



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

Carlos Eduardo Souza Montes⁽¹⁾; Jefferson Santana da Silva Carneiro⁽¹⁾; Ângela Franciely Machado⁽²⁾; Lara Couto Marques⁽¹⁾; Michele Cristina Alves da Silva⁽³⁾; Rubens Ribeiro da Silva⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Estudante de Agronomia; Universidade Federal do Tocantins (UFT) – Campus Universitário de Gurupi, Gurupi – Tocantins - Brasil; eduardo.montes.uft2012@hotmail.com; carneirojss@yahoo.com.br; laracoutohta@hotmail.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⁾ Estudante de Química Ambiental; Universidade Federal do Tocantins (UFT) – Campus Universitário de Gurupi, Gurupi – Tocantins - Brasil; mcads.quimica@hotmail.com; ⁽⁴⁾ 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 solos e dos atributos químicos ocorre naturalmente, sendo resultado de processos pedogenéticos e pode ser influenciada por fatores intrínsecos e extrínsecos a seu processo de formação. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do acúmulo e distribuição da serrapilheira sobre a variabilidade espacial do pH 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 solo, foram avaliados a massa acumulada de serrapilheira e o pH do solo. O pH apresentou dependência espacial, ajustando-se ao modelo de semivariograma linear. A distribuição da serrapilheira exerce influência sobre a variabilidade espacial do pH do solo.

Termos de indexação: Geoestatística; semivariograma; acidez do solo.

INTRODUÇÃO

O Cerrado brasileiro faz parte do ecossistema das savanas que ocupa grande porção da região tropical do mundo, ocupando no Brasil uma área heterogênea e não contínua de aproximadamente 204 milhões de hectares, correspondendo a cerca de um quarto do território nacional (Siqueira Neto et al., 2009). 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).

A mudança na vegetação natural causa um desequilíbrio no ecossistema e as propriedades

intrínsecas da nova vegetação influenciarão os processos físicos, químