

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CAMPUS FREDERICO WESTPHALEN  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E AMBIENTAIS  
CURSO DE AGRONOMIA

Eduardo Julio Martini Dal Bello

**VARIABILIDADE DOS COMPONENTES DA PRODUTIVIDADE DA  
SOJA EM UMA ÁREA CULTIVADA COM DIFERENTES PLANTAS DE  
COBERTURA**

Frederico Westphalen, RS  
2020

**Eduardo Julio Martini Dal Bello**

**VARIABILIDADE DOS COMPONENTES DA PRODUTIVIDADE DA SOJA EM  
UMA ÁREA CULTIVADA COM DIFERENTES PLANTAS DE COBERTURA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Santa Maria, *campus* de Frederico Westphalen (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Luis Santi

Frederico Westphalen, RS  
2020

**Eduardo Julio Martini Dal Bello**

**VARIABILIDADE DOS COMPONENTES DA PRODUTIVIDADE DA SOJA EM  
UMA ÁREA CULTIVADA COM DIFERENTES PLANTAS DE COBERTURA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Santa Maria, *campus* de Frederico Westphalen (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

**Aprovado em 13 de Julho de 2020:**

---

Antônio Luis Santi  
(Presidente/Orientador)

---

Stela Maris Kulczynski  
(Comissão Examinadora de TCC)

---

Volmir Marchioro  
(Comissão Examinadora de TCC)

Frederico Westphalen, RS  
2020

VARIABILIDADE DOS COMPONENTES DA PRODUTIVIDADE DA SOJA EM UMA  
ÁREA CULTIVADA COM DIFERENTES PLANTAS DE COBERTURA

VARIABILITY OF SOY PRODUCTIVITY COMPONENTS IN A CULTIVATED AREA  
WITH DIFFERENT COVERAGE PLANTS

1. RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a existência de dependência espacial dos componentes da produtividade da cultura da soja (TMG 7262 INOX) em uma área cultivada com diferentes sistemas de cultivo e avaliar o uso de krigagem para apresentação dos mapas temáticos. O experimento foi conduzido na área experimental da UFSM, a cultura da soja foi implantada em sucessão a sete diferentes manejos de plantas de cobertura: aveia preta, aveia branca, nabo forrageiro, centeio, ervilhaca, ervilha forrageira e azevém, solteiras ou consorciadas. Tratamento 1: solteiro com aveia preta, tratamento 2: consorciado com centeio, aveia preta, nabo forrageiro e aveia branca, tratamento 3, consorciado com centeio, ervilha forrageira e nabo forrageiro, tratamento 4: consorciado com aveia branca, ervilhaca e centeio, tratamento 5: consorciado com aveia branca, ervilhaca e nabo forrageiro, tratamento 6: solteiro com nabo forrageiro e tratamento 7: solteiro com azevém. Com base nos resultados obtidos conclui-se que os sistemas de cultivos com diferentes plantas de cobertura interferem nas variáveis analisadas, demonstrando classes variadas. O método estatístico demonstrou-se eficiente na interpretação dos componentes de rendimento da cultura da soja, apresentando dependência espacial.

Palavras-chave: Agricultura, Geoestatística, Mapas.

## ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the existence of spatial dependence on the components of soybean productivity (TMG 7262 INOX) in a cultivated area with different cultivation systems and to evaluate the use of kriging for the presentation of thematic maps. The experiment was carried out in the experimental area of UFSM, the soybean culture was implanted in succession to seven different cover plant managements: black oats, white oats, turnip, rye, vetch, forage and ryegrass, single or intercropped. Treatment 1: single with black oats, treatment 2: intercropped with rye, black oats, turnip and white oats, treatment 3, intercropped with rye, peas and forage turnip, treatment 4: intercropped with white oats, vetch and rye, treatment 5: intercropped with white oats, vetch and turnip, treatment 6: single with turnip and treatment 7: single with ryegrass. Based on the results obtained, it is concluded that the cultivation systems with different cover plants interfere in the analyzed variables, demonstrating varied classes. The statistical method proved to be efficient in interpreting the yield components of the soybean crop, showing spatial dependence.

Keywords: Agriculture, Geostatistics, Maps.

## 2. INTRODUÇÃO

A soja atualmente é uma das principais culturas implantadas no Brasil, exercendo forte influência no setor econômico, apresentando perspectivas de crescimento de 2,6% na área de cultivo, saindo de 35,8 milhões de hectares para 36,8 milhões de hectares na safra de 2019/2020 (Conab 2020). Diante desse aumento na produção, se faz necessário o

desenvolvimento de pesquisas que aprimorem as práticas de cultivo, buscando o incremento na produtividade e redução no impacto dos recursos naturais.

A agricultura de precisão é uma importante ferramenta que integra o manejo regionalizado do solo, considerando a variabilidade de propriedades locais e climáticas, beneficiando o sistema produtivo e otimizando utilização dos recursos disponíveis (Corá et al. 2004). A variabilidade nos componentes de rendimento da soja pode ocorrer em função do manejo utilizado na cultura anterior, como a adubação e plantas de cobertura, disponibilizando maior quantidade de nutrientes e palha ao cultivo sucessor (Rontani et al. 2019). Solos da mesma classe textural, quando cultivados com diferentes manejos ao longo do tempo podem demonstrar variação nas suas propriedades no espaço (Motomiya et al. 2006). De acordo com Santos et al. (2014) o sistema de rotação de cultura interfere no rendimento de grãos da soja quando comparado com o sistema de monocultivo.

A determinação dos sistemas de cultivo e manejo necessita de informações precisas sobre a variação espacial de atributos de solo e da cultura, os quais podem ser obtidos por coleta de informações e mapas interpolados por krigagem, estimando valores sem tendência e com variância mínima (Souza et al. 2010). A geoestatística juntamente com a formação de mapas possibilita uma análise de novos resultados, além do planejamento e controle de informações de produção (Valladares et al. 2009).

Diante da importância do sistema de cultivo no rendimento da cultura implantada, torna-se fundamental o conhecimento sobre a utilização dessa ferramenta da agricultura de precisão para interpretação dos dados analisados, podendo fornecer subsídios para definir estratégias de manejo. Desse modo, o objetivo do trabalho foi:

- avaliar a existência de dependência espacial dos componentes da produtividade da cultura da soja em uma área cultivada com diferentes sistemas de cultivo e;
- avaliar o uso de krigagem para apresentação dos mapas temáticos.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma área experimental na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) - Campus de Frederico Westphalen, RS. O Campus da universidade localiza-se na região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, situado geograficamente a uma latitude 27°23' 54" a 27° 23' 53" Sul e longitude de 53°25' 38" a 53°25' 36" Oeste, a 484 metros do nível do mar.

O relevo da área onde o experimento foi implantado é de topografia suave ondulado, sendo classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico (Embrapa 2013).

As médias de temperatura e precipitação anuais da região estão entre 19,2°C e 1880 mm, o clima da região está classificado como Cfa ou subtropical úmido com verão quente (Köppen-Geiger 1928).

A área experimental onde foi realizado o trabalho media 49 x 49 m, possuindo então uma área total de 2400 m<sup>2</sup>. A área total do experimento foi dividida em 7 faixas retangulares com 7 x 49 metros, onde em cada faixa foi implantado um sistema de manejo com plantas de cobertura, sendo esses sistemas: aveia preta (AP), aveia branca (AB), nabo forrageiro (NF), centeio (CE), ervilhaca (EC), ervilha forrageira (EV) e azevém (AZ), solteiro ou consorciadas. Os tratamentos foram: (T1) solteiro (AP), (T2) consorciado (CE + AP + NF + AB), (T3) consorciado (CE + EV + NF), (T4) consorciado (AB + EC + CE), (T5) consorciado (AB + EC + NF), (T6) solteiro (NF) e (T7) solteiro (AZ).

Para a elaboração dos mapas a área foi demarcada com 98 parcelas (3,5 x 7m), correspondendo as unidades experimentais (UEs). Após a demarcação das parcelas, foram alocados no centro de cada parcela um ponto georreferenciado com um GPS RTK (modelo GR) 3 TOPCON, de dupla frequência (L1 + L2) com precisão de 15 centímetros ou menos. Todos os pontos juntos definem uma grade amostral (“grids”) seguindo a distribuição das

parcelas que continham 24,5 m<sup>2</sup> cada. Os pontos com suas devidas coordenadas serviram de base para a elaboração dos mapas temáticos (Figura 1).

Figura 1. Área experimental com o contorno e os seus devidos pontos amostrais. Frederico Westphalen / RS.



Quinze dias antes da sementeira foi realizado o controle das plantas daninhas com uma aplicação de glifosato utilizando uma dose de (1920 g ha<sup>-1</sup>). Logo em seguida, foi realizada a sementeira manual (a lanço) das sementes das culturas no dia 28 de maio de 2018, sendo feito o recobrimento das sementes com o uso de uma grade niveladora leve.

O desenvolvimento das culturas ocorreu normalmente e após o final do ciclo, as mesmas foram dessecadas com a aplicação de paraquat na dose de (400 g ha<sup>-1</sup>), com o objetivo de parar o desenvolvimento de forma uniforme em todos os tratamentos e também controlar alguma planta invasora presente na área.

