

VARIABILIDADE ESPACIAL DA BIOMASSA DETERMINADA POR SENSOR DE REFLECTÂNCIA E SUA RELAÇÃO COM PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE GRÃOS DE TRIGO

CHRISTIAN BREDEMEIER¹, DANIELLE ALMEIDA², CECÍLIA P. S. GIORDANO³,
ANDRÉ LUIS VIAN⁴, MURILO H. DE JESUS⁵

¹ Engenheiro Agrônomo, Professor do Departamento de Plantas de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, RS. E-mail: bredemeier@ufrgs.br.

² Engenheira Agrônoma, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Departamento de Plantas de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, RS. E-mail: danielle.almeida@ufrgs.br.

³ Engenheira Agrônoma, Professora Substituta do Departamento de Plantas de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, RS. E-mail: cecilia.giordano@gmail.com.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Departamento de Plantas de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, RS. E-mail: andreluisvian@hotmail.com.

⁵ Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, RS. E-mail: murilohendz@gmail.com

Apresentado no
Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão - ConBAP 2014
14 a 17 de setembro de 2014 - São Pedro - SP, Brasil

RESUMO: A ocorrência de variabilidade espacial de variáveis de planta e solo é uma das linhas de estudo da agricultura de precisão. O presente trabalho teve por objetivo estudar os padrões de variabilidade espacial e temporal da produção de biomassa em uma área piloto de trigo e suas relações com a produtividade e qualidade de grãos, utilizando sensor óptico ativo de reflectância. A área piloto de 4 hectares está localizada na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), em Eldorado do Sul (RS), situada na Depressão Central do Rio Grande do Sul. As leituras de NDVI no florescimento se mostraram eficientes em identificar variações espaciais de produtividade na cultura do trigo. O teor de proteína nos grãos relacionou-se negativamente com a produtividade. O uso desta tecnologia pode ser uma ferramenta eficaz para o produtor, auxiliando na tomada de decisão no manejo da cultura, tais como o uso de defensivos agrícolas e aplicações de N no emborrachamento/florescimento, visando o aumento do teor de proteína nos grãos.

PALAVRAS-CHAVE: Greenseeker, variabilidade espacial, qualidade de grãos.

SPATIAL VARIABILITY OF BIOMASS DETERMINED BY VEGETATION SENSOR AND ITS RELATION TO WHEAT GRAIN YIELD AND QUALITY

ABSTRACT: The occurrence of spatial variability of plant and soil variables is one of the research fields in precision agriculture. The objective of this work was to study the patterns of spatial and temporal variability of biomass production in a wheat field and its relation to grain productivity and quality, using an active reflectance sensor. The field is located at EEA/UFRGS (Eldorado do Sul, RS). NDVI readings at flowering were efficient to identify spatial variability of grain yield potential in wheat. Grain protein content and yield potential were inversely correlated. The use of this technology can be a efficient tool helping farmers in the decision-making process as the use of fungicides and site-specific N application at flowering, with the objective to increase grain protein content and quality.

KEYWORDS: Greenseeker, spatial variability, grain quality.

INTRODUÇÃO: A ocorrência de variabilidade espacial de variáveis de planta e solo é uma das linhas de estudo da agricultura de precisão. Com o advento da agricultura de precisão na prática da produção agrícola, passou-se a fazer estudos da variabilidade espacial da disponibilidade de nutrientes nos solos e da produtividade das culturas. A coleta de amostras georreferenciadas possibilita a correção localizada de cada nutriente, os quais são aplicados em taxa variável de acordo com os níveis diagnosticados nas amostragens de solo e que possibilitem um desenvolvimento satisfatório das plantas. No caso do nitrogênio, é requisito necessário a quantificação do estado nutricional das plantas antes da aplicação do fertilizante. A quantidade de massa seca por planta ou o teor de N no tecido vegetal são formas precisas de expressar a possível resposta da planta ao N aplicado. Porém, a amostragem a campo e o processo de determinação laboratorial são demorados, resultando em um procedimento de custo elevado. A reflectância é uma técnica utilizada no sensoriamento remoto, como forma de identificar a curva de acúmulo de biomassa das culturas ao longo do seu ciclo. Diversos estudos indicam que o desenvolvimento das plantas, ocorrência de estresses e o rendimento de grãos estão relacionados à reflectância espectral da vegetação e podem ser quantificados através de índices de vegetação (LABUS et al., 2002). O presente trabalho teve por objetivo estudar os padrões de variabilidade espacial e temporal da produção de biomassa em uma área piloto de trigo e suas relações com a produtividade e qualidade de grãos, utilizando sensor óptico ativo de reflectância (Greenseeker).

