

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 27/08/2020.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**MODELOS E PARÂMETROS DOS VARIOGRAMAS EM
DIFERENTES COMPARTIMENTOS DA PEDODIVERSIDADE:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM META-ANÁLISE**

Yasmin Sampaio Muniz

Engenheira Agrônoma

2020

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**MODELOS E PARÂMETROS DOS VARIOGRAMAS EM
DIFERENTES COMPARTIMENTOS DA PEDODIVERSIDADE:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM META-ANÁLISE**

Yasmin Sampaio Muniz

Orientador: Prof. Dr. Gener Tadeu Pereira

Coorientador: Prof. Dr. Daniel De Bortoli Teixeira

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de mestre em Agronomia (Ciência do Solo).

2020

M966m Muniz, Yasmin Sampaio
Modelos e parâmetros dos variogramas em diferentes
compartimentos da pedodiversidade: uma revisão sistemática com
meta-análise / Yasmin Sampaio Muniz. -- Jaboticabal, 2020
63 p. : il., tabs., mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: Gener Tadeu Pereira
Coorientador: Daniel De Bortoli Teixeira

1. Atributos do solo. 2. Geoestatística. 3. Pedometria. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: MODELOS E PARÂMETROS DOS VARIOGRAMAS EM DIFERENTES COMPARTIMENTOS DA PEDODIVERSIDADE: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM META-ANÁLISE

AUTORA: YASMIN SAMPAIO MUNIZ

ORIENTADOR: GENER TADEU PEREIRA

COORIENTADOR: DANIEL DE BORTOLI TEIXEIRA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA (CIÊNCIA DO SOLO), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. GENER TADEU PEREIRA
Departamento de Ciências Exatas / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Prof. Dr. MARCÍLIO VIEIRA MARTINS FILHO
Departamento de Solos e Adubos / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Prof. Dr. ZIGOMAR MENEZES DE SOUZA
Departamento de Água e Solo / Universidade Estadual de Campinas - Campinas/SP

Jaboticabal, 27 de fevereiro de 2020

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

Yasmin Sampaio Muniz- Filha de Silvio Romero Silva Muniz e Iara Sampaio Guia, nasceu em Anajatuba, Maranhão, no dia 11 de novembro de 1993. cursou Engenharia Agrônoma na Universidade Estadual do Maranhão- UEMA, Campus Paulo VI, em São Luís, de 2012 a 2017. Foi monitora das disciplinas de Bioquímica (2013 e 2014), Agricultura Geral (2016) e Fertilidade do solo (2017). Bolsista de extensão pela FAPEMA de 2013-2014, atuando nos temas de substituição do sistema de corte e queima, agroecologia e integração lavoura pecuária. Foi bolsista de iniciação científica CNPQ/Embrapa Cocais de 2014-2017, atuando nos temas de fertilidade do solo, fertilizantes, condicionadores do solo e nutrição mineral de plantas. Em agosto de 2018, ingressou no Curso de Mestrado em Agronomia (Ciência do Solo), na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP. Em fevereiro de 2020, submeteu-se à banca para a defesa de Dissertação.

“Esquecer como escavar a terra e cuidar do solo é esquecer a nós mesmos”

Mahatma Gandhi

AGRADECIMENTOS

Esse é o momento de agradecer a todos que estiveram ao meu lado, pois se cheguei até aqui foi porque não estava sozinha. Assim, agradeço:

A Deus por ter me mantido firme, dando-me sempre força e sabedoria.

Aos meus pais Lara e Romero pelo o incansável apoio e a imensa confiança que sempre depositaram em mim. Tudo isso é por vocês. Desculpa e obrigada por entenderem a minha ausência muitos momentos.

Ao meu namorado Neto Bastos pela compreensão, amor, cumplicidade. Obrigada meu amor por sempre apoiar este meu sonho.

A república Sófadinhas, pelos momentos de descontração e amizade. A melhor república de Jaboticabal. Obrigada por me acolherem com tanto carinho.

Ao meu orientador Dr. Gener Tadeu Pereira agradeço pela atenção, apoio e disponibilidade em me ajudar.

Ao meu coorientador Dr. Daniel de Bortoli Teixeira pela paciência, incentivo, confiança e dedicação ao longo de todo trabalho.

Ao Dr. Alan Rodrigo Panosso e Dr. Marcilio Vieira Martins Filho, membros da banca de qualificação, pelas sugestões para a melhoria deste trabalho.

Ao Dr. Marcilio Vieira Martins Filho e Dr. Zigomar Menezes de Souza, membros da banca de defesa, pelas preciosas contribuições.

As minhas amigas desde a época de graduação, Adyelle Ancheita e Thamires Sousa, por esses oito anos de companheirismo e amizade.

A Diego Silva Siqueira pelos ensinamentos, confiança e motivação. Suas palavras de incentivo foram essenciais para eu seguir nessa jornada.

Aos amigos conquistados durante a pós-graduação Ana Paula Aranha, Naum Colins e Angélica Silva pelo apoio recebido, conversas e amizade.

Aos funcionários da Seção de Pós Graduação, pela atenção e dedicação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Ciência do solo) pela oportunidade de ampliar e aprimorar meus conhecimentos.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Obrigada a todos!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	iv
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	vi
1. INTRODUÇÃO	7
2. REVISÃO DE LITERATURA	8
2.1 A agricultura de precisão.....	8
2.2 O solo e a variabilidade dos seus atributos.....	10
2.3 A amostragem de solo	12
2.4 A geoestatística e o variograma	14
2.5 Meta-análise	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Localização e caracterização da área de estudo.....	21
3.2 Validação dos dados e Meta-análise.....	21
3.3 Análise de dados.....	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1 Modelos de variogramas observados e anisotropia.....	25
4.2 Alcance de variograma nas diferentes geologias	28
4.3 Alcance de variograma nas diferentes classes de solo	33
5. CONCLUSÃO	37
6. REFERÊNCIAS	38
APÊNDICE	55

MODELOS E PARÂMETROS DOS VARIOGRAMAS EM DIFERENTES COMPARTIMENTOS DA PEDODIVERSIDADE: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM META-ANÁLISE

RESUMO: Faz-se necessário realizar um bom planejamento amostral, para detalhar melhor as características do solo e para uma melhor tomada de decisão, seja ela ambiental, agrônômica ou até mesmo pedológica. Os fatores de formação do solo, especificamente geologia condiciona diferentes padrões de variabilidade. Portanto, é interessante que para cada contexto desses fatores, se tenha um planejamento amostral adequado. Com base nos diferentes compartimentos da pedodiversidade, com este estudo objetivou-se fazer uma revisão sistemática e meta-análise para propor diferentes planos e densidades amostrais de atributos do solo. Esse trabalho utilizou dados legados, tomando-se a metodologia de meta-análise. Foram filtrados os trabalhos realizados no Brasil, possuem relação com a temática proposta neste trabalho e apresentam o alcance de cada atributo estudado na base de teses e dissertações a CAPES e na Plataforma Scopus. Devido ao grande número de atributos encontrados, optou-se por utilizar os alcances dos variogramas para pH, MO, CTC, V% e argila para os seis materiais de origem (arenito, basalto, transição arenito-basalto, gnaiss, granito e mármore) e seis classes de solos (Argissolo, Latossolo, Cambissolo, Plintossolo, Planossolo e Neossolo) já que esses foram os atributos encontrados com mais frequência. Após análise criteriosa dos trabalhos, foi construída uma planilha eletrônica com o contexto da pedodiversidade, clima, coordenadas geográficas, alcance do variograma dos atributos do solo. Foram feitos gráficos boxplot em função do solo e geologia com as medidas dos alcances encontrados nos variogramas. O modelo de variograma mais observado foi o esférico seguido pelo exponencial. A transição arenito-basalto apresentou os maiores valores de medianas (pH= 1045,5 m, MO= 1339 m, CTC= 1200 m, V%= 545,1 m e argila= 1284 m) para os atributos avaliados. A classe de solos dos Latossolo apresentou maiores valores medianos de alcances para os atributos pH (121,2 m), MO (118,25 m), V% (245,5 m) e argila (290 m). Já o Argissolo apresentou maiores valores medianos para o alcance da CTC (326 m). Tanto o tipo de rocha quanto a classe de solo influenciam no alcance do variograma quando se estuda os atributos do solo (pH, MO, CTC, V% e argila). Esses fatores devem ser levados em consideração, quando se deseja fazer um planejamento estratégico para se realizar um manejo específico na área.

Palavras-chave: Atributos do solo, geoestatística, pedometria

MODELS AND PARAMETERS OF VARIOGRAMS IN DIFFERENT PEDODIVERSITY COMPARTMENTS: A SYSTEMATIC REVIEW WITH META-ANALYSIS

ABSTRACT: It is necessary to carry out a good sample planning, to better detail the characteristics of the soil and for better decision making, be it environmental, agronomic or even pedological. The factors of soil formation, specifically geology, condition different patterns of variability. Therefore, it is interesting that for each context of these factors, there is an adequate sample planning. Based on the different pedodiversity compartments, this study aimed to make a systematic review and meta-analysis to propose different plans and sample densities of soil attributes. This work used legacy data, using the meta-analysis methodology. The works carried out in Brazil were filtered, are related to the theme proposed in this work and present the scope of each attribute studied on the basis of theses and dissertations to CAPES and the Scopus Platform. Due to the large number of attributes found, it was decided to use the ranges of the variograms for pH, MO, CTC, V% and clay for the six original materials (sandstone, basalt, sandstone-basalt transition, gneiss, granite and marble) and six classes of soils (Argisol, Latosol, Cambisol, Plintossol, Planossol and Neossol) since these were the attributes found most frequently. After careful analysis of the works, an electronic spreadsheet was built with the context of pedodiversity, climate, geographic coordinates, range of the soil attributes variogram. Boxplot graphs were made according to the soil and geology with the measurements of the ranges found in the variograms. The most observed variogram model was the spherical one followed by the exponential. The sandstone-basalt transition showed the highest median values (pH = 1045.5 m, MO = 1339 m, CTC = 1200 m, V% = 545.1 m and clay = 1284 m) for the evaluated attributes. The soil class of the Oxisol showed higher median values of reach for the attributes pH (121.2 m), MO (118.25 m), V% (245.5 m) and clay (290 m). The Argisol, on the other hand, presented higher median values for the CTC reach (326 m). Both the type of rock and the class of soil influence the range of the variogram when studying soil attributes (pH, MO, CTC, V% and clay). These factors must be taken into account, when it is desired to make a strategic planning to carry out a specific management in the area.

Keywords: Soil attributes, geostatistics, pedometry.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AP	Agricultura de precisão
CTC	Capacidade de troca catiônica
D.A.	Densidade amostral
ha	Hectare
M	Metros
MO	Matéria orgânica
P.A.	Planejamento amostral
pH	Potencial Hidrogeniônico
V%	Saturação por bases
V.E.	Variabilidade espacial

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ciclo da Agricultura de precisão	9
Figura 2. Simulação dos custos de amostragem considerando vários níveis de erro e coeficientes de variação.	13
Figura 3. Parâmetros a serem avaliados em um variograma.....	15
Figura 4. Modelos teóricos do semivariograma.....	17
Figura 5. Principais etapas de uma meta-análise.....	20
Figura 6. Localização dos estudos selecionados para a meta-análise.....	21
Figura 7. Fluxograma das etapas da meta-análise e análise dos dados.....	23
Figura 8. Número de estudos utilizados para atributo nas diferentes geologias.....	29
Figura 9. Gráficos boxplot dos valores de alcance pH, MO, CTC, V% e argila de acordo com as geologias (arenito, arenito-basalto, basalto, gnaisse, granito e mármore). Os limites inferiores e superiores da caixa indicam, respectivamente, o primeiro (Q1) e terceiro quartil (Q3); a linha no interior da caixa indica a mediana dos dados.....	30
Figura 10. Número de estudos utilizados para os atributos nas diferentes classes de solo.....	33
Figura 11. Gráficos boxplot dos valores de alcance para pH, MO, CTC, V% e teor de argila de acordo com as classes de solo no 1º nível categórico (Argissolo, Cambissolo, Latossolo, Neossolo, Planosso e Plintossolo). Os limites inferiores e superiores da caixa indicam, respectivamente, o primeiro (Q1) e terceiro quartil (Q3); a linha no interior da caixa indica a mediana dos dados.....	35

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Atributos do solo encontrados na revisão para a meta-análise.....	23
Tabela 2. Modelos de variograma observados para os atributos pH, MO, V%, CTC e argila nas diferentes geologias.....	26
Tabela 3. Modelos de variograma observados para os atributos pH, MO, V%, CTC e argila nas diferentes classes de solo.....	27
Tabela 4. Valores das medianas dos alcances, em metros, para os atributos pH, MO, CTC, V% e argila nas diferentes geologias.....	31
Tabela 5. Valores médios, máximos e mínimos da área dos experimentos e do espaçamento entre coletas de solo.....	31
Tabela 6. Valores das medianas dos alcances para os atributos pH, MO, CTC, V% e argila nas diferentes classes de solos.....	36
Tabela 1A: Geologias estudadas, com a prospecção dos alcances do variograma, em metros, para o pH, matéria orgânica (MO), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação de bases (V%), argila e identificação dos autores dos respectivos artigos, usados para a meta-análise.....	56

1. INTRODUÇÃO

A pedodiversidade define-se como sendo a variação dos atributos do solo ou das classes de solos dentro de uma área determinada (McBratney e Minasny, 2007). Devido à grande extensão territorial brasileira composta por diferentes geologias e relevos, fatores esses que condicionam diferentes padrões de variabilidade, torna-se necessário e interessante que seja gerado um planejamento amostral (P.A.) e densidade amostral (D.A.) adequado para os diferentes contextos da pedodiversidade.

Um bom P.A. é fundamental para captar a variabilidade espacial (V.E.) dos atributos do solo. Tal processo reflete diretamente nos custos de implantação do sistema de agricultura de precisão. Assim, a escolha correta da D.A. é peça chave para o sucesso da gestão do manejo localizado das práticas agrícolas.

Sabe-se que no Brasil, apesar do grande avanço científico e das técnicas utilizadas, ainda são escassos os conhecimentos sobre D.A. ideal para a caracterização dos atributos do solo (Siqueira et al., 2014; Teixeira et al., 2017) e dentre esses, expressiva parte tem seu foco no P.A. de áreas pequenas e que não possuem variabilidade de fatores geológicos e geomorfológicos (Teixeira et al., 2013).

