

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

ÍGOR ARAUJO MENEZES DE AVILA

**CORRELAÇÃO ESPACIAL ENTRE ATRIBUTOS DO SOLO E O BANCO DE
SEMENTES DE PLANTAS INFESTANTES**

**UBERLÂNDIA – MG
2019**

ÍGOR ARAUJO MENEZES DE AVILA

**CORRELAÇÃO ESPACIAL ENTRE ATRIBUTOS DO SOLO E O BANCO DE
SEMENTES DE PLANTAS INFESTANTES**

Trabalho apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Eng. Agrônomo pelo Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia.

Orientador: Dr. Prof. Sandro Manuel C. Hurtado

ÍGOR ARAUJO MENEZES DE AVILA

**CORRELAÇÃO ESPACIAL ENTRE ATRIBUTOS DO SOLO E O BANCO DE
SEMENTES DE PLANTAS INFESTANTES**

Trabalho apresentado como requisito parcial
para a obtenção do título de Eng. Agrônomo
pelo Instituto de Ciências Agrárias da
Universidade Federal de Uberlândia

A banca examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso, em sessão pública realizada em
Uberlândia/MG no dia 12 de dezembro de 2019, considerou o
candidato: _____

Dr. Prof. Sandro Manuel Carmelino Hurtado
UFU

Ma. Gabriella de Freitas Alves
UFU

Thomaz Lemos Olivieri Rodrigues Alves
CEO Sensix Ag

Uberlândia – MG, 12 de dezembro de 2019

*Dedico este trabalho aos meus pais, minha irmã e
minha namorada que tanto contribuíram para
minha formação acadêmica, profissional e pessoal.*

AGRADECIMENTOS

O processo de pesquisa nem sempre é fácil, é preciso ter pessoas ao nosso lado que estão dispostas a nos ajudar nos momentos mais difíceis e com as quais também sempre poderemos contar nos momentos de alegria.

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida. Aos meus pais, Mauro e Flávia que sempre me apoiaram ao longo da minha caminhada. Minha irmã Isadora pelos conselhos e companhia diária. A minha namorada Marley pelo companheirismo e dedicação.

Agradeço também a todos os meus professores pelos ensinamentos, em especial meu orientador, pela disposição e perseverança, sempre acreditando em um ensino superior de qualidade, capaz de transformar vidas.

Aos meus colegas de faculdade agradeço pelos momentos únicos que serão sempre presentes em minha memória. Aos companheiros do Programa de Educação Tutorial (PET-UFU), além de todo o aprendizado, agradeço pela oportunidade de ser um agente ativo na pesquisa, ensino e extensão. Ao Grupo de Estudos em Agricultura de Precisão (GEAP-UFU) agradeço pela dedicação a pesquisa, aos inúmeros fins de semana, madrugadas, momentos de trabalho e de lazer que, com muita dedicação e paixão, nos permitem contribuir com o desenvolvimento científico brasileiro.

Me veem a cabeça incontáveis amigos, colegas e parceiros que tanto contribuíram para essa pesquisa que seria injusto citar apenas alguns, portanto meus sinceros agradecimentos a todos que de uma forma ou de outra contribuíram para que essa pesquisa se concretizasse.

*“É melhor ser rei do teu silêncio do que escravo de
tuas palavras.” (William Shakespeare)*

RESUMO

O potencial produtivo das culturas é afetado pela competição por plantas infestantes e o seu controle cria dependência no uso de herbicidas, com conseqüente impacto ao solo. Conhecer o comportamento espacial das espécies infestantes é alternativa viável para o aumento do lucro das lavouras. O presente trabalho teve por objetivo identificar o comportamento espacial nos atributos físicos e químicos do solo e no banco de sementes de plantas infestantes, de maneira que, ao correlacioná-los possa-se encontrar padrões que auxiliem no manejo das áreas agrícolas. O estudo foi realizado em área pertencente à Universidade Federal de Uberlândia-MG, em área cultivada com soja em plantio direto. A partir de amostragens georreferenciadas foi realizada avaliação química e física do solo e determinação do banco de sementes de plantas infestantes. Foi mensurado o número de plantas infestantes em ambiente controlado, separando as espécies emergidas em Folha Estreita, Folha Larga e as 4 espécies com maior número de indivíduos emergidos. Os dados foram avaliados pela estatística descritiva e geoestatística, para ajuste de semivariogramas, interpolação por krigagem e obtenção de mapas de distribuição espacial. Os valores de média, coeficiente de variação (CV), assimetria, curtose, e as correlações lineares significativas indicam comportamento espacial agregado dos dados. Tal comportamento foi verificado pela dependência espacial observada para os atributos com correlação linear significativa entre eles. Os semivariogramas apresentaram alcance variando entre 150 m a 300 m. A partir dos mapas verifica-se duas regiões distintas para o banco de sementes de plantas infestantes de folha estreita e larga. Para ambas situações houve contribuição dos atributos do solo nos níveis de infestação, o que possibilita o direcionamento no ajuste de doses herbicidas para redução de custos e impacto ambiental. A partir dos dados conclui-se que há dependência espacial para atributos químicos e físicos de solo, e a sua distribuição espacial está relacionada ao comportamento espacial do banco de sementes de plantas infestantes.