MATERIAL E MÉTODOS: A área piloto de 4 hectares está localizada na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), em Eldorado do Sul (RS), situada na Depressão Central do Rio Grande do Sul, em uma altitude média de 46 m acima do nível do mar. O solo da área experimental pertence à unidade de mapeamento São Jerônimo, caracterizado como um Argissolo Vermelho Distrófico típico. O clima é subtropical de verão úmido quente, do tipo Cfa, conforme a classificação de Koppen. A precipitação pluvial média anual em Eldorado do Sul é de 1440 mm e a temperatura média mensal varia entre 14 e 25°C, entre os meses mais frios e mais quentes.

A reflectância do dossel foi avaliada através do uso do radiômetro Greenseeker. Este equipamento fornece o valor do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Cada leitura realizada foi georreferenciada por equipamento GPS acoplado ao sensor. As leituras foram realizadas nos estádios de 6-7 folhas expandidas, emborrachamento e florescimento da cultura. Por ocasião da colheita, foi determinado o rendimento de grãos em uma área de aproximadamente 8,0 m², em 84 pontos georreferenciados na área. Em cada amostra foi determinado o teor de proteína dos grãos e o peso do hectolitro (massa de 100 litros de grãos). A dependência espacial entre os pontos amostrados foi estudada através da determinação de semivariogramas pelo programa computacional GS+.

O semivariograma, $\gamma(h)$, de n observações $z(x_i)$, é calculado através da seguinte equação:

$\gamma(h) = \frac{\sum [z(x_i) - z(x_i+h)]^2}{2N(h)}$, onde $N(h)$ é o número de pares de observações separados por uma distância h . Modelos matemáticos foram ajustados aos semivariogramas experimentais, permitindo uma análise da variação espacial da variável em questão. As variáveis que mostraram dependência espacial na área amostrada foram interpoladas pelo método da krigagem, utilizando-se o programa computacional Surfer 9.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A dependência espacial entre os pontos amostrados foi estudada através da determinação de semivariogramas para as variáveis (NDVI no florescimento e rendimento de grãos) (Figura 1). Os semivariogramas mostraram que há forte dependência espacial entre as amostras, tanto para reflectância do dossel quanto para rendimento de grãos, mostrando que as variáveis apresentam autocorrelação espacial.

O rendimento de grãos de trigo obtido na área piloto variou entre 1.400 kg ha⁻¹ e 3.800 kg ha⁻¹ (Figura 2.a), enquanto que os valores de NDVI obtidos nas leituras variaram entre 0,36 e 0,81 (Figura 2.b). Percebe-se que os maiores valores de NDVI avaliados por ocasião do florescimento levaram a maiores produtividades de grãos. Isto demonstra a relação existente entre o NDVI e o rendimento de grãos.

A estimativa do potencial produtivo das culturas em um determinado estágio fenológico viabiliza o manejo sítio-específico em lavouras comerciais (MILANI et al., 2006). Assim, sensores remotos para avaliação da reflectância e de índices de vegetação, como o NDVI, surgem como importantes

ferramentas para detectar a variabilidade espacial do potencial produtivo de maneira precisa e em tempo real.