A sementeira da soja foi realizada no dia 20 de novembro de 2018, utilizando-se a cultivar TMG 7262 Inox, com densidade de sementeira de 12,3 plantas por metro linear.

Ao final do ciclo da soja, foram coletadas 10 plantas por parcela, e as mesmas foram levadas para o laboratório, onde foram quantificadas as principais variáveis de produtividade para cultura, sendo destacadas algumas delas, como número de grãos por planta (NGP), número de legumes na planta (NLP) e a produtividade (PROD).

Os dados, inicialmente foram submetidos à análise exploratória (estatística descritiva), com o objetivo de verificar a posição e dispersão dos dados, com o auxílio do programa PAST, (Harper 2001). Os parâmetros estatísticos determinados foram: valor mínimo, média, valor máximo, desvio padrão e coeficiente de variação CV (%), de assimetria (Cs) e de curtose (Ck).

Com base nos valores de CV (%) obtidos, a dispersão dos dados foi classificada em: baixa para  $CV < 15\%$ ; moderada, para CV de 15 a 35%; e alta para  $CV > 35\%$  (Wilding & Drees 1983). Os valores de Ck, que expressam o achatamento da distribuição em relação a um padrão, que geralmente é a curva normal, foram classificados em:  $Ck = 0$  distribuição é mesocúrtica,  $Ck < 0$  platicúrtica e  $Ck > 0$  leptocúrtica. Os valores de Cs que visam caracterizar quanto e como a distribuição de frequências se afasta da simetria, foram classificados em:  $Cs > 0$  distribuição assimétrica à direita;  $Cs < 0$  distribuição é assimétrica à esquerda; e  $Cs = 0$ , a distribuição é simétrica.

Verificou-se também, a existência de tendência central (normalidade) dos dados originais por meio do Teste W ( $p < 0,05$ ), sendo considerados como distribuição normal dos dados que obtiveram  $p\text{-valor} > 0,05$ .

A análise geoestatística foi realizada por meio de semivariogramas experimentais descritos por (Vieira 2000), seguindo os modelos teóricos (esférico, exponencial, gaussiano e linear) que melhor se ajustaram para cada variável, utilizando-se o programa computacional Gamma Design Software – GS+ (Robertson 1998). O ajuste dos modelos foi realizado com base no melhor coeficiente de determinação ( $r^2$ ). Do ajuste de um modelo matemático aos

dados, foram definidos os seguintes parâmetros: efeito pepita (C0), contribuição (C1), patamar (C0+C1) e alcance (A). O índice de dependência espacial (IDE) foi calculado por meio da equação:  $IDE = [C0 / (C0 + C1)] * 100$ . Com base nos IDE, classificou-se o grau de dependência espacial (GDE) como: forte, para  $IDE \leq 25\%$ ; moderado, para IDE entre 25 e 75%; e fraco para  $IDE > 75\%$  (Cambardella et al. 1994).

Depois de analisar e ajustar os semivariogramas foi realizada a interpolação por krigagem ordinária, levando-se em conta os parâmetros do semivariograma (modelo ajustado, efeito pepita, alcance e patamar) determinados pela análise geoestatística, utilizando o programa computacional Gamma Design Software – GS+ (Robertson 1998).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise estatística gerada para os componentes da produtividade são apresentados na (Tabela 1) os quais possibilitam analisar valores discrepantes e a normalidade dos dados através dos valores de assimetria e curtose. Para a variável número de grãos por planta (NGP) obteve-se valor mínimo de 112,20 e máximo de 175,30 grãos/planta, demonstrando uma média de 141,50 grão/planta. Na variável número de legumes por planta (NLP) os valores encontrados variaram 47,70 a 68,80, obtendo-se uma média de 57,02 legumes/planta, já para variável produtividade (PROD) esses valores variaram de 3118 a 6130 kg ha<sup>-1</sup>, com uma produção média de 4442 kg ha<sup>-1</sup>.

Os valores obtidos pelo coeficiente de variação (CV) demonstram baixa dispersão dos dados analisados, variando de 8,43 a 13,32% para as variáveis NGP, NLP, e PROD. Os valores de desvio padrão (DP) foram de 12,11 para NGP, 4,80 para NLP e 519,72 para a PROD.

Tabela 1 - Estatística descritiva dos mapas dos componentes da produtividade: número de grãos por planta (NGP), número de legume por planta (NLP) e produtividade (PROD) (kg ha<sup>-1</sup>) da soja. Frederico Westphalen/RS.

VP	Mínimo	Média	Máximo	CV (%)	DP	Cs	Ck	W
NGP	112,20	141,50	175,30	8,56	12,11	0,18	0,19	0,99*
NLP	47,70	57,02	68,80	8,43	4,80	0,39	-0,22	0,98*
PROD	3118	4442	6130	13,32	591,72	0,41	0,13	0,98*

\* significativo em níveis de  $p < 0,05$ . Quando for significativo indica que a hipótese para distribuição normal é aceita. VP: Variável de produtividade; CV: Coeficiente de variação; DP: Desvio Padrão; Cs: Coeficiente de assimetria; Ck: Coeficiente de curtose; W: Teste de Shapiro-Wilk para distribuição normal.

Os mapas de rendimento apresentam distribuição normal dos dados, resultado do coeficiente de assimetria (Cs) e curtose (Ck) próximos a zero, sendo, respectivamente de 0,18 e 0,19 para o NGP, de 0,39 e -0,22 para NLP e de 0,41 e 0,13 para a PROD (Tabela 1). As variáveis observadas apresentam coeficiente de assimetria deslocado à direita ( $Cs > 0$ ), a NGP e PROD caracterizam-se como distribuição leptocúrtica ( $Ck < 0$ ), já para a NLP o coeficiente de curtose apresenta distribuição platicúrtica ( $Ck < 0$ ). Para Webster & Oliver (2007) resultados anormais resultam em estimativas instáveis dos pontos não amostrados interferindo na interpretação e elaboração dos mapas elaborados pela geoestatística.

Os dados de variabilidade espacial dos mapas para as variáveis da produtividade foram obtidos através da análise geoestatística (Tabela 2). De acordo com os resultados as variáveis apresentam uma estrutura de dependência espacial, possibilitando uma interpretação e projeção dos resultados em função as suas estruturas e variabilidades (Vieira 2000). A caracterização correta da variabilidade dos atributos e da dependência espacial é fundamental no processo, pois influenciam diretamente na análise estatística e nas estimativas pelo método de krigagem ordinária (Souza et al. 2010).

Tabela 2 - Análise geoestatística para os mapas dos componentes da produtividade: número de grãos por planta (NGP), número de legumes por planta (NLP) e produtividade (PROD) da soja. Frederico Westphalen/RS.

VP	C <sub>0</sub>	(C <sub>0</sub> +C <sub>1</sub> )	C <sub>1</sub>	A	Modelo	r <sup>2</sup>	DE	
							IDE	GDE
NGP	101,20	202,50	101,30	40	Gaussiano	0,81	49,9	Moderado
NLP	12,58	25,17	12,59	40	Esférico	0,62	49,9	Moderado
PROD	0,02	0,05	0,03	40	Linear	0,94	36,35	Moderado

VP= Variáveis de produtividade; C<sub>0</sub> = Efeito Pepita; (C<sub>0</sub>+C<sub>1</sub>) = Patamar; C<sub>1</sub>=Contribuição; A = Alcance; r<sup>2</sup>= Coeficiente de Determinação; DE= Dependência espacial <sup>(1)</sup>IDE: Índice de dependência espacial; <sup>(2)</sup>GDE: Grau de dependência espacial.

Os valores de alcance foram de 40 m para todas as variáveis analisadas, onde as mesmas demonstraram grau de dependência espacial moderado. De acordo com Kravchenko (2003) variogramas elaborados com dependência espacial moderada a forte geram mapas de krigagem com maior precisão em relação aos confeccionados com baixa dependência espacial, independente dos valores de CV, devido à baixa contribuição do componente aleatório na variabilidade dos dados.

De acordo com a Tabela 2 os valores de patamar foram de 0,05, 25,17 e 202,50 para PROD, NLP e NGP, respectivamente. Entretanto, os mesmos valores não foram observados nos semivariogramas (Figuras 2, 3 e 4) neste modelo o patamar é definido por inspeção, esses valores observados são provenientes do aumento linear em função da distância entre os pontos, portanto, não apresentando um patamar absoluto para as variáveis (Vieira 2000).