Há muitos artigos publicados contendo a D.A e V.E. dos atributos do solo, porém com conclusões destoantes e ampla variação de resultados apresentados.

O uso de malhas amostrais com uma ou mais amostras por hectare, é indicado para caracterizar a V.E. de fósforo e potássio em áreas no Estado do Rio Grande do Sul (Cherubin et al, 2015). Segundo Siqueira et al. (2014), a densidade mínima de amostragem necessária para o teor de argila, saturação por bases e suscetibilidade magnética em Latossolos sob a transição Serra Geral, Eluvial Coluvial e Depósitos Aluviais é de um ponto a cada 7 há. Para Assis et al. (2015), uma malha de 3 ha propicia a melhor densidade amostral do solo na recomendação de calagem.

A caracterização da V.E. dos atributos do solo é essencial para alcançar a melhor compreensão das complexas relações entre as propriedades do solo e os fatores ambientais (Goovaerts, 1998).

A geoestatística é capaz de interpretar fenômenos regionais com o auxílio de análise matemática e da gênese do solo, possibilitando a inferência das variáveis regionalizadas por meio de informações e relações a partir de um conjunto de amostras (Landim, 2006). O alcance é a distância dentro da qual as amostras apresentam-se correlacionadas espacialmente, ou seja, é o raio da dependência espacial. Com esse valor, a amostragem poderá ser melhor ajustada.

Em nosso país, o saneamento básico, a saúde pública e o ensino fundamental (áreas prioritárias à população) disputam por verbas com a pesquisa científica. Assim, aumenta a responsabilidade de pesquisadores brasileiros em gerir da melhor forma os recursos financeiros destinados à pesquisa para que não haja a necessidade de refazer pesquisas, otimizando o tempo e recursos (Luiz, 2002).

Há pelo menos duas décadas foi proposto um procedimento que combina resultados de vários estudos para fazer uma síntese e quantificar os dados. Essa síntese potencializa a estatística na pesquisa princi na estimação e tamanho do efeito. A meta-análise permite, em caso de resultados aparentemente discordantes, obter uma visão geral da situação (Boissel, 1994; D'Agostino e Weintraub, 1995).

Diante do exposto, existe a necessidade de maiores informações quanto à densidade amostral ideal para avaliação dos atributos do solo que sejam capazes de proporcionar condições mais eficientes para a caracterização e manejo do solo por meio da Agricultura de Precisão.

Com este estudo, tem-se por objetivo fazer uma revisão sistemática e meta-análise com base nos diferentes compartimentos da pedodiversidade, para propor diferentes planos e densidades amostrais de atributos do solo.

5. CONCLUSÃO

Tanto o material de origem quanto a classe de solo influenciam no alcance do variograma, quando se estuda os atributos do solo e esses fatores devem ser levados em consideração quando se deseja fazer um planejamento estratégico para se realizar um manejo específico na área.

A quantidade de amostras deve variar em função dos diferentes materiais de origem e classe de solo bem como em função do atributo do solo de interesse.

A geologia de transição Arenito-basalto e a classe dos Latossolos apresentaram os maiores valores dos alcances para os atributos do solo estudados.

Espera-se continuar alimentado a base de dados gerada para obter respostas mais sólidas e precisas, conforme haja o aumento da quantidade de dados disponíveis. Dessa forma, lacunas que não foram analisadas nesta dissertação poderão ser preenchidas.

6. REFERÊNCIAS

- Alho LC, Campos MCC, Silva DMP, Mantovanelli BC, Souza ZMD (2014) Variabilidade espacial da estabilidade de agregados e estoque de carbono em Cambissolo e Argissolo. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 44:246-254.
- Almeida KNS (2016) **Aptidão agrícola dos solos do estado do Piauí**. 71f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UFPI, Bom Jesus.
- Alvares CA, Gonçalves JLDM, Vieira SR, Silva CRD, Franciscatte W (2011) Spatial variability of physical and chemical attributes of some forest soils in southeastern of Brazil. **Scientia Agricola** 68:697-705.
- Alves SMDF, Queiroz DMD, Alcântara GRD, Reis EFD (2014) Variabilidade espacial de atributos físico-químicos do solo usando técnicas de análise de componentes principais e geoestatística. **Bioscience Journal** 30:22-30.
- Amado TJC, Nicoloso R, Lanzanova M, Santi AL, Lovato T (2005) A compactação pode comprometer os rendimentos de áreas sob plantio direto. **Revista Plantio Direto** 89:34-42.
- Amaro Filho J, Negreiros RF, Assis Júnior RN, Amota JCA (2007) Amostragem e variabilidade espacial de atributos físicos de um Latossolo vermelho em Mossoró, RN. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 31:415-422.
- Anchieta, L (2012) **Amostragem de solo em agricultura de precisão: particularidades e recomendações**. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – USP, Piracicaba.
- Aquino RE, Campos MCC, Oliveira IA, Siqueira DS, Soares MDR, Freitas L. (2015) Técnicas geoestatísticas na avaliação de atributos químicos em Cambissolo com agrofloresta e cana-de-açúcar em Humaitá, Amazonas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** 10:544-552.
- Aquino RE, Marques Júnior J, Campos MCC, Oliveira IA, Siqueira DS (2014) Distribuição espacial de atributos químicos do solo em área de pastagem e floresta. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 44:32-41.
- Araújo DR, Mion RL, Sombra WA, Andrade RR, Amorim MQ (2014) Variabilidade espacial de atributos físicos em solo submetido à diferentes tipos de uso e manejo. **Revista Caatinga** 27:101-115.
- Arruda GPD, Demattê JAM, Chagas CDS (2013) Digital soil mapping by artificial neural networks based on soil-landscape relationships. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 37:327-338.
- Artuzo FD, Soares C, Weiss CR (2017) Inovação de processo: o impacto ambiental e econômico da adoção da agricultura de precisão. **Espacios** 38:1-6.

ARVUS TECNOLOGIA (2009) **A agricultura de precisão**. Disponível em: <<http://www.arvus.com.br>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

Assis LFA, Pereira SG, Alves JM (2018) Densidade amostral do solo na recomendação de calagem para cana-de-açúcar. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, **Anais...**Goiânia: SBZ.

Bahia ASRDS (2016) **Estimação de atributos do solo por espectroscopia de reflectância difusa e suscetibilidade magnética no contexto da paisagem**. 133 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Unesp, Jaboticabal.

Barbieri DM, Marques Júnior J, Pereira GT (2008) Variabilidade espacial de atributos químicos de um Argissolo para aplicação de insumos à taxa variável em diferentes formas de relevo. **Engenharia Agrícola** 28:645-653.

Bernardi ADC, Naime JDM, Resende AD, Inamasu R Y, e Bassoi L (2014) **Agricultura de precisão**: resultados de um novo olhar. São Carlos: Embrapa Instrumentação.

Berner PGM, Vieira SR, Lima E, dos Anjos LHC (2007) Variabilidade espacial de propriedades físicas e químicas de um Cambissolo sob dois sistemas de manejo de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 31:837-844.

Bigarella JJ, Mousinho MR, Silva JX (1965) Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil. **Boletim Paranaense de Geografia** 16:117-152.

Boissel JP (1994) Méta-analyse des essais cliniques: intérêts et limites. **Archives des Maladies du Coeur et des Vaisseaux** 87:11-17.