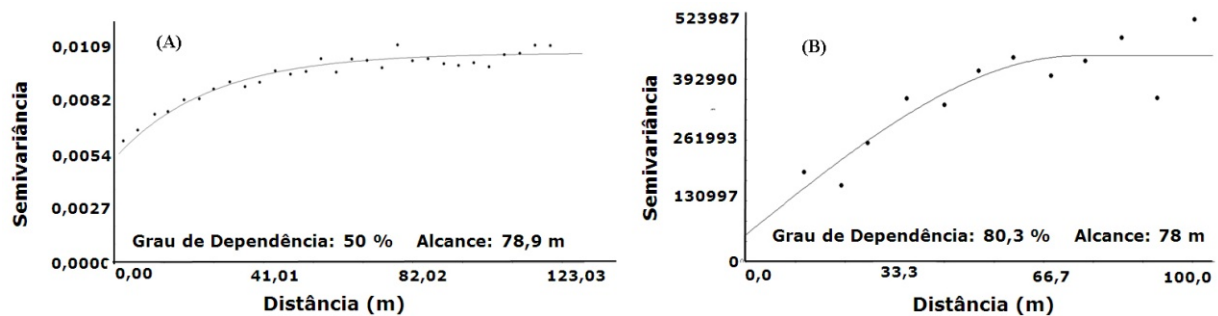


Figura 1. Semivariogramas do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) (A) e do rendimento de grãos (B) em lavoura de trigo.

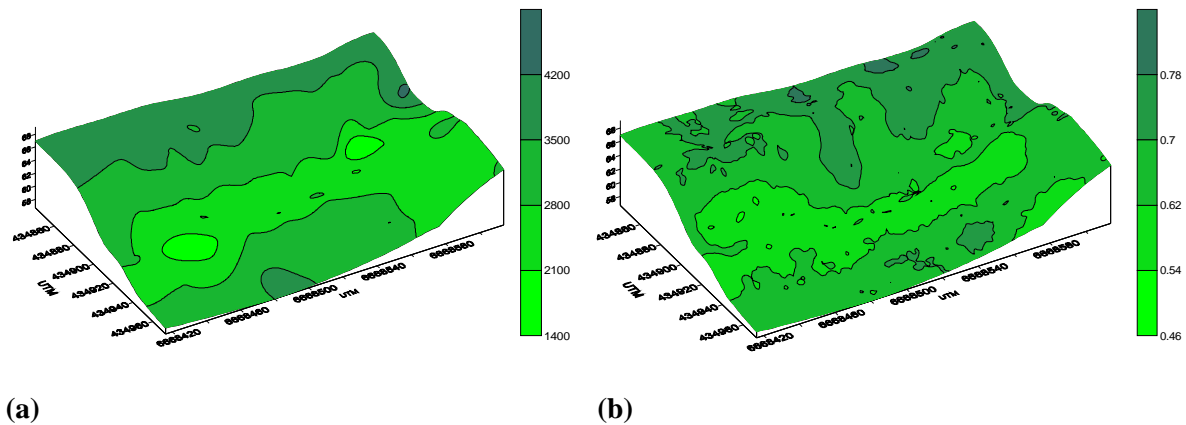


Figura 2. Mapa de isolinhas para a produtividade (a) e para o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) (b) avaliado por ocasião do florescimento da cultura do trigo.

A análise dos semivariogramas mostraram que há forte dependência espacial entre as amostras, tanto para rendimento de grãos como para valores de NDVI e teor de proteína nos grãos. Baseado nos semivariogramas, foram confeccionados mapas de isolinhas para as variáveis estudadas.

As leituras de NDVI no florescimento se mostraram eficientes em identificar variações espaciais de produtividade e qualidade de grãos na cultura do trigo (Figura 2). O uso desta tecnologia pode ser uma ferramenta eficaz para o produtor, auxiliando na tomada de decisão no manejo da cultura, tais como o uso de defensivos agrícolas e aplicações de N no emborrachamento/florescimento, visando o aumento do teor de proteína nos grãos. No presente trabalho, verificou-se especialmente relação inversa entre a produtividade de grãos da cultura (Figura 2.a) e o teor de proteína nos grãos (Figura 3.b), em função da diluição do N em situações de elevado potencial produtivo. Desta forma, a utilização do NDVI medido por um sensor óptico ativo para quantificação do potencial produtivo da cultura no florescimento pode direcionar a aplicação de diferentes doses de N (adubação em taxa variável) para a melhoria da qualidade de grãos, reduzindo o efeito de diluição e redução do teor proteico dos grãos. Além disso, o sensor pode ser utilizado para se detectar a variabilidade de produção de biomassa e potencial produtivo da área, para posterior investigação de suas causas.

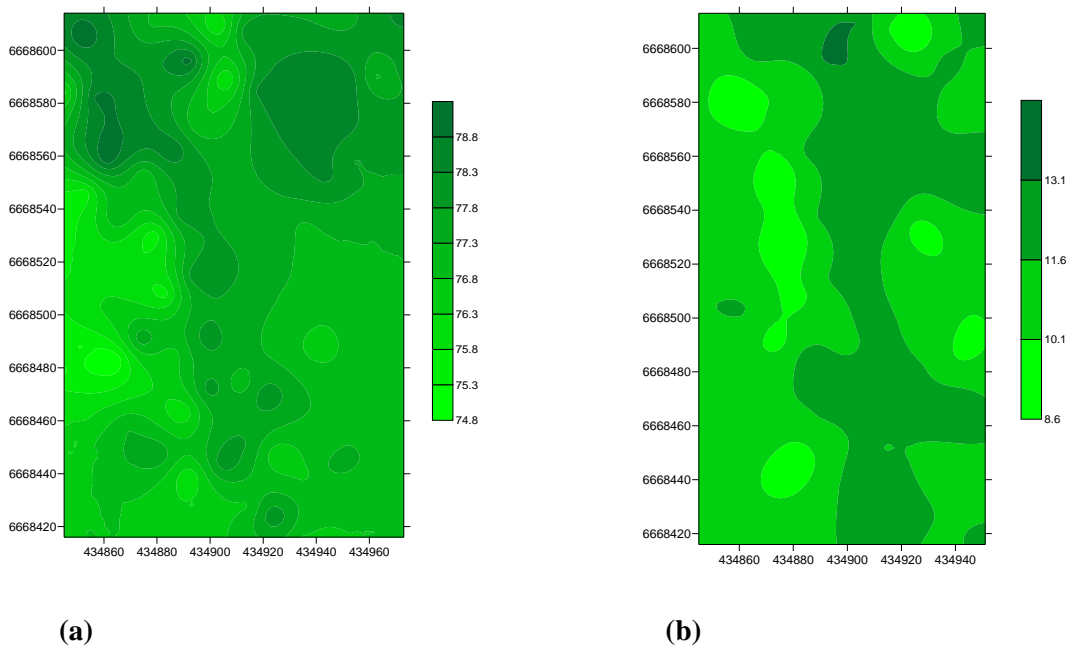


Figura 3. Mapa de isolinhas para peso do hectolitro – PH (a) e teor de proteína (b) em grãos de trigo no momento da colheita em área piloto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS: o sensor ativo de reflectância Greenseeker pode ser utilizado para se detectar a variabilidade de produção de biomassa e de potencial produtivo da área. Além disso, foi possível observar-se espacialmente relação inversa entre produtividade e teor de proteína nos grãos de trigo. Assim, este sensor poderia ser empregado para a realização de adubação em taxa variável por ocasião do florescimento da cultura, direcionando a aplicação de diferentes doses de N (adubação em taxa variável) para a melhoria da qualidade de grãos em áreas de maior potencial produtivo.

REFERÊNCIAS

- LABUS, M.P.; NIELSEN, G.A.; LAWRENCE, R.L.; ENGEL, R.; LONG, D.S. Wheat yield estimates using multi-temporal NDVI satellite imagery. **International Journal of Remote Sensing**, v.23, n.20, p.4169-4180, 2002.
- MILANI, L.; SOUZA, E.G.; URIBE-OPAZO, M.A.; GABRIEL FILHO, A.; JOHANN, J.A.; PEREIRA, J.O. Unidades de manejo a partir de dados de produtividade. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.28, n.4, p.591-598, 2006.