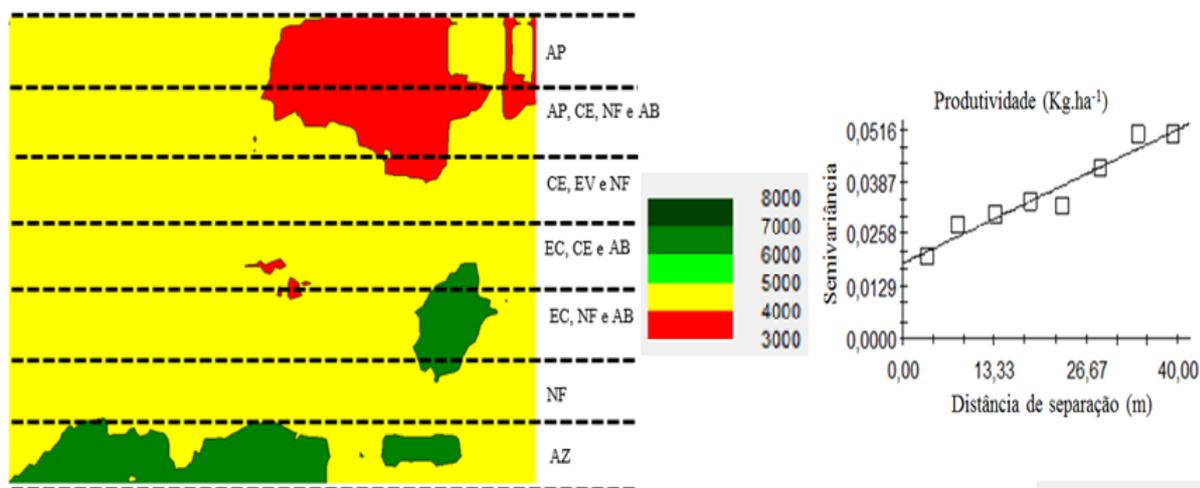
Na Figura 2 está representada a distribuição espacial da variável de produtividade (PROD) para os 7 tratamentos implantados. Observa-se que a produtividade demonstrou grande variação na zona produtiva, apresentando três escalas, variando de 3000 a 8000 kg.ha

<sup>1</sup>, porém na faixa que abrange o tratamento T7 (AZ) a coloração verde é expressiva na área, demonstrando maior produtividade, que pode estar relacionado com a quantidade de palha que a cultura da azevém deixou na área e a sua alta relação carbono/nitrogênio (C/N), fazendo com que os restos culturais dessa cultura permaneçam por mais tempo no solo, proporcionando maior disponibilidade hídrica para a cultura da soja.

Segundo Ziech et al. (2015) ao avaliar o potencial de plantas de cobertura de ciclo hibernal na proteção do solo, determinou maior valor da relação C/N no cultivo de azevém, aveia-preta e aveia + ervilhaca, essas plantas de cobertura promovem a permanência da metade dos resíduos vegetais produzidos na superfície do solo no decorrer do tempo, que promove a manutenção da palhada no sistema produtivo, além de favorecer o incremento da fertilidade do solo. A cultura do azevém também pode ter proporcionado ao sistema maior condicionamento de água, diminuindo perdas por evaporação, favorecendo o desenvolvimento da cultura em relação aos demais tratamentos.

A classe de produtividade em amarelo expressou homogeneidade de produção abrangendo todos os tratamentos implantados, demonstrando uma maior quantidade de valores de produtividade nesse ambiente, a qual demonstra uma área de fertilidade mais homogênea em relação às demais escalas produtivas.

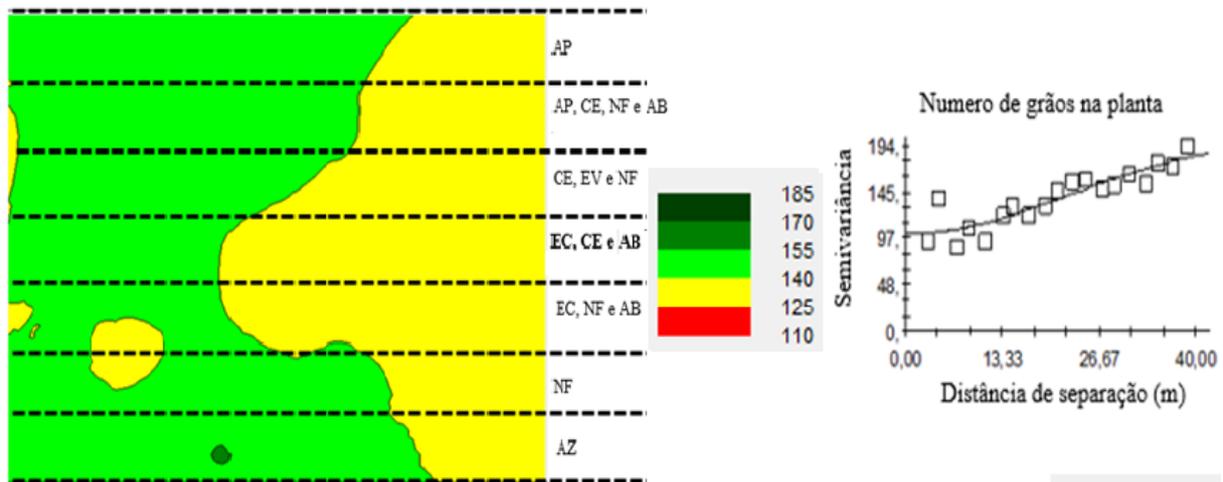
Figura 2 - Mapa interpolado por krigagem, seguido pelo semivariograma ajustado para a produtividade (PROD) da soja para aveia preta (AP), centeio (CE), nabo forrageiro (NF), aveia branca (AB), ervilha forrageira (EV), ervilhaca (EC) e azevém (AZ).