Bottega EL, Queiroz DM, Pinto FDAC, Souza CMA (2013) Variabilidade espacial de atributos do solo em sistema de semeadura direta com rotação de culturas no cerrado brasileiro. **Revista Ciência Agronômica** 44:1-9.

Branco SB, Salviano AA, Matias SS, Júnior JM, Santos HL (2013) Influência do relevo e erodibilidade nos atributos químicos em área degradada de Gilbués, PI. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** 8:324-330.

BRASIL (2013) **Agricultura de precisão**. Brasília, DF: Mapa/ACS, 36p.

Brungard CW, Boettinger JL, Duniway MC, Wills SA, Edwards Junior TC (2015) Machine learning for predicting soil classes in three semi-arid landscapes. **Geoderma** 239:68-83.

Buol SW, Hole FD, McCracken RJ (1997) **Soil genesis and classification**. Ames, Iowa: Iowa State University Press, 527p.

Burak DL, Passos RR, Andrade FV (2012) Variabilidade espacial de atributos químicos do solo sob cafeeiro Conilon: relação com textura, matéria orgânica e relevo. **Bragantia** 71:538-547.

Bussab EO, Morettin PA (2003) **Estatística básica**. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 526p.

Camargo ECG (1998) **Geoestatística: fundamentos e aplicações**. Geoprocessamento para projetos ambientais. São José dos Campos: INPE, cap. 5.

Camargo ECG, Felgueiras CA, Monteiro AMV (2001) A importância da modelagem da anisotropia na distribuição espacial de variáveis ambientais utilizando procedimentos geoestatísticos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, FOZ DO IGUAÇU, **Anais...** Foz do Iguaçu: INPE; SELPER, p.395-402.

Camargo ECG, Fucks SD, Câmara G (2004) **Análise espacial de superfícies**: análise espacial de dados geográficos. Planaltina: Embrapa Cerrados 79-122.

Cambardella CA, Moorman TB, Parkin TB, Karlen DL, Novak JM, Turco RF, Konopka AE (1994) Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil science society of America journal** 58:1501-1511.

Campos MCC, Marques Júnior J, Pereira GT (2010) Influência das superfícies geomórficas na distribuição espacial dos atributos do solo em área sob cultivo de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 40:133-141.

Campos MCC, Marques Júnior J, Pereira GT, Montanari R, Siqueira DS (2007) Variabilidade espacial da textura de solos de diferentes materiais de origem em Pereira Barreto, SP. **Revista Ciência Agronômica** 38:149-157.

Campos MCC, Marques Júnior J, Pereira GT, Souza ZMD, Montanari R (2009) Planejamento agrícola e implantação de sistema de cultivo de cana-de-açúcar com auxílio de técnicas geoestatísticas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 13:297-304.

Campos MCC, Marques Júnior JM, Pereira GT, Freitas EVS (2007) Dependência espacial de atributos químicos em área cultivada com cana-de-açúcar em Pereira Barreto, SP. **Revista Ciência Agronômica** 38:350-359.

Campos MCC, Marques Júnior, J, Pereira, GT, Montanari R, Camargo LA (2007) Relações solo-paisagem em uma litossequência arenito-basalto na região de Pereira Barreto, SP. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 31:519-529.

Campos MCC, Soares MDR, Aquino RE, Santos LAC, Mantovanelli BC (2014) Distribuição espacial da resistência do solo à penetração e teor de água do solo em uma área de agrofloresta na região de Humaitá, AM. **Comunicata Scientiae** 5:509-517.

Cancian LC (2019) **Estratégias para predição de classes de solo**. 100 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – UFSM, Santa Maria.

Canellas JM (2015) **Revisão sistemática e meta-análise do perfil lipídico da carne de bovinos de corte**. 104 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - UFRS, Porto Alegre.

Caon D (2012) **Espacialização e mapeamento da fertilidade em diferentes camadas do solo e densidades amostrais**. 56 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UECO, Guarapuava.

Carvalho JRP, Silveira PM, Vieira SR (2002) Geoestatística na determinação da variabilidade espacial de características químicas do solo sob diferentes preparos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 37:1151-1159.

Carvalho LCC (2016) **Determinação da densidade amostral ótima para a geração de mapas temáticos na cafeicultura de precisão**. 230 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - UFLA, Lavras.

Carvalho LCC, Silva FM, Silva FC, Stracieri J (2013) Spatial variability of soil physical attributes and agronomic characteristics of coffee crop. **Coffee Science** 8:265-275.

Carvalho SP, Custódio TN, Baliza DP, Rezende T (2012) Meta-análise para estimativas de herdabilidade de caracteres vegetativos e reprodutivos de *Coffea arabica* L. **Semina: Ciências Agrárias** 33:1291-1298.

Castro AA (2001) Revisão sistemática e meta-análise. **Compacta: temas de cardiologia** 3:5-9.

Cavalcante EGS, Alves MC, Pereira GT, Souza ZM (2007) Variabilidade espacial de MO, P, K e CTC do solo sob diferentes usos e manejos. **Ciência Rural** 37:394-400.

Ceddia MB, Vieira SR, Villela ALO, Mota LM, Anjos LHC, Carvalho DF (2009) Topografia e variabilidade espacial de propriedades físicas do solo. **Scientia Agricola** 66:338-352.

Chaves LHG, Farias CHA (2009) Variabilidade espacial de cobre e manganês em Argissolo sob cultivo de cana-de-açúcar. **Revista Ciência Agrônômica** 40:211-218.

Cherubin MR, Santi AL, Eitelwein MT, Menegol DR, Da Ros CO, Pias OHC, Berghetti J (2014). Eficiência de malhas amostrais utilizadas na caracterização da variabilidade espacial de fósforo e potássio. **Ciência Rural** 44:425-432.

Chiba MK, Vieira SR, González AP, Dechen SCF, Maria ICD (2010) Alterations and spatial variability of soil fertility in successive years under no tillage system. **Bragantia** 69:29-38.

Chitolina JC (1982) **Contribuição de alguns fatores nos resultados da análise química de terra e seus efeitos nas recomendações de adubação e calagem**. 200 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – USP, Piracicaba.

Chitolina JC, Prata F, Silva FCD, Coelho AM, Casarini DCP, Muraoka T, Vitti AC, Boaretto AE (2009) Amostragem de solo para análises de fertilidade, de manejo e de

contaminação. In: Silva (Ed.) **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa, p.23-55.

Chung CK, Chong SK, Varsa EC (1995) Sampling strategies for fertility on a stoy silt loam soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis** 26:741-763.

Corá JE, Araújo AV, Pereira GT, Beraldo JMG (2004) 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** 28:1013-1021.

Cortez LA, Marques Júnior J, Peluco RG, Teixeira DDB, Silveira DS (2011) Susceptibilidade magnética para identificação de áreas de manejo específico em citricultura. **Revista Energia na Agricultura** 26:60-79.

Costa WG (2018) **Meta-análise das estimativas de parâmetros em genótipos de arroz irrigado em Minas Gerais** (94 f) Dissertação (Mestrado em Genética e melhoramento) - UFV, Viçosa.

Da Silva, SF, Guimarães AM, Canteri MG (2014) Determinação de modelo estatístico para meta-análise na validação da escala diagramática usando o ambiente R. In: CONGRESSO SUL BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO, **Anais...** Criciúma: Unesc/SBC, p.1-8.