Palavras-chave: Agricultura de precisão, Fertilidade do solo, Variabilidade espacial.

ABSTRACT

The crop yield potential is affected by the crop-weed competition and their control create a dependence on herbicide use who brings, as consequence, soil impacts. Knowing the weed's spatial distribution on the field is a feasible alternative for improving the crop yield. The goal of this paper is the identification of the spatial variability on physical and chemical attributes on soil as well as the weed's seedbank so that, when correlated, may find standards to help on field management. The experiment was realized on Uberlandia Federal University premises at soybean no-till area. Using georeferenced soil samples, we analyzed the physical and chemical attributes as well as the weed's seedbank. The weed population on controlled environment was quantify, sorting out broadleaf, grassy weeds and the four species with the largest number of emerged individuals. The obtained data were analyzed by descriptive statistic and geostatistics for a semivariogram modeling, interpolation by the kriging methodology and the spatial variability maps achievement. The average value, coefficient of variation (CV), asymmetry, kurtosis coefficient and the significant linear correlations interfered on data spatial variability which we concluded by the spatial dependences on the attributes that had a linear correlation between them. The semivariograms presented varied range between 150 e 300 meters. Using the maps, we could see two different regions for the broadleaf and grassy weeds seedbank. For both situations there was influence by the soil attributes on infestation level, which makes it possible to target the herbicide management reducing costs and the environmental impact. From the analyzed data we conclude that there is a spatial dependence for the physical and chemical soil attributes and their spatial distribution is related to the weed seedbank spatial variability.

Key-words: Precision Agriculture, Soil fertility, Spatial variability.

LISTA DE IMAGENS

Figura 1 – Mapas interpolados por krigagem para os atributos A: Folha Estreita (plantas/bandeja) e B: areia (g/kg).

Figura 2 – Mapas interpolados por krigagem para os atributos A: folha larga (plantas/bandeja), B: magnésio ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$).

Figura 3 – Mapa interpolado por krigagem para o atributo A: cálcio ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$) e mapa interpolado pelo inverso do quadrado da distância para B: saturação por bases (%).

Figura 4 – Mapas interpolados por krigagem para os atributos A: *Amaranthus* (plantas/bandeja) e mapa interpolado pelo inverso do quadrado da distância B: *Commelina* (plantas/bandeja).

Figura 5 – Mapas interpolados por krigagem para os atributos A: *Portulaca* (plantas/bandeja), B: *Eleusine* (plantas/bandeja), C: MO (dag/kg).

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análises estatísticas descritivas para os dados de banco de sementes de plantas infestantes e atributos químicos e físicos do solo. Uberlândia, 2018.

Tabela 2 – Análises geoestatísticas para os dados de banco de sementes de plantas infestantes e atributos químicos e físicos do solo. Uberlândia. 2018.

LISTA DE ABREVIATURAS E DE SIGLAS

a alcance prático (m)

AP Agricultura de precisão

C₀+C patamar

Ca Cálcio

Co efeito pepita

CONAB Companhia Nacional de Abastecimento

CV Coeficiente de variação

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa

EPP Efeito pepita puro

FE Folha estreita

FL Folha larga

GDE Grau de dependência espacial

IMEA Instituto Matogrossense de Economia Agropecuária

m% Saturação por alumínio

Mg Magnésio

MO Matéria Orgânica

V% Saturação por bases

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
CONCLUSÃO.....	19
REFERÊNCIAS.....	20

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é reconhecido pelo seu potencial agrícola, com destaque para a soja (*Glycine max* (L.) Merrill.) com patamares produtivos de 120 milhões de toneladas por ano.

No entanto, o potencial genético pode ser reduzido por fatores bióticos e abióticos como a competição por plantas infestantes (Vasconcelos et al., 2012), alterando a morfo-fisiologia das plantas cultivadas (Lamego et al., 2005), além da geração de custos adicionais pelo controle. Silva et al. (2009) observaram redução no acúmulo de massa seca e alteração no índice de área foliar da soja. Formigheiri et al. (2018) evidenciaram queda no vigor e germinação de sementes de soja ao estudar a influência da alelopatia por *Ambrosia artemisiifolia*.

De acordo com o IMEA (2018), o controle químico de plantas infestantes significou 4% do custo total por hectare de produção de soja em 2017. Nesse sentido, a contaminação dos cursos de água por agroquímicos é uma preocupação constante aos ecossistemas (Uri et al., 1998; Holland, 2004), onde o efeito residual dos químicos impacta o sistema solo. Em área de solo com textura média, Silva et al. (2011) observaram fitotoxidez e redução da biomassa na cultura da soja provocada pelo efeito residual de herbicidas aplicados prévios a instalação da cultura.

De acordo com Barroso et al. (2004) redução do impacto negativo pelo uso de herbicidas é obtido ao direcionar as aplicações em áreas específicas de ataque por infestantes, como pelo ajuste da taxa de aplicação do herbicida. É necessário aqui conhecimento sobre a distribuição espacial das espécies infestantes, identificando a sua flora emergida ou banco de sementes (Monquero et al., 2008; Izquierdo et al., 2009). Estimativa qualitativa e quantitativa do banco de sementes é obtida mediante a germinação direta das amostras no solo ou pela extração física das sementes associada a ensaios de viabilidade (Luschei et al., 1998; Monquero; Christoffoletti, 2005).

Por sua vez, o solo é alvo das aplicações químicas e apresenta heterogeneidade e distribuição espacial nos seus atributos físicos e químicos (Vieira, 2000). Recebe influência dos sistemas de manejo e uso do solo (Soares et al., 2011) e interfere no desenvolvimento das plantas, como reportado por Shiratsuchi et al. (2005), na alta correlação entre os atributos pH, Ca, V% e m% e o banco de sementes de plantas infestantes. Reconhecer o comportamento espacial dos atributos de solo e plantas infestantes (Clay et al., 1999; Jurado-Expósito, 2003; Schaffrath et al., 2007; Chiba et al., 2010) é alternativa viável na redução dos custos de produção, ao direcionar as aplicações de defensivos nas manchas ou reboleiras, como pela

menor necessidade de confeccionar mapas em função da estabilidade espacial e temporal da infestação (Barroso et al., 2006; Longchamps et al., 2012).

O presente trabalho teve por objetivo identificar o comportamento espacial dos atributos físicos e químicos do solo e do banco de sementes de plantas infestantes, de maneira que, ao correlacioná-los possa-se encontrar padrões que auxiliem no manejo das áreas agrícolas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na fazenda experimental Capim Branco (18°53' S e 48°20' W), localizada no município de Uberlândia/MG, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia. O talhão experimental, de 25 hectares, apresenta solo classificado como Latossolo Vermelho (EMBRAPA, 2006), relevo suave ondulado e clima tipo Aw, de acordo com a classificação de Köppen. A área de estudo destina-se ao cultivo de soja em plantio direto desde 2012, em sucessão ao milho ou sorgo.

A avaliação dos atributos químicos (Teixeira et al., 2017) e físicos do solo (Camargo et al., 2009) foi realizada a partir da amostragem de solo georreferenciada, na profundidade de 0 a 0,2 m, seguindo uma grade amostral densa e sistematicamente aleatorizada de 2 pontos por hectare, com pontos espaçados em média 75 m. Para cada um dos 50 pontos da grade foram retiradas, aleatoriamente e com auxílio de um trado calador, 10 subamostras simples para compor uma amostra composta.

Para determinação do banco de sementes de plantas infestantes foram coletadas 3 subamostras simples de solo para compor amostras compostas para os mesmos 50 pontos amostrais e profundidade 0 a 0,2 m. Com o intuito de representar melhor o banco de sementes objeto da pesquisa, o solo amostrado não foi passado em peneira. Após coleta, o solo foi disposto em ambiente controlado em casa de vegetação, em bandejas de isopor com volume de 1,43 dm³. A umidade foi monitorada mediante irrigações diárias visando oferecer condições necessárias à germinação e emergência das sementes. Foram feitas duas avaliações por semana, por um período de 14 semanas (Monquero; Christffoleti, 2005), separando as espécies germinadas em Folha Estreita (FE) e Folha Larga (FL), uma classificação simples, geralmente utilizada por produtores no manejo das lavouras. Além disso foram escolhidas as quatro espécies com maior porcentagem de indivíduos, sendo elas *Eleusine indica*, *Amaranthus deflexus*, *Commelina benghalensis* e *Portulaca oleracea*.

Os dados foram avaliados de forma descritiva para obtenção de valores de média, mínimo, máximo e coeficientes de variação (CV), assimetria e curtose, com uso do software Microsoft Excel® e o coeficiente de correlação utilizado foi o de Pearson, pelo Statistica (STATSOFT, 2004). A análise geoestatística, realizada com auxílio do programa GS+ (Robertson, 1998) e Surfer (Golden Software, 1999), permitiu o ajuste de modelos à semivariogramas experimentais (Vieira 2000) e interpolação por krigagem para obtenção de mapas de distribuição espacial.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Há predominância do banco de sementes de folhas estreitas sobre o de folhas largas (Tabela 1). Os valores de média de plantas infestantes de folha estreita (8,2) e folha larga (5,6), afastados dos valores máximos para ambas avaliações (47,0 e 55,0, respectivamente), bem como a avaliação de cada espécie dominante, permitem inferir na possível presença de comportamento espacial agregado para plantas infestantes (Tabela 1). A informação pode ser corroborada, ainda, a partir dos altos valores de CV% (Warrick e Nielsen, 1980) e de assimetria e curtose encontrados para ambas espécies vegetais (Tabela 1). Esses dados caracterizam dados provenientes de contagens, onde os valores médios não representam adequadamente a população amostral (Chiba et al., 2010). Na prática, o comportamento pode indicar a existência de manchas ou reboleiras (Shiratsuchi et al., 2005), independente ao sistema de preparo – plantio direto ou convencional (Schaffrath et al., 2007). Para os atributos de solo Ca, Mg e areia, o CV% foi considerado médio ($12 < CV\% < 62$) ou próximo do valor médio (V%). Para os dados de folha estreita, as correlações com os atributos de solo estudados permitiram evidenciar valor significativo e negativo para o atributo areia ($r = -0,32$). Correlação significativa foi obtida também entre as infestantes de folha larga e os atributos cálcio ($r = 0,39$), magnésio ($r = 0,51$) e saturação por bases ($r = 0,38$).