Os resultados da variável número de grãos por planta (NGP) estão expressos na Figura 3, na qual a área demonstrou uma tendência de 50% da variável na escala de 125 a 140 grãos por planta e 50 % na escala de 140 a 155 grãos por planta, caracterizando-se como zonas de produção intermediária. Essa variação ocorrida pode ser justificada pela variação dos atributos químicos do solo que sofrem interações pelo processo pedológico de formação do solo e manejo utilizado, ocasionados pela adubação e calagem adicionadas de maneira irregular (Carneiro et al. 2016).

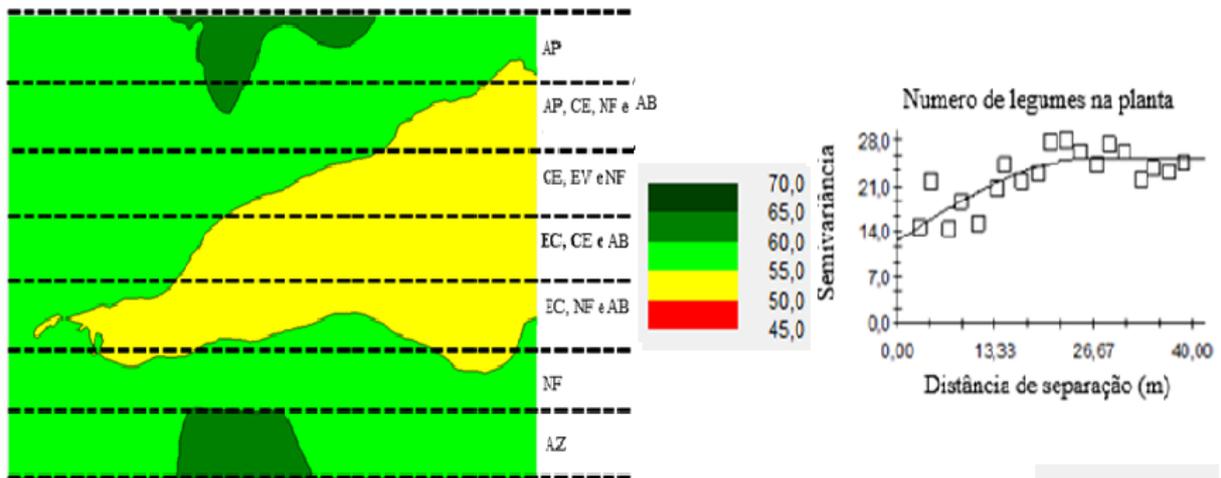
Outro fator que pode ter influenciado o maior número de grãos na zona de coloração verde é a disponibilidade hídrica e nutricional, visto que a área experimental apresenta declive na região da escala verde do mapa, proporcionando maior acúmulo de água e minerais nessas áreas em relação à parte superior, sendo intensificada pelas plantas de cobertura que auxiliam na conservação da umidade e da temperatura. Terrenos que apresentam variações no relevo demonstram maior acúmulo de argila e Capacidade de Troca de Cátions (CTC) na superfície inferior, devido a remoção dos componentes orgânicos e minerais da superfície mais elevada, a qual é depositada em posições mais estáveis do relevo (Arthur et al. 2014).

Figura 3 - Mapa interpolado por krigagem, seguido do semivariograma ajustado para o número de grãos por planta (NGP) para aveia preta (AP), centeio (CE), nabo forrageiro (NF), aveia branca (AB), ervilha forrageira (EV), ervilhaca (EC) e azevém (AZ).



Os resultados para número de legumes por planta (NLP) demonstraram que a área do experimento apresenta tendência de dominância para a escala de coloração verde com produção de 55 a 60 legumes por planta, indicando baixa variabilidade na área amostrada em relação às demais classes encontradas no mapa. Esses resultados ressaltam que as plantas de cobertura possibilitam um melhor aporte do solo, melhorando suas características e promovendo maior descompactação e disponibilidade hídrica para a cultura da soja, promovendo homogeneidade ao sistema, sendo que os diferentes consórcios apresentaram determinadas semelhanças nas características da cultura após o seu manejo.