D'Agostino RB, Weintraub M (1995) Meta-analysis: a method for synthesizing research. **Clinical Pharmacology an Therapeutics** 58:605-616.

Dalchiavon FC, Carvalho MP, Freddi OS, Andreotti M, Montanari R (2011) Variabilidade espacial da produtividade do feijoeiro correlacionada com atributos químicos de um Latossolo Vermelho Distroférico sob sistema de semeadura direta. **Bragantia** 70:908-916.

Dalchiavon FC, Passos M, Andreotti M, Montanari R (2012) Variabilidade espacial de atributos da fertilidade de um Latossolo Vermelho Distroférico sob Sistema Plantio Direto. **Revista Ciência Agronômica** 43:453-461.

Dalchiavon FC, Rodrigues AR, Lima ES, Lovera LH, Montanari R (2017) Variabilidade espacial de atributos químicos do solo cultivado com soja sob plantio direto. **Revista de Ciências Agroveterinárias** 16:144-154.

Darim EP (2017) **Variabilidade espacial de atributos físico-hídricos do solo em área irrigada**. 104 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação no Cerrado) - IFGO, Ceres.

Davis JC (2002) **Statistic and data analysis in geology**. New York: John Wiley & Sons, 656 p.

Di HJ, Kemp RA, Trangmar BB (1989) Use of geostatistics in designing sampling strategies for soil survey **Soil Science Society of America Journal** 53:1163-1167.

Eloy LR (2017) **Meta-análise do desempenho reprodutivo de novilhas e vacas primíparas de corte**. 144 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - UFRS, Porto Alegre.

EMBRAPA (1998) **Base de informações georreferenciada de solos**: metodologia e guia básico do aplicativo SigSolos, versão 1.0. Rio de Janeiro: EMBRAPA, CD-ROM.

Eysenck HJ (1952) Os efeitos da psicoterapia: uma avaliação. **Journal of Consulting Psychology** 16:319.

Fagard RH, Staessen JA, Thijs L (1996) Advantages and disadvantages of the meta-analysis approach. **Journal of Hypertension** 14:9-13.

Ferreiro JP, Almeida VP, Alves MC, Abreu CA, Vieira S R, Vázquez EC (2016) Spatial variability of soil organic matter and cation exchange capacity in an oxisol under different land uses. **Communications in Soil Science and Plant Analysis** 47:75-89.

Flores CA, Alba JMF (2014) **A pedologia e a agricultura de precisão**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado.

Gelain E (2016) Arranjo amostral para mapeamento de atributos do solo. 87 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – UFDG, Dourados.

Giannotti JDG (2004) **Meta-análise de parâmetros genéticos de características de crescimento em bovinos de corte sob enfoques clássico e bayesiano**. 86f. Tese (Doutorado em Agronomia) – USP, Piracicaba.

Giotto E, Cardoso CDV, Sebem E, Pires FS (2013) **Agricultura de Precisão com o Sistema CR Campeiro**. Santa Maria: Laboratório de Geomática, DER – CCR – UFSM.

Glanz JT (1995) **Saving our soil**: solutions for sustaining Earth's vital resource. Boulder: Johnson Books.

Glass GV (1976) Primary, secondary, and meta-analysis of research. **The Educational Researcher** 6:3-8.

Goderya FS (1998) Field scale variations in soil properties for spatially variable control: a review. **Journal of Soil Contamination** 7:243-264.

Gomes ECB, Leite FRB, Cruz MLB (1993) Aptidão agrícola das terras através de sistema de informações geográficas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. **Anais...** São José dos Campos: INPE, p.132-139.

Gontijo I, Ziviani AB, Oliveira AC, Paris JO, Lima WO, Santos EOJ (2015) Planejamento amostral de propriedades químicas do solo em uma lavoura de macadâmia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Viçosa: SBCS.

Goovaerts P (1998) Geostatistical tools for characterizing the spatial variability of microbiological and physico-chemical soil properties. **Biology and Fertility of Soils** 27:315-334.

Gray J, Bishop T, Wilford J (2014) Lithology as a powerful covariate in digital soil mapping. **GlobalSoilMap: Basis of the Global Spatial Soil Information System**. Leiden: CRC Press, p. 433–439.

Grego CR, Oliveira RP, Vieira SR (2014) **Geoestatística aplicada a Agricultura de Precisão**. Campinas: Embrapa Territorial.

Grego CR, Vieira SR, Xavier MA (2010) Spatial variability of some biometric attributes of sugarcane plants (variety IACSP93-3046) and its relation to physical and chemical soil attributes. **Bragantia** 69:107-119.

Guedes Filho O (2009) **Variabilidade espacial e temporal de mapas de colheita e atributos do solo em um sistema de semeadura direta**. 97f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - IAC, Campinas.

Guerra PAG (1988) **Geoestatística operacional**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral, 145p.

Guimarães EC (2004) **Geoestatística básica e aplicada**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 78p. v.1.

Hartemink AE, McBratney AB (2008) A soil science renaissance. **Geoderma** 148:123-129.

Hengl T, Nussbaum M, Wright MN, Heuvelink GB, Gräler B (2018) Random forest as a generic framework for predictive modeling of spatial and spatio-temporal variables. **Peer J Preprints** 6:e5518

Isaaks EH, Srivastava RM (1989) **An introduction to applied Geostatistics**. New York: Oxford University Press, 561p.

Knob MJ (2006) **Aplicação de Técnicas de agricultura de precisão em pequenas propriedades**. 129f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - UFMS, Santa Maria.

Krige DG (1951) A statistical approach to some basic mine evaluation problems on the Witwatersrand. **Journal of the Chemical, Metallurgical and Mining Society of South Africa** 52:151-163.

Lagacherie P, McBratney AB (2006) Spatial soil information systems and spatial soil inference systems: perspectives for digital soil mapping. **Developments in soil science** 31:3-22.

Landim PMB (2006) Sobre geoestatística e mapas. **Terrae Didactica** 2:19-33.

Leão MG, Marques Júnior J, Souza ZMD, Pereira GT (2010) Variabilidade espacial da textura de um latossolo sob cultivo de citros. **Ciência e Agrotecnologia** 34:121-131.

Leão MG, Marques Júnior J, Souza ZMD, Siqueira DS, Pereira GT (2011) Formas do relevo e variabilidade espacial de propriedades do solo em área cultivada com citros. **Engenharia Agrícola** 31:643-651.

Lepsch IF (2002) **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 178p.

Lima FV, Silvino GDS, Melo RSDS, Lira EC, Ribeiro TDS (2015) Variabilidade espacial de atributos físicos do solo em área de encosta sob processo de degradação. **Revista Caatinga** 28:53-63.

Liu Y, Lv J, Zhang B, Bi J (2013) Spatial multi-scale variability of soil nutrients in relation to environmental factors in a typical agricultural region, Eastern China. **Science of the Total Environment** 450:108-119.

Lovatto PA, Lehnen CR, Andretta I, Carvalho AD, Hauschild L (2007) Meta-análise em pesquisas científicas: enfoque em metodologias. **Revista Brasileira de Zootecnia** 36:285-294.

Lovatto PA, Quadros FLF, Silveira V (2006) Modelagem animal: análise e perspectivas do ponto de vista acadêmico brasileiro. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM PRODUÇÃO ANIMAL. **Anais...** Santa Maria: SBZ. 1 CD-ROM.