Tabela 1. Análises estatísticas descritivas para os dados de banco de sementes de plantas infestantes e atributos químicos e físicos do solo. Uberlândia, 2018.

Atributo	Mínimo	Máximo	Média	CV ² %	Coeficiente de	
					Assimetria	Curtose
<i>Eleusine</i>	0,00	47	7,76	110,47	2,26	7,78
<i>Amaranthus</i>	0,00	52	1,06	693,62	7,06	49,96
<i>Commelina</i>	0,00	4,00	1,00	111,66	0,94	-0,05
<i>Portulaca</i>	0,00	11,00	1,88	125,16	1,94	4,19
FE (plantas/vaso)	0,00	47,00	8,20	103,48	2,25	7,79
FL (plantas/vaso)	0,00	55,00	5,66	144,18	4,84	28,08
Ca (cmol _c /dm ³)	1,90	5,00	3,32	18,56	0,11	0,55
Mg (cmol _c /dm ³)	0,40	1,70	0,82	26,83	1,35	1,30
V ¹ (%)	37,95	67,31	51,60	11,67	0,14	0,37
Areia (g/kg)	347,00	710,00	531,92	17,52	0,24	-0,95
MO (dag/kg)	1,70	2,80	2,34	10,47	-0,92	0,79

¹V(%): saturação por bases; ²CV%: coeficiente de variação.

Tabela 2. Análises geoestatísticas para os dados de banco de sementes de plantas infestantes e atributos químicos e físicos do solo. Uberlândia. 2018.

Atributo	Modelo	C ₀ ²	C ₀ +C ³	a (m) ⁴	GDE ⁵	r ²
<i>Eleusine</i>	Esférico	35,00	63,00	200,00	Moderado	0,37
<i>Amaranthus</i>	Esférico	25,00	67,00	250,00	Moderado	0,51
<i>Commelina</i>	EPP ¹	1,18	-	-	-	-
<i>Portulaca</i>	Gaussiano	3,80	6,80	300,00	Moderado	0,60
FE (plantas/ vaso)	Gaussiano	30,00	55,00	150,00	Moderado	0,36
FL (plantas/ vaso)	Esférico	11,00	18,00	200,00	Moderado	0,40
Ca (cmol _c /dm ³)	Esférico	0,15	0,40	280,00	Moderado	0,21
Mg (cmol _c /dm ³)	Exponencial	0,034	0,054	250	Moderado	0,16
V (%)	EPP ¹	35,00	-	-	-	-
Areia (g/kg)	Esférico	150	730	200,00	Forte	0,54
MO (dag/kg)	Esférico	0,00	0,04	200,00	Forte	0,64

¹EPP: efeito pepita puro; ²C₀: efeito pepita; ³C₀+C: patamar; ⁴a: alcance prático (m); ⁵GDE: grau de dependência espacial (C₀/C₀+C)*100; r²: coeficiente de determinação.

Dependência espacial foi verificada para os atributos com presença de correlação linear, à exceção da V% e *Commelina* (Tabela 2). Para esses atributos os semivariogramas foram melhor ajustados a modelos exponencial, gaussiano e esférico. O parâmetro alcance permitiu observar valores entre 150 m e 300 m, na prática esses valores indicam a distância dentro da qual as amostras apresentam-se correlacionadas espacialmente. O GDE (Cambardella et al., 1994), classificado de moderado a forte, denota um bom levantamento de dados.

A partir dos mapas interpolados (Figuras 1, 2 e 3) verifica-se um comportamento agregado (Shiratsuchi et al., 2005; Schaffrath et al., 2007), corroborando as informações observadas a partir da estatística descritiva e da geoestatística (Tabela 1 e 2). Os mapas do banco de sementes de folha estreita e do atributo areia corroboram a correlação negativa existente entre eles (Figura 1).