Figura 4 - Mapa interpolado por krigagem, seguido do semivariograma ajustado para o número de legumes por planta (NLP) para aveia preta (AP), centeio (CE), nabo forrageiro (NF), aveia branca (AB), ervilha forrageira (EV), ervilhaca (EC) e azevém (AZ).



De acordo com trabalho realizado por Debiasi et al. (2010) as plantas de cobertura proporcionaram incremento da produtividade da soja e milho cultivados sob consórcio de aveia preta e aveia preta + ervilhaca, proveniente das melhores condições físicas da superfície do solo ocasionadas pelas plantas de cobertura. Nicoloso et al. (2008) também obteve maior produtividade da soja cultivada sob o consórcio de nabo + aveia em sistema de semeadura direta, além do aumento no solo da macroporosidade, infiltração da água e redução na resistência a penetração. Kader et al. (2019) determinou que a cobertura do solo com plantas mortas proporcionou o aumento do conteúdo sazonal de umidade e diminuiu as variações nas flutuações próxima a zona radicular, além de incrementar de 12 a 13% na produção de grãos da soja em relação ao solo desnudo.

## 5. CONCLUSÃO

O método geoestatístico e mapas temáticos elaborados por krigagem na análise de dados na cultura da soja mostrou-se eficiente, devido ao seu grau de dependência espacial que possibilitou o ajuste dos semivariogramas e a interpolação dos dados.

Os diferentes sistemas de plantas de cobertura podem interferir positivamente nos componentes da produtividade da soja, especialmente os com maior aporte de palhada, consequentemente, aumentando a produtividade.

## REFERÊNCIAS

- ARTUR, A.G., OLIVEIRA, D.P., COSTA, M.C.G., ROMERO, R.E., SILVA, M.V.C., FERREIRA, T.O.. (2014). *Variabilidade espacial dos atributos químicos do solo, associada ao microrrelevo*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 18(2), 141-149. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662014000200003>.
- CAMBARDELLA, C. A., MOORMAN, T. B., NOVAK, J. M., PARKIN, T. B., KARLEN, D. L., TURCO, R. F., KONOPKA, A. E. (1994). *Field scale variability of soil properties in central Iowa soils*. Soil science society of America journal, 58(5), 1501-1511. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj1994.03615995005800050033x>.
- CARNEIRO, J. S. S., DE FARIA, Á. J. G., FIDELIS, R. R., DA SILVA NETO, S. P., SANTOS, A. C., DA SILVA, R. R. *Diagnóstico da variabilidade espacial e manejo da fertilidade do solo no Cerrado*. Scientia Agraria, 17(3), 38-49, 2016. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/995/99549974005.pdf>>.
- CONAB. *Acompanhamento da safra brasileira de grãos*. v.7, n.4, p.1-104, 2020. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>. Acesso 02/05/2020>.
- CORÁ, J. E., ARAÚJO, A. V., PEREIRA, G. T., BERALDO, J. M. G. *Variabilidade espacial de atributos do solo para adoção do sistema de agricultura de precisão na cultura de cana-de-açúcar*. Revista Brasileira de Ciência do solo, 28(6), 1013-1021, 2004. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832004000600010&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832004000600010&script=sci_arttext&tlng=pt)>.
- DEBIASI, H., LEVIEN, R., TREIN, C. R., CONTE, O., KAMIMURA, K. M. *Produtividade de soja e milho após coberturas de inverno e descompactação mecânica do solo*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 45(6), 603-612, 2010. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2010000600010&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2010000600010&script=sci_arttext)>.

EMBRAPA, *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos*. 3 ed. Brasília, 2013. 353 p.

HARPER, H.; RYAN, D. PAST: *Pacote de software de estatísticas paleontológicas para educação e análise de dados*. Paleontologia Electronica. 9pp. 2001.

KADER, MA, NAKAMURA, K., SENGE, M., MOJID, MA, KAWASHIMA, S. *Regimes hidro-térmicos do solo e eficiência no uso da água da soja alimentada pela chuva (Glycine max), afetada por coberturas orgânicas*. Agricultural Water Management , 223 , 105707, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105707>.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

KRAVCHENKO, A.N. *Influence of spatial structure on accuracy of interpolation methods*. Soil Science Society of American Journal, v.67, p.1564-1571, 2003. Disponível em: <<https://dl.sciencesocieties.org/publications/sssaj/abstracts/67/5/1564>>.

MOTOMIYA, A. V. D. A., CORÁ, J. E., PEREIRA, G. T. *Uso da krigagem indicatriz na avaliação de indicadores de fertilidade do solo*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 30(3), 485-496, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832006000300010>.

NICOLOSO, R. D. S., AMADO, T. J. C., SCHNEIDER, S., LANZANOVA, M. E., GIRARDELLO, V. C., BRAGAGNOLO, J. *Eficiência da escarificação mecânica e biológica na melhoria dos atributos físicos de um Latossolo muito argiloso e no incremento do rendimento de soja*. Revista Brasileira de Ciência do solo, 32(4), 1723-1734, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000400037>.

ROBERTSON, G. P. *GS+ geostatistics for the environmental sciences: GS+ user's guide*. Plainwell: Gamma Design Software, 1998. 152p

RONTANI, F. A., SANTI, A. L., DA SILVA, D. R. O., SANTI, H. L., SCHMATZ, E. S. M., PAVELSKI, S., ... GERLACH, L. F. R. *Componentes de rendimento da soja produzidos em*

*diferentes sistemas de cultivo e apresentados por meio de “krigagem”*. Livro digital, 72.

Disponível em:

<[https://www.researchgate.net/profile/Telmo\\_Amado/publication/340628705\\_5\\_Congresso\\_Sul-mericano\\_de\\_Agricultura\\_de\\_Precisao\\_e\\_Maquinas\\_Precisas/links/5e95c589a6fdcca789157515/5-Congresso-Sul-Americano-de-Agricultura-de-Precisao-e-Maquinas-Precisas.pdf#page=731](https://www.researchgate.net/profile/Telmo_Amado/publication/340628705_5_Congresso_Sul-mericano_de_Agricultura_de_Precisao_e_Maquinas_Precisas/links/5e95c589a6fdcca789157515/5-Congresso-Sul-Americano-de-Agricultura-de-Precisao-e-Maquinas-Precisas.pdf#page=731)>.

SANTOS, H. P., FONTANELI, R. S., PIRES, J., LAMPERT, E. A., VARGAS, A. M., VERDI, A. C. (2014). *Rendimento de grãos e características agronômicas de soja em função de sistemas de rotação de culturas*. Embrapa Trigo-Artigo em periódico indexado (ALICE). Disponível em: <[https://www.scielo.br/pdf/brag/2014nahead/pt\\_aop\\_brag\\_0136.pdf](https://www.scielo.br/pdf/brag/2014nahead/pt_aop_brag_0136.pdf)>.

SOUZA, G. S., XAVIER, A. C., DA ROCHA, W. S. D. *Krigagem ordinária e inverso do quadrado da distância aplicados na espacialização de atributos químicos de um argissolo*. Scientia agraria, 11(1), 073-081, 2010. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/15939>>.

VALLADARES, G.S.; AZEVEDO, E.C.; CAMARGO, O.A.; GREGO, C.R.; RASTOLDO, A.M.C.S. *Variabilidade especial e disponibilidade de cobre e zinco em solos de vinhedo e adjacências*. Bragantia, v.68, 733-742, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052009000300021>.

VIEIRA, S. R. *Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo*. In: NOVAIS, R. F. et al. (Eds). *Tópicos em Ciência do Solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v.1, 352p. p. 1-54. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Sidney\\_Vieira/publication/313098532\\_Geoestatistica\\_em\\_estudos\\_de\\_variabilidade\\_espacial\\_do\\_solo\\_In\\_NOVAIS\\_R\\_F\\_et\\_al\\_Eds/links/5b87c6ef](https://www.researchgate.net/profile/Sidney_Vieira/publication/313098532_Geoestatistica_em_estudos_de_variabilidade_espacial_do_solo_In_NOVAIS_R_F_et_al_Eds/links/5b87c6ef)>

92851c1e123b80b2/Geoestatística-em-estudos-de-variabilidade-espacial-do-solo-In-NOVAIS-R-F-et-al-Eds.pdf>.

WEBSTER, R.; OLIVER, M. A. *Geostatistics for Environmental Scientists*. 2. ed. Chichester: John Wiley & Sons Ltd. 2007. 333p.

WILDING, L.P., DREES, L.R., *Spatial variability and pedology (1983) Pedogenesis and soil taxonomy I*, pp. 83-116.

ZIECH, A. R. D., CONCEIÇÃO, P. C., LUCHESE, A. V., BALIN, N. M., CANDIOTTO, G., GARMUS, T. G. *Proteção do solo por plantas de cobertura de ciclo hibernar na região Sul do Brasil*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 50(5), 374-382, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2015000500004>.