Lovera LH (2015) **Atributos do solo e componentes produtivos da soja: uma abordagem linear, multivariada e geoestatística**. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Unesp, Ilha Solteira.

Luiz AJB (2002) Meta-análise: definição, aplicações e sinergia com dados espaciais. **Caderno de Ciência & Tecnologia** 19:407-428.

Machado FC, Montanari R, Shiratsuchi LS, Lovera LH, Lima EDS (2015) Dependência espacial da condutividade elétrica e propriedades químicas do solo por indução eletromagnética. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 39:1112-1120.

Mantovani EC, Queiroz DM, Dias GP (1998) Máquinas e operações utilizadas na agricultura de precisão. In: SILVA, F. M. da. (Coord.). **Mecanização e agricultura de precisão**. Poços de Caldas: Nome da Editora, p. 109-157.

Marchesi CDS (2018) **Planejamento amostral para mapeamento de argila do solo com cokrigagem e suscetibilidade magnética**. 102f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Unesp, Jaboticabal.

Marques Júnior J, Alleoni LRF, Teixeira DDB, Siqueira DS, Pereira GT (2015) Sampling planning of micronutrients and aluminium of the soils of São Paulo, Brazil. **Geoderma Regional** 4:91-99.

Marques Júnior J, Siqueira DS, Camargo LA, Teixeira DDB, Barrón V, Torrent J (2014) Magnetic susceptibility and diffuse reflectance spectroscopy to characterize

the spatial variability of soil properties in a Brazilian Haplustalf. **Geoderma** 219:63-71.

Marques Junior J, Souza ZM, Pereira GT, Barbieri DM (2008) Variabilidade espacial de matéria orgânica, P, K e CTC de um Latossolo cultivado com cana-de-açúcar por longo período. **Revista de Biologia e Ciências da terra** 8:143-152.

Martins CMS (2017) **Estoques de carbono no solo sob diferentes sistemas de manejo agrícola no Brasil: uma meta-análise**. 90f. Tese (Doutorado em Metodologia Aplicada) – UFV, Viçosa.

Matias SSR, Marques Junior J, Siqueira DS, Pereira GT (2014) Outlining precision boundaries among areas with different variability standards using magnetic susceptibility and geomorphic surfaces. **Engenharia Agrícola** 34:695-706.

McBratney A, Minasny B (2007) On measuring pedodiversity. **Geoderma** 141:149–154.

Mcbratney A, Mynasny B, Stephen R, Cattle R, Vervoort W (2002) From pedotransfer functions to soil inference systems. **Geoderma** 109:41-73.

McBratney AB, Santos MLM, Minasny, B (2003) On digital soil mapping. **Geoderma** 117:03–52.

McBratney AB, Webster R (1983) Quantas observações são necessárias para a estimativa regional das propriedades do solo? **Soil Science** 135:177-183.

McBratney AB, Webster R (1986) Choosing functions for the semivariograms of soil properties and fitting them to sample estimates. **European Journal of Soil Science** 37:617-639.

Mello G, Bueno CR, Pereira GT (2006) Variabilidade espacial das propriedades físicas e químicas do solo em áreas intensamente cultivadas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 10:294-305.

Miguel FRM (2010) **Variabilidade espacial de atributos do solo e produtividade em área cultivada com cana-de-açúcar**. 80 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura tropical e subtropical) – IAC, Campinas.

Molin JP, Amaral LR, Colaço A (2015) **Agricultura de precisão**. Cidade: São Paulo. Oficina de Textos.

Molin JPAF, Colaço EF, Mattos Junior CD (2012) Yield mapping, soil fertility and three gaps in an orange orchard. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 34:1256-1265.

Montanari R, Marques Júnior J, Pereira GT, Souza ZM (2005) Forma da paisagem como critério para otimização amostral de latossolos sob cultivo de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 40:69-77.

Montanari R, Panachuki E, Lovera LH, Correa AR, Oliveira IS, Queiroz HA, Tomaz, PK (2015) Variabilidade espacial da produtividade de sorgo e de atributos do solo na região do ecótono Cerrado-Pantanal, MS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 39:385-396.

Montanari R, Pereira GT, Marques Júnior J, Souza ZMD, Pazeto RJ, Camargo LA (2008) Variabilidade espacial de atributos químicos em Latossolo e Argissolos. **Ciência Rural** 38:1266-1272.

Monteiro RNM (2010) **Metodologias de meta-análise aplicadas nas Ciências da Saúde**. 119 f. Tese (Doutorado em Aplicações de Estatística às Ciências da Saúde da Vida e do Ambiente) - UBI, Covilhã.

Motomiya AV, Molin JP, Motomiya WR, Vieira, SR (2011) Spatial variability of soil properties and cotton yield in the Brazilian Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 15:996-1003.

Motomiya AVA, Corá JE, Pereira GT (2006) Uso da krigagem indicatriz na avaliação de indicadores de fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 30:485-496.

Moura LC, Marques AFSM, Hadad RM, Andrade H, Alves HMR (2007) A aptidão agrícola das terras do município de Machado/ MG e a cafeicultura. **Caderno de Geografia** 17:141-162.

Nanni MR, Povh FP, Demattê JAM, Oliveira RB, Chicati ML, Cazar E (2011) Optimum size in grid soil sampling for variable rate application in site-specific management. **Scientia Agricola** 68:386-392.

Nascimento AL (2015) **Estratégia de amostragem para caracterização da variabilidade espacial dos atributos físicos e químicos do solo**. 44 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - UFV, Viçosa.

Negreiros Neto JV, Santos AC, Guarnieri A, Souza DJDAT, Daronch DJ, Dotto, MA, Araújo AS (2014) Spatial variability of chemical and physical attributes of dystrophic Red-Yellow Latosol in no tillage. **Semina: Ciências Agrárias** 35: 193-204.

Oliveira DC (2018) **Potencial de sequestro de carbono no solo e dinâmica da matéria orgânica em pastagens degradadas no Brasil**. 82 f Tese (Doutorado em Ciências) – USP, Piracicaba.

Oliveira IA, Campos MCC, Soares MDR, Aquino RE, Marques Júnior J, Nascimento EP (2013) Variabilidade espacial de atributos físicos em um Cambissolo Háplico, sob diferentes usos na região sul do Amazonas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 37:1103-1112.

Oliveira IA, Marques Junior J, Campos MCC, Aquino RE, Freitas L, Siqueira DS, Cunha JM (2015) Variabilidade Espacial e Densidade Amostral da Suscetibilidade Magnética e dos Atributos de Argissolos da Região de Manicoré, AM. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 39: 668-681.

Oliveira RBD (2007) **Mapeamento e correlação de atributos do solo e de plantas de café conilon para fins de agricultura de precisão**. 150 f Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - UFES, Alegre.

Oliveira RP, Grego CR, Brandão ZN (2015) **Geoestatística aplicada na agricultura de precisão utilizando o Vesper**. Brasília, DF: Embrapa Solos, 152p.

Omuto C, Nachtergaele F, Rojas RV (2013) **State of the art report on global and regional soil information: Where are we? Where to go?** Roma: FAO, 69p.

Ortiz GC (2002) **Aplicação de métodos geoestatísticos para identificar a magnitude e a estrutura da variabilidade espacial de variáveis físicas do solo**. 91 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – USP, Piracicaba.