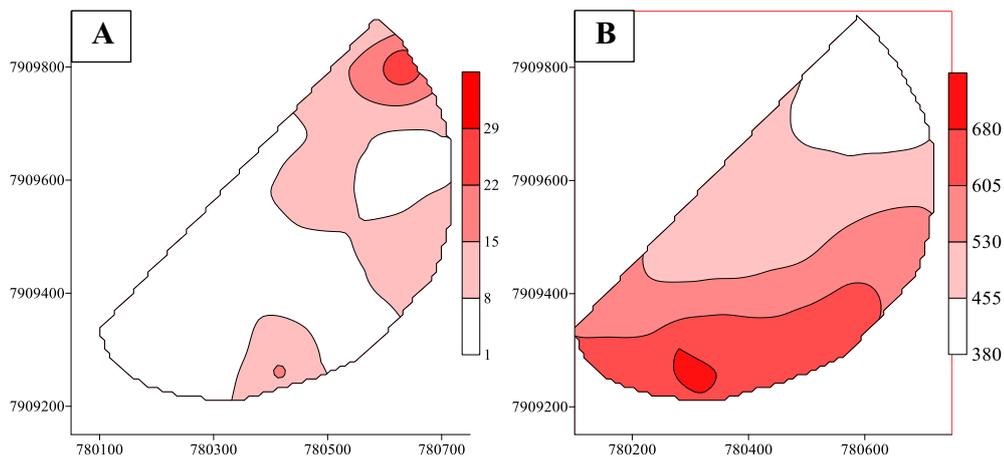


Figura 1. Mapas interpolados por krigagem para os atributos A: Folha Estreita (plantas/bandeja) e B: areia (g/kg).

No manejo a campo, essa informação acende uma alerta para o uso de produtos em dose fixa, considerando muitas vezes a maior dose de bula. De acordo com os dados, doses menores podem ser aplicadas em áreas de textura mais arenosa, como a da região inferior do talhão (Figura 1B), ao serem estas áreas propensas à maior lixiviação e disponibilidade de herbicidas (Procópio et al., 2001). Além da possibilidade de se gerar economia de produto, pode-se contribuir com a redução de possíveis contaminações, sobretudo em talhões de produção sob irrigação (Firmino et al., 2008).

A partir dos mapas krigados para o banco de sementes de plantas infestantes de folha estreita e larga (Figura 1A e 2A, respectivamente) é possível distinguir duas zonas distintas de infestação. Na prática, os sistemas de correção de sinal por satélite empregados em atividades

agrícolas podem direcionar a informação de posicionamento das manchas para aferir a quantidade de ingrediente ativo necessário a cada situação (Loghavi; Mackvandi, 2008). Isto, em consonância com a informação de textura do solo permite, por sua vez, aprimorar o gerenciamento da lavoura (Molin et al., 2015).

De acordo com os mapas, a distribuição espacial das reboleiras do banco de sementes de plantas infestantes de folha larga está relacionada a distribuição espacial dos atributos de fertilidade do solo Ca, Mg e V% (Figuras 2A, 2B, 3A e 3B, respectivamente).

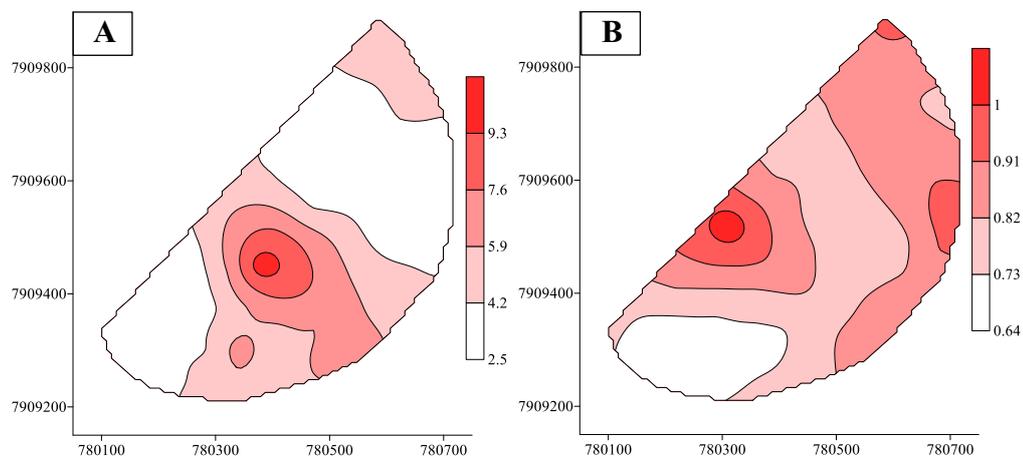


Figura 2. Mapas interpolados por krigagem para os atributos A: folha larga (plantas/bandeja), B: Mg ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$).

