Cambotá foram inferiores e os demais foram intermediários.

O NDVI apresentou uma tendência de aumento no estágio de afilhamento, com menores valores na E3 - M1 e valores mais elevados na E1 e E2. Na E3-M2, estágio de espigamento, o NDVI apresentou nova redução. Fonseca (2000) justifica que o aumento nos valores do NDVI com o transcorrer do tempo é devido ao aumento da fitomassa. Hamada (2000) avaliando o comportamento sazonal do NDVI em trigo, observou que a partir do afilhamento ocorreu um rápido desenvolvimento vegetativo até o ponto máximo no espigamento, no valor de 0,89, seguida de pequena redução até a maturação fisiológica e, depois, nos estádios de florescimento e maturação ocorreu uma redução mais acentuada no NDVI, até a maturação de colheita, no valor de 0,43.

A assinatura espectral do trigo e o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) apresentam variações entre os genótipos e em função do estágio fenológico, possibilitando seu uso como indicador das mudanças que ocorrem na vegetação ao longo do ciclo.

## REFERÊNCIAS

- Antunes, M.A.H.; Assad, E.D.; Batista, G.T. Variação das medidas espectrais tomadas com espectroradiômetro ao longo do ciclo de crescimento da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO 7, 1993, Curitiba, Anais... Curitiba, 1993. p.01-09.
- Fonseca, E.L. Caracterização espectral e índices de vegetação em *Paspalum notatum* Flüggé var. *notatum* com vistas à modelagem de crescimento. Porto Alegre. 61p. Dissertação (Mestrado em Agrometeorologia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.
- França, S.; Mandeli, F.; Carmona, L.; Fontana, D.C. Rosa, L.M. Reflectância eletromagnética em milho em função de diferentes disponibilidades de água. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 45; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 28, 2000, Pelotas, Anais... Pelotas, 2000. p. 522-531.
- Hamada, E. Desenvolvimento fenológico do trigo (cultivar IAC 24 - Tucuruí), comportamento espectral e utilização de imagens NOAA-AVHRR. Campinas, Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000. 174p.
- Rouse, J.W.; Raas, R.H.; Schell, J.A.; Deering, D.W.; Harlan, J.C. Monitoring the vernal advancement of retrogradation of natural vegetation. NASA/GSFC, Type III, Final Report, Grenbelt, MD. 371 p. 1974.
- Steffen, C.A.; Moraes, E.C. Introdução à radiometria. In: Tutorial de radiometria. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO 7, 1993, Curitiba, Anais ... Curitiba, 1993. p.2-12.