Peluco RG (2016) **Magnetismo e cor na identificação de solos com diferentes potenciais de sorção de imazaquim**. 92 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – UNESP, Jaboticabal.

Peluco RG, Marques Júnior J, Siqueira DS, Pereira GT, Barbosa RS, Teixeira DDB (2015) Mapeamento do fósforo adsorvido por meio da cor e da suscetibilidade magnética do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 50: 259-266.

Peluco RG, Marques Júnior JM, Siqueira DS, Pereira GT, Barbosa RS, Teixeira DDB, Cortez LA (2013) Suscetibilidade magnética na identificação de áreas para aplicação de vinhaça. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 48:661-672.

Pereira GT, Souza ZM, Teixeira DDB, Montanari R, Marques Júnior J (2013) Optimization of the sampling scheme for maps of physical and chemical properties estimated by kriging. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 37:1128-1135.

Pinto CM (2013) Metanálise qualitativa como abordagem metodológica para pesquisas em letras. **Atos de Pesquisa em Educação** 8:1033-104.

Pires JLF, Cunha GR, Pasinato A, França S, Rambo L (2004) **Discutindo agricultura de precisão-aspectos gerais**. Passo Fundo: Embrapa Trigo.

Pollo GZ (2013) **Suscetibilidade magnética, atributos do solo e da planta na discriminação de áreas de manejo específico na cultura do café**. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Unesp, Jaboticabal.

Pötter MB (2014) **Análise comparativa entre amostragem de solo convencional e amostragem de solo para agricultura de precisão**. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura de Precisão) – UFMS, Santa Maria.

Prado H (2013) **Pedology: Applications for Tropical Soils**. Piracicaba, 284 p.

R Core Team (2018). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Áustria: R-project.org.

Raij BV (1991) **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Ceres, 343p.

Rauch JN (2011) Global distributions of Fe, Al, Cu, and Zn contained in Earth's derma layers. **Journal of Geochemical Exploration** 110:193-201.

Reichert JM, Dariva TA, Reinert DJ, Silva VR (2008) Variabilidade espacial de Planossolo e produtividade de soja em várzea sistematizada: análise geostatística e análise de regressão. **Ciência Rural** 38:981-988.

Resende AV, Coelho AM (2017) **Amostragem para mapeamento e manejo da fertilidade do solo na abordagem de agricultura de precisão**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo.

Resende JMDA, Marques Júnior J, Martins Filho MV, Dantas JS, Siqueira DS, Teixeira DDB (2014) Variabilidade espacial de atributos de solos coesos do leste maranhense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 38:1077-1090.

Rodrigues CL, Ziegelmann P (2010) **Metanálise: um guia prático**. Monografia (Graduação em Matemática) - UFRGS, Porto Alegre.

Rodrigues KM (2014) **Variabilidade espacial de atributos físicos, químicos e biológicos do solo e a produtividade da cana-de-açúcar**. 176f. Tese (Doutorado em Agricultura Tropical e Subtropical) - IAC, Campinas.

Roque CG, Centurion JF, Pereira GT, Beutler AN, Freddi ODS, Andrioli I (2005) Variabilidade espacial de atributos químicos em Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado com seringueira. **Revista de Ciências Agro-Ambientais** 3:26-45.

Salviano AAC (1996) **Variabilidade de atributos de solo e de Crotalaria juncea em solo degradado do município de Piracicaba-SP**. 91 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – USP, Piracicaba.

Sana RS, Anghinoni I, Brandão ZN, Holzschuh MJ (2014) Variabilidade espacial de atributos físico-químicos do solo e seus efeitos na produtividade do algodoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 18:994-1002.

Sánchez GAR (2010). **Variabilidade espacial do carbono e outros atributos do solo em uma área destinada ao reflorestamento no Rio Grande do Norte**. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - USP, Piracicaba.

Sanchez MGB (2009) **Relação solo relevo em áreas sob cultivo de café no sudoeste de Minas**. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Unesp, Jaboticabal.

Sanchez MGB, Marques Júnior J, Siqueira DS, Camargo LA, Pereira GT (2013) Delineation of specific management areas for coffee cultivation based on the soil–relief relationship and numerical classification. **Precision agriculture** 14:201-214.

Sanchez RB, Marques Júnior J, Pereira GT, Souza ZM (2005) Variabilidade espacial de propriedades de Latossolo e da produção de café em diferentes superfícies geomórficas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 9:489-495.

Sanchez RB, Marques Júnior J, Souza ZM, Pereira GT, Martins Filho MV (2009) Variabilidade espacial de atributos do solo e de fatores de erosão em diferentes pedoformas. **Bragantia** 68:1095-1103.

Santos EOJ (2015) **Variabilidade espacial de atributos físicos do solo sob lavoura de café conilon**. 92f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – UFES, São Mateus.

Santos EOJ, Gontijo I, Silva MB, Partelli FL (2017) Planejamento amostral de Propriedades Físicas do Solo em um Campo de Café Conilon. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 41:1-13.

Santos HG, Jacomine PKT, Dos Anjos LHC, De Oliveira VA, Lumbreras JF, Coelho MR, De Almeida JA, Araujo Filho JC, Oliveira JB, Cunha TJF (2018) **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa,

Santos HL, Marques Júnior J, Matias SS, Siqueira DS, Pereira GT (2011) Suscetibilidade magnética na identificação de compartimentos da paisagem em uma vertente. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** 710-716.

Santos RF (2004) **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Texto.

Santos, EODJ, Gontijo I, Silva MBD (2013) Planejamento amostral de propriedades químicas do solo em lavoura de café conillon. **Coffee Science** 8:423-431.

Sauvant D, Schmidely P, Daudin JJ, St-Pierre NR (2008) Meta-analyses of experimental data in animal nutrition. **Animal** 2:1203-1214.

Scherpinski C (2005) **Variabilidade espacial de atributos físicos e hídricos do solo e da produtividade da cultura da soja em uma área comercial**. 138f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - UEOP, Cascavel.

Silva AFD, Pereira MJ, Zimback CR, Landim P, Soares A (2015) Simulação sequencial de atributos diagnósticos do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 19:418-425.

Silva FMD, Souza ZM, Figueiredo CAPD, Marques Júnior J, Machado RV (2007) Variabilidade espacial de atributos químicos e de produtividade na cultura do café. **Ciência Rural** 37:401-407.

Silva Neto SP, Santos AC, Leite RLL, Dim VP, Neves Neto DN, Silva JEC (2012) Variação espacial do teor de matéria orgânica do solo e produção de gramínea em pastagens de capim-marandu. **Bioscience Journal** 28:41-53.

Silva PRTD (2017) **Geoestatística e análise múltipla de atributos químicos de um latossolo cultivado com soja sob dois sistemas de manejo**. 87f Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Unesp, Ilha Solteira.

Silvero NEQ, Marques Júnior J, Siqueira DS, Costa MMR, Gomes RP (2018) Densidade amostral para caracterização da qualidade física do solo sob cultivo de café no sudoeste de Minas Gerais. **Revista Engenharia Agrícola** 38:2

Siqueira DS (2010) **Suscetibilidade magnética para a estimativa de atributos do solo e mapeamento de áreas sob cultivo de cana-de-açúcar**. 75f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Unesp, Jaboticabal.

Siqueira DS (2013) **Mapeamento de atributos e planejamento amostral para Latossolos utilizando suscetibilidade magnética, cor e relação solo-paisagem**. 109 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Unesp, Jaboticabal.

Siqueira DS, Marques Júnior J, Pereira GT, Barbosa RS, Teixeira DDB, Peluco RG (2014) Sampling density and proportion for the characterization of the variability of Oxisol attributes on different materials. **Geoderma** 232:172-182.

Siqueira DS, Marques Júnior J, Pereira GT, Teixeira DDB, Vasconcelos V, Carvalho Júnior OA, Martins EDS (2015) Detailed design of mapping unit based on soil-landscape relationship and spatial variability of magnetic susceptibility and soil color. **Catena** 135:149-162.

Siqueira DS, Marques Júnior J, Teixeira DDB, Matias SSR, Camargo LA, Pereira GT (2016) Magnetic susceptibility for characterizing areas with different potentials for sugarcane production. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 51: 1349-1358.

Siqueira GM, Vieira SR, Dechen SCF (2009) Variabilidade espacial da densidade e da porosidade de um Latossolo Vermelho Eutroférico sob semeadura direta por vinte anos. **Bragantia** 68:751-759.

Smith ML, Glass GV (1997) Meta-analysis of psychotherapy outcome studies. **American psychologist** 32:752.

Soria JE (2014) **Correlações lineares e espaciais entre atributos físico-químicos de solos de diferentes ambientes de produção de cana-de-açúcar no Noroeste do Estado de São Paulo**. 97f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Unesp, Ilha Solteira.

Sotomayor JFM (2009) **Métodos de amostragem de solos para a determinação de carbono em três ambientes**. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - USP, Piracicaba.

Souza CK (2006) **Variabilidade espacial de atributos de solo e produtividade em área cultivada com café orgânico e convencional**. 65 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Unesp, Jaboticabal.

Souza CK, Marques Júnior J, Martins Filho MV, Pereira GT (2003) Influência do relevo e erosão na variabilidade espacial de um Latossolo em Jaboticabal (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 27:1067-1074.

Souza LS (1992) **Variabilidade espacial do solo em sistemas de manejo**. 162 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - UFRS, Porto Alegre.

Souza ZM, Barbieri DM, Marques Júnior J, Pereira GT, Campos MCC (2007) Influência da variabilidade espacial de atributos químicos de um Latossolo na aplicação de insumos para cultura de cana-de-açúcar. **Ciência e Agrotecnologia** 31:371-377.

Souza ZM, Marques Júnior J, Pereira GT (2004) Variabilidade espacial de atributos físicos do solo em diferentes formas do relevo sob o cultivo da cana. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 28:937-944.

Souza ZM, Marques Júnior J, Pereira GT (2009) Geoestatística e atributos do solo em áreas cultivadas com cana-de-açúcar. **Ciencia Rural** 40:48-56.

Souza ZM, Marques Júnior J, Pereira GT, Barbieri DM (2006) Small relief shape variations influence spatial variability of soil chemical attributes. **Scientia agricola** 63:161-168.

Souza ZM, Souza GSD, Marques Júnior J, Pereira GT (2014) Número de amostras na análise geoestatística e na krigagem de mapas de atributos do solo. **Ciência Rural** 44:261-268.

Teixeira DDB, Bicalho EDS, Panosso AR, Perillo LI, Iamaguti JL, Pereira GT, La Scala Júnior N (2012) Uncertainties in the prediction of spatial variability of soil CO₂ emissions and related properties. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 36:1466-1475.

Teixeira DDB, Bicalho ES, Panosso AR, Cerri CEP, Pereira GT, La Scala N (2013) Spatial variability of soil CO₂ emission in a sugarcane area characterized by secondary information. **Scientia Agricola** 70:195-203.

Teixeira DDB, Marques Júnior J, Siqueira DS, Vasconcelos V, Carvalho Júnior OA, Martins É, Pereira GT (2017) Sample planning for quantifying and mapping magnetic susceptibility, clay content, and base saturation using auxiliary information. **Geoderma** 305:208-218.

Teixeira DDB, Marques Júnior J, Siqueira DS, Vasconcelos V, Carvalho Júnior OA, Martins É, Pereira GT (2018) Mapping units based on spatial uncertainty of magnetic susceptibility and clay content. **Catena** 164:79-87.

Teixeira W, Fairchild TR, Toledo MCM (2009) **Descifrando a Terra**. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, p.623.

Trangmar BB, Yost, RS, UEHARA G (1986) Application of geostatistics to spatial studies of soil properties. **Advances in agronomy** 38:45-94.

Valente JMGP (1989) **Geomática** – Lições de geoestatística. Ouro Preto: Ed. Da Fundação Gorceis, v.8.

Vieira SR (1997) Variabilidade espacial de argila, silte e atributos químicos em uma parcela experimental de um Latossolo roxo de Campinas (SP). **Bragantia** 56:181-190.

Vieira SR (2000) **Geoestatística em estudo de variabilidade espacial do solo**. In: NOVAIS, R. F et al (Eds). Tópicos em ciência do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira De Ciência Do Solo p. 1-53.

Vieira SR (2004) **Análise da variabilidade espacial e temporal de umidade do solo em um Latossolo Vermelho eutroférico em Campinas, São Paulo**. IN: RELATÓRIO FAPESP, 2004, 2: 02863-3.

Vieira SR, Dechen SCF, Siqueira GM, Dufranc G (2011) Variabilidade espacial de atributos físicos e químicos relacionados com o estado de agregação de dois Latossolos cultivados no sistema de semeadura direta. **Bragantia** 70:185-195

Vieira SR, Guedes Filho O, Chiba MK, Cantarella H (2009) Spatial variability of soil chemical properties after coffee tree removal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 33:1507-1514.

Vilela PA (2017) **Meta-análise da inoculação com *Lactobacillus buchneri* na ensilagem de cana-de-açúcar**. 35 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UFG, Jataí.

Watanabe AM, Bessa LPD, Martins TGM (2002) **Porque fazer análise de solo?** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Projeto Solo Planta (Folder).

Webster R (1985) Quantitative spatial analysis of soil in field. **Advances in Soil Science** 3:1-70.

Webster R (2015) Technological developments for spatial prediction of soil properties, and Danie Krige's influence on it. **Journal- South African Institute of Mining and Metallurgy** 115:165-172.

Webster R, Butler BE (1976) Soil classification and survey studies at Ginninderra. **Soil Research** 14:1-24.

Webster R, Oliver MA (2007) **Geostatistics for environmental scientists**. Hoboken: Editora Wiley-Blackwell, 333p.

Wolf FM (1986). **Meta-analysis: quantitative methods for research synthesis** Newbury Park, CA: Sage, 65p.

Yamamoto JK, Landim PMB (2013) **Geoestatística: conceitos e aplicações**. São Paulo: Oficina de textos, 215p.

Zanão Júnior LA, Lana RMQ, Guimarães EC (2007) Variabilidade espacial do pH, teores de matéria orgânica e micronutrientes em profundidade em um Latossolo Vermelho sob semeadura direta. **Ciência Rural** 37:1000-1007.

Zonta JH, Brandão ZN, Medeiros JDC, Sana RS, Sofiatti V (2014) Variabilidade espacial da fertilidade do solo em área cultivada com algodoeiro no Cerrado do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi** 18:595-602.

APÊNDICE