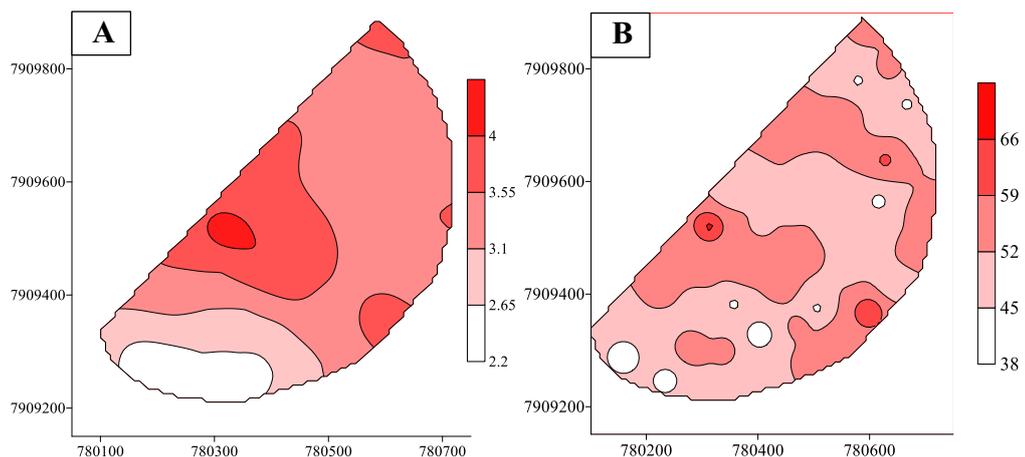


Figura 3. Mapa interpolado por krigagem para o atributo A: Ca ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$) e B: saturação por bases (%), interpolado pelo inverso do quadrado da distância.

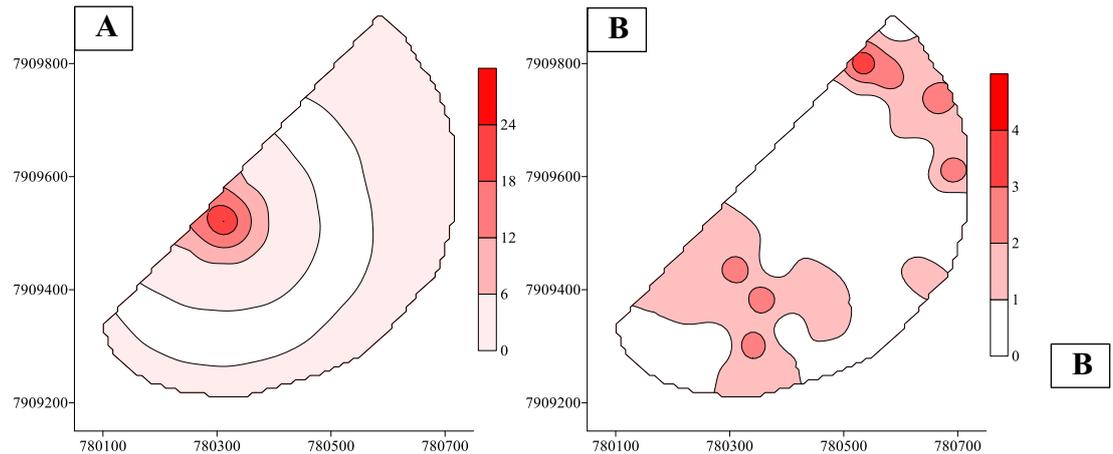


Figura 4. Mapas interpolados por krigagem para os atributos A: *Amaranthus* (plantas/bandeja) e B: *Commelina* (plantas/bandeja), interpolado pelo inverso do quadrado da distância.

