



Variabilidade espacial do fósforo em função da distribuição da serrapilheira em solo sob cerrado nativo

Oswaldo José Ferreira Júnior⁽¹⁾; Jefferson Santana da Silva Carneiro⁽¹⁾; Paulo Sérgio Santos Silva⁽¹⁾; Rubson da Costa Leite⁽¹⁾; Ângela Francieli Machado⁽²⁾; Rubens Ribeiro da Silva⁽³⁾

⁽¹⁾ Estudante de Agronomia; Universidade Federal do Tocantins (UFT) – Campus Universitário de Gurupi, Gurupi – Tocantins - Brasil; jr_uft@hotmail.com; carneirojss@yahoo.com.br; silvapssagro@gmail.com; rubsonif@gmail.com ⁽²⁾ Estudante de Pós Graduação em Produção Vegetal; Universidade Federal do Tocantins (UFT) – Campus Universitário de Gurupi, Gurupi – Tocantins - Brasil; angelafranciely@uft.edu.br; ⁽³⁾ Professor, pesquisador, Doutor em Solos e Nutrição de plantas; Universidade Federal do Tocantins (UFT) – Campus Universitário de Gurupi, Gurupi – Tocantins - Brasil; rrs2002@uft.edu.br

RESUMO: A variabilidade espacial dos atributos químicos ocorre naturalmente, sendo resultado de processos pedogenéticos, podendo ser influenciada por fatores intrínsecos e por fatores extrínsecos a seu processo de formação. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a dependência espacial e o efeito do acúmulo e distribuição da serrapilheira sobre a variabilidade espacial do fósforo do solo sob vegetação de cerrado nativo no município de Gurupi -TO. A área experimental de estudo foi delimitada com 60 m de largura e 400 m de comprimento, utilizado grid de amostragem regular composta por 80 pontos, distribuídos em quatro linhas de 400 m, com espaçamento entre pontos de coleta de 20 x 20m, na linha e entre linhas respectivamente. Para descrever e avaliar o acúmulo e distribuição espacial da serrapilheira, além de sua influência na variabilidade espacial do fósforo do solo, foram avaliados a massa acumulada de serrapilheira e o teor de fósforo. A serrapilheira e o teor de fósforo apresentaram dependência espacial, ajustando-se aos modelos de semivariograma linear, exponencial respectivamente. A distribuição da serrapilheira exerce influência sobre a variabilidade espacial da fertilidade do solo.

Termos de indexação: geoestatística; fertilidade do solo; cobertura vegetal.

INTRODUÇÃO

A maior parte das formações vegetais nativas ocorre como fragmentos florestais isolados, que são talvez a única referência do status original de fertilidade do solo antes de sua incorporação às atividades agrossilvopastoris (Skorupa et al., 2012).

No cenário atual, tem-se verificado uma grande pressão para amenização dos impactos antrópicos no meio natural, focando especialmente a recuperação de áreas degradadas e a restauração florestal. E para a melhor execução dessas atividades é necessário compreender acerca da ciclagem de nutrientes, para o entendimento da

dinâmica dos ecossistemas, uma vez que envolve o conhecimento do estoque e do fornecimento dos nutrientes à vegetação (Sperandio et al., 2012).

A serrapilheira acumulada no solo corresponde ao reservatório de nutrientes e de matéria orgânica que influencia e regula muitos processos funcionais dos ecossistemas (Sperandio et al., 2012). É comum a fertilidade do solo, ser referenciada ao ciclo biogeoquímico de nutrientes e caracterizada pela disponibilização de elementos nutricionais à vegetação (Osaki, 2008). Assim, o processo de formação da serrapilheira contribui decisivamente para as propriedades físicas e químicas do solo (Sattler, 2006), podendo assim interferir na variabilidade espacial da fertilidade do solo.

Solos sob vegetação natural apresentam variabilidade espacial e temporal de seus atributos químicos, resultante dos fatores que comandam os processos de formação e em função do próprio material de origem (Montezano et al., 2006). Independente da cobertura vegetal deve-se conhecer e compreender a composição e a dinâmica dos processos internos do solo, já que a relação solo-planta depende das propriedades químicas, físicas e mineralógicas do solo (Santos et al., 2010), além de conhecer a variabilidade desses atributos ao longo do solo estudado.

A geoestatística tem-se mostrado como uma ferramenta de grande utilidade e eficácia para estudar a variabilidade espacial dos atributos do solo, pois permite caracterizar e estudar a variação espacial e a relação das propriedades do solo no espaço (Lima et al., 2014).

Diante disso, este trabalho teve como objetivo empregar as ferramentas da geoestatística para avaliar a dependência espacial e o efeito do acúmulo e distribuição da serrapilheira sobre a variabilidade espacial da fertilidade do solo sob vegetação de cerrado nativo no município de Gurupi -TO.

MATERIAL E MÉTODOS

Estudo realizado em uma área de reserva legal



inserida no bioma Cerrado nas dependências da Universidade Federal do Tocantins (UFT) - Campus Universitário de Gurupi.

A área experimental de estudo foi delimitada com 60 m de largura e 400 m de comprimento (24.000 m²). A malha amostral ou grid de amostragem foi realizado de forma regular, sistematizado em distâncias fixas, sendo composta por 80 pontos, distribuídos em quatro linhas de 400 m, com espaçamento entre pontos de coleta de 20 x 20m, na linha e entre linhas respectivamente.

Para descrever e avaliar o acúmulo e distribuição espacial da serrapilheira, além de sua influência na variabilidade espacial de atributos químicos do solo, foram avaliados a massa acumulada de serrapilheira e o teor de fósforo disponível (P).

Para avaliação do acúmulo da serrapilheira foram realizadas amostragens na área sob a vegetação, coletando-se a serrapilheira em uma área delimitada por um quadrado de 50 x 50 cm (0,25 m²), respeitando o grid de amostragem. Em seguida a amostra de serrapilheira coletada foi posta para secar, afim de eliminar o excesso de umidade. Para determinação da massa da serrapilheira coletada foi realizada a pesagem em balança de precisão de duas casas decimais.

Para avaliar os atributos do solo foram realizadas amostragens na profundidade de 0-20 cm para realizar a análise química do solo e determinar os teores P segundo a metodologia proposta pela Embrapa (1997).

As ferramentas da geoestatística foram utilizadas para determinar a variabilidade espacial e dependência espacial dos atributos avaliados, sendo estas análises feitas através do ajuste dos dados ao semivariograma experimental, de acordo com a teoria das variáveis regionalizadas. Após foram feitas as interpolações dos dados por krigagem ordinária e posteriormente os gráficos de contorno.

Realizou-se a seleção dos modelos com base na menor SQR (soma de quadrados dos resíduos) e melhor R² (coeficiente de determinação espacial). O grau de dependência espacial (GDE) proposto por Dalchiavon & Carvalho (2012) foi determinado em função da seguinte equação:

$$\text{GDE: } [C / (C_0 + C)] * 100$$

Onde: GDE = grau de dependência espacial; C₀ = efeito pepita; C = variância estrutural; C₀ + C = patamar.

Dados estes obtidos durante a elaboração dos semivariogramas dos atributos avaliados. Como ferramenta estatística para as análises exploratórias

realizadas neste trabalho, foi utilizado o programa Assistat 7.5 (Silva & Azevedo, 2008). E para a análise da variabilidade dos atributos e dependência espacial, por meio das interpolações dos dados por krigagem ordinária e posteriormente elaboração dos gráficos de contorno foi utilizado o programa GS+ v. 5.1.1 (Robertson, 1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos semivariogramas resultantes dos dados podem ser observados na **Tabela 1**, os quais contribuíram para estimativas de krigagem ordinária e elaboração dos mapas de isolinhas que representam por meio de interpolações a distribuição da variável em questão sobre a área de estudo.

As variáveis estudadas apresentaram ajustes aos semivariogramas geoestatísticos. A variável massa de serrapilheira teve ajuste ao modelo de semivariograma linear, enquanto o fósforo (P) ajustou-se ao modelo exponencial, concordando com os resultados de Negreiros-neto et al. (2014) o qual verificou que o P apresentou ajuste ao modelo exponencial. Contrariando os resultados encontrados neste trabalho Lima et al. (2014), avaliando a variabilidade do P em diferentes ambientes, verificou que este atributo não apresentou dependência espacial sendo representado com efeito pepita puro, e o atributo pH apresentou melhor ajuste ao modelo esférico.

Com base nos resultados dos semivariogramas e na classificação proposta por Dalchiavon & Carvalho (2012) o grau de dependência espacial (GDE) (**Tabela 1**) foi classificado como baixo para a distribuição da serrapilheira e alto para o fósforo. Para esses dados avaliados o alcance (A) variou de 123,90 m (P) até 194,94 m (Serrapilheira). O alcance é um indicador do limite da dependência que a variável apresenta no espaço (Negreiros-Neto et al., 2014).

Os mapas temáticos de isolinhas obtidos por meio da interpolação por krigagem para os atributos químicos e para a serrapilheira e os semivariogramas são apresentados na **Figura 1**. O semivariograma é uma ferramenta utilizada para determinar a variabilidade espacial de atributos do solo, expressando o grau de dependência espacial entre amostras por meio de seus parâmetros, em um campo específico, o qual será utilizado no processo de interpolação pelo método da krigagem para elaboração dos mapas de isolinhas (Sattler, 2006). A krigagem é uma técnica de estimação de locais não amostrados, usando propriedades



estruturais dos semivariogramas confeccionados a partir de locais amostrados (Lima et al., 2014).

Os mapas de isolinhas (**Figura 1**) permitiram a visualização da distribuição espacial dos atributos do solo, assim como da serrapilheira sobre o solo em função da vegetação presente. A serrapilheira apresentou baixa dependência espacial, mostrando que seu acúmulo é influenciado pela vegetação presente na área. Isso fica provado com os resultados obtido neste trabalho, onde a maior concentração de serrapilheira deu-se nas áreas com maior densidade de árvores. O processo de formação da serrapilheira, definida como camada superior do solo rica em restos vegetais como folhas, galhos e outros restos vegetais, é bem característico em ambientes florestais e contribui decisivamente para as propriedades físicas e químicas do solo (Sattler, 2006).

O fósforo (P) apresentou grau dependência espacial alto, podendo assim, essa variação ser explicada em função do material de origem do solo, assim como do acúmulo de serrapilheira em determinados locais. Observando os mapas de isolinhas é possível verificar que o teor de fósforo disponível apresentou distribuição na área semelhante a distribuição da serrapilheira.

De acordo com Osaki (2008) a principal fonte de fósforo no solo é a grande quantidade de vegetação que é decomposta, fato que explica a influência do acúmulo da serrapilheira nos teores de fósforo (P). Além destes fatores, também a matéria orgânica favorece a decomposição de certas frações das substâncias húmicas nativas, ocorrendo a liberação do P (Osaki, 2008). Os solos do cerrado são solos de baixa capacidade de troca de cátions (CTC), com acidez elevada e com baixo teor de nutrientes ao longo de todo o perfil, especialmente de P, o que justifica os baixos teores de fósforo.

CONCLUSÕES

Os atributo químico estudado no presente trabalho apresentou dependência espacial, indicando a importância das distâncias entre as amostras para o estudo da fertilidade do solo.

O acúmulo da serrapilheira exerce influência sobre a variabilidade da fertilidade do solo em ambiente sob vegetação nativa.

REFERÊNCIAS

DALCHIAVON, F.C. & CARVALHO, M.P. Correlação linear e espacial dos componentes de produção e produtividade da soja. *Semina: Ciências Agrárias*, 33: 541-552, 2012.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análises de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997.

LIMA, G.C.; SILVA, M.L.N.; OLIVEIRA, M.S.; CURTI, N.; SILVA, M.A.; OLIVEIRA, A.H. Variabilidade de atributos do solo sob pastagens e mata atlântica na escala de microbacia hidrográfica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18:517-526, 2014.

NEGREIROS-NETO, J.V.; SANTOS, A.C.; GUARNIERI, A.; SOUZA, D.J.A.T.; DARONCH, D.J.; DOTTO, M.A.; ARAÚJO, A.S. Variabilidade espacial de atributos físico-químicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico em sistema plantio direto. *Semina: Ciências Agrárias*, 35:193-204, 2014.

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

SANTOS, A. C.; SALCEDO, I. H.; CANDEIAS, A. L. B. Variabilidade espacial da fertilidade do solo sob vegetação nativa e uso agropecuário: Estudo de caso na microbacia Vaca Brava – PB. *Revista Brasileira de Cartografia*, 62:119-124, 2010.

MONTEZANO, Z.F.; CORAZZA, E.J.; MURAOKA, T. Variabilidade Espacial da Fertilidade do Solo em Área Cultivada e Manejada Homogeneamente. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30: 839-847, 2006.

SATTLER, M.A. Variabilidade Espacial de Atributos de um Argissolo Vermelho-Amarelo sob Pastagem e Vegetação Nativa na Bacia Hidrográfica do Itapemirim. 2006. 98f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre: ES, 2006.

SILVA, F.A.S. & AZEVEDO, C.A.V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema Windows. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, 4:71-78, 2008.

OSAKI, F. Distribuição Espacial de Microrganismos e Fertilidade em Solos de Dois Ecossistemas Florestais: Floresta Ombrófila Mista e Povoamento Florestal com *Pinus Taeda* L. em Tijucas do Sul-PR. 2008. 281f. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Paraná, Curitiba: PR, 2008.

SKORUPA, A.L.A.; GUILHERME, L.R.G.; CURTI, N.; SILVA, C.P.C.; SCOLFORO, J.R.S.; MARQUES, J.J.G.S.M. Propriedades de Solos sob Vegetação Nativa em Minas Gerais: Distribuição por Fitofisionomia, Hidrografia e Variabilidade Espacial. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, viçosa, 36:11-22, 2012.

SPERANDIO, H.V.; CECÍLIO, R.A.; SILVA, V.H.; LEAL, G.F.; BRINATE, I.B.; CALDEIRA, M.V.W. Emprego da Serrapilheira Acumulada na Avaliação de Sistemas de Restauração Florestal em Alegre-ES. *Floresta e Ambiente*, 19:460-467, 2012.

Tabela 1. Modelos e parâmetros estimados dos semivariogramas ajustados aos valores do atributo químico fósforo disponível e da serrapilheira em área sob vegetação de cerrado nativo no município de Gurupi - TO (2014).

Variável	Modelo	$C_0^{(1)}$	$C_0 + C^{(2)}$	GDE (%) ⁽³⁾	Classe	A (m) ⁽⁴⁾	$R^{2(5)}$
Serrapilheira (g)	Linear	8107,56	11961,17	32,20	Baixo	194,94	0,84
Fósforo (P) (mg dm^{-3})	Exponencial	1,55	6,05	74,40	Alto	123,90	0,94

⁽¹⁾ C_0 : efeito pepita; ⁽²⁾ C_0+C : patamar; ⁽³⁾GDE: grau de dependência espacial; ⁽⁴⁾A: alcance (m); ⁽⁵⁾ R^2 : coeficiente de determinação espacial.

Figura 1. Mapas de contorno da distribuição espacial e semivariogramas do atributo químico (P disponível) e da serrapilheira em área sob vegetação de cerrado nativo no município de Gurupi – TO, (2014).