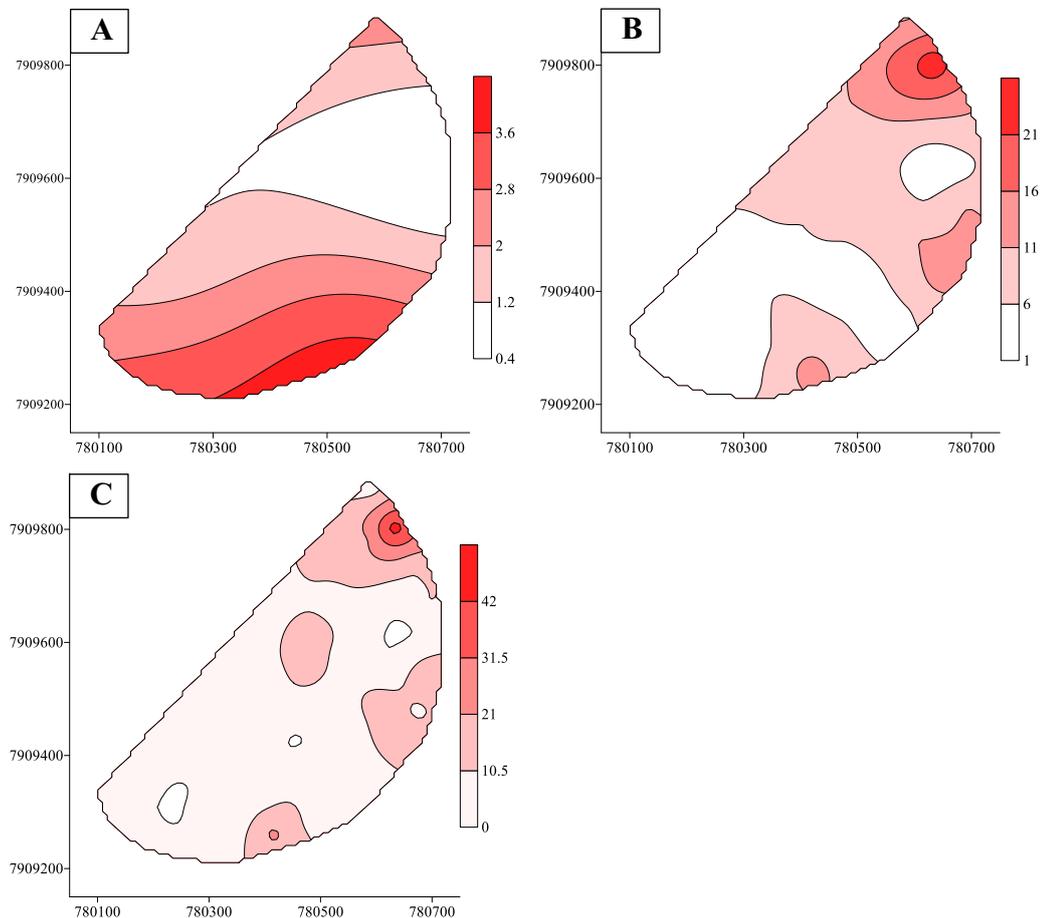


Figura 5. Mapas interpolados por krigagem para os atributos A: *Portulaca* (plantas/bandeja), B: *Eleusine* (plantas/bandeja), C: MO (dag/kg).

Podemos observa que solos mais pesados e férteis contribuem para a maior predominância ou infestação de espécies vegetais infestantes de folha estreita e larga.

Quanto as espécies que apresentaram maior número de indivíduos emergidos, *Eleusine indica* apresentou correlação negativa significativa ($r = -0,34$) com o atributo areia (Figura 1B e 5C), *Amaranthus deflexus* apresentou correlação significativa com pH ($r = 0,32$), Ca ($r = 0,38$), Mg ($r = 0,57$), V% ($r = 0,38$) (Figuras 3A e 3B, 4A, 2A), *Commelina benghalensis* não obteve correlação com nenhum dos atributos analisados a 5% de significância (Figura 4B) e *Portulaca oleracea* apresentou correlação com os atributos MO ($r = -0,34$), Areia ($r = 0,33$) e Silte ($r = -0,29$) (Figura 1B, 5A e 5C).

De modo geral, os resultados diferem dos encontrados por Shiratsuchi et al., 2005, o que pode ser justificado pela dinâmica do ambiente que é fator determinante nessas correlações, ou seja, cada área deve ter suas peculiaridades compreendidas para, então, tomarmos uma decisão mais assertiva. Além disso, as espécies com maior número de indivíduos apresentaram forte correlação com o banco de sementes de FE e FL, o que era esperado, por serem mais representativas dentro daquele grupo e, com isso, podemos afirmar que elas também apresentam comportamento espacial semelhante.

Considerando o maior volume de informação existente sobre os talhões, torna-se possível a definição de zonas homogêneas ou unidades de gestão diferenciada (Clay et al., 1999; Molin et al., 2015), o que permite a tomada de decisão no ajuste de doses de herbicidas visando a redução de custos e do impacto ambiental.

CONCLUSÃO

Há dependência espacial para atributos químicos e físicos de solo, e a sua distribuição espacial está relacionada ao comportamento espacial do banco de sementes de plantas infestantes.

REFERÊNCIAS

- BARROSO, J. et al. Spatial stability of *Avena sterilis* ssp. *ludoviciana* populations under annual applications of low rates of imazamethabenz. **Weed Res.**, v. 44, n. 3, p. 178-186, 2004.
- BARROSO, J. et al. Dispersal of *Avena fatua* and *Avena sterilis* patches by natural dissemination, soil tillage and combine harvesters. **Weed Res.**, v. 46, n. 2, p. 118-128, 2006.
- CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. **Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agronômico de Campinas**. Campinas: Instituto Agronômico, 2009. 77 p.
- CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; et al. Field-scale variability of soil properties in central lowa soils. *Soil Science Society of America Journal*, v. 58, n. 5, p. 1501-1511, 1994.
- CHIBA, M.K.; GUEDES FILHO, O.; VIEIRA, S.R. Variabilidade espacial e temporal de plantas daninhas em Latossolo Vermelho argiloso sob semeadura direta. **Acta Scientiarum-Agronomy**. Maringá, v. 32, n. 4, p. 735-742, 2010.
- CLAY, S.A.; LEMS, G.J.; CLAY, D.E.; et al. Sampling Weed Spatial Variability on a Fieldwide Scale. **Weed Science**. v. 47, n. 6, p. 674-681, 1999.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Brasil). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. 4. ed. Brasília: Conab, 2019. 6 v. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 21 jan. 2019.
- EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: um programa para análise e ensino de estatística. **Revista Symposium**, 6:36-41, 2008.
- FIRMINO, L.E.; TUFFI SANTOS, L.D.; FERREIRA, L.R.; et al. Movimento do herbicida imazapyr no perfil de solos tropicais. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 223-230, 2008.
- FORMIGHEIRI, F.B. et al. Alelopatia de *Ambrosia artemisiifolia* na germinação e no crescimento de plântulas de milho e soja. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 3, p.729-739, 2018.
- GOLDEN SOFTWARE. **Surfer plotting software information brochure**. [S.l.]: Golden Software, 1999. 619p.
- HOLLAND, J. M. The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 103, p.1-25, 2004.

INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUARIA (Brasil). **Boletim semanal da soja**. Cuibá, 2019. 535 v. Disponível em: <<http://www.imea.com.br/imea-site/relatorios-mercado-detalhe?c=4&s=2>>. Acesso em: 21 jan. 2019.

IZQUIERDO, J. et al. Spatial distribution of weed diversity within a cereal field. **Agron. Sustainable Develop.**, v. 29, n. 3, p. 491-496, 2009.

JURADO-EXPÓSITO, M.; LÓPEZ-GRANADOS, F.; GARCÍA-TORRES, L.; et al.. Multi-species weed spatial variability and site-specific management maps in cultivated sunflower. **Weed Science**, v. 51, n. 3, p. 319-328, 2003.

LAMEGO, F. P. et al. Tolerância a interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por cultivares de soja – I. Resposta de variáveis de crescimento. **Planta Daninha**, v. 23, n. 3, p. 405-414, 2005.

LONGCHAMPS, L et al. Could weed sensing in corn interrows result in efficient weed control? **Weed Technol.**, v. 26, n. 4, p. 649-656, 2012.

LOGHAVI, M.; MACKVANDI, B.B. Development of a target oriented weed control system. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 63, n. 2, p. 112-118, 2008.

LUSCHEI, E.C.; BUHLER, D.D.; DEKKER, J.H. Effect of separating giant foxtail (*Setaria faberi*) seeds from soil using potassium carbonate and centrifugation on viability and germination. **Weed Science**, Champaign, v.46, n.5, p.545-548, 1998

MOLIN, J.P.; AMARAL, L.R.; COLAÇO, A.F. **Agricultura de Precisão. 1. ed.** São Paulo: Oficina de Textos, 2015. v. 1. 238p.

MONQUERO, P.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J. **Banco de sementes de plantas daninhas e herbicidas como fator de seleção**. Bragantia, Campinas, v. 64, n. 2, p.203-209, 2005.

MONQUERO, P.A. et al. Mapas de infestação de plantas daninhas em diferentes sistemas de colheita da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa-mg, v. 26, p.47-55, 2008.

PROCÓPIO, S.O.; SILVA; SANTOS, J.B.; et al.. Efeito da irrigação inicial na profundidade de lixiviação do herbicida s-metolachlor em diferentes tipos de solos. **Planta Daninha**, v. 19, n. 3, p. 409-417, 2001.

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

TEIXEIRA, P.C; et al. **Manual de métodos de análise de solo. 3.ed.** rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2017.

SCHAFFRATH, V.; TORMENA, C.A.; GONÇALVES, A.C.A.; et al. **Variabilidade espacial de plantas daninhas em dois sistemas de manejo de solo**. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.11, n.1, p.53–60, 2007.

SILVA, A. F. et al. Interferência de plantas daninhas em diferentes densidades no crescimento da soja. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 1, p.75-84, 2009.

SILVA, F. M. L. et al. Atividade residual de 2,4-D sobre a emergência de soja em solos com texturas distintas. **Revista Brasileira de Herbicidas, Londrina**, v. 10, n. 1, p. 29-36, 2011.

SHIRATSUCHI, L. S.; FONTES, J.R.A.; RESENDE, A.V.. Correlação da distribuição espacial do banco de sementes de plantas daninhas com a fertilidade dos solos. **Planta Daninha**, v.23, n.3, p.429-436, set. 2005.

SOARES, M. B. B. et al. Fitossociologia de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo de solo em áreas de reforma de cana crua. **Agroambiente**, v. 5, n. 3, p. 173-181, 2011.

STATSOFT, INC. **Programa computacional Statistica 7.0**. E.A.U. 2004

URI, N. D.; ATWOOD, J. D.; SANABRIA, J. The environmental benefits and costs of conservation tillage. **Science of the Total Environment**, v. 216, n. 1/2, p. 13-32, 1998.

VASCONCELOS, M. C. C.; SILVA, A. F. A.; LIMA, R. S. **Interferência de plantas daninhas sobre plantas cultivadas**. Agropec. Cient. Semi-Árido, v. 8, n. 1, p. 1-6, 2012.

VIEIRA, S.R. **Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo**. In: NOVAIS, R.F. de.; ALVAREZ, V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R. Ed. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, SBCS, 2000. p.1-54.

WARRICK, A.W.; NIELSEN, D.R. **Spatial variability of soil physical properties in the field**. In: Hillel, D. (ed). Applications of soil physics. New York: Academic, 1980. cap. 2, p.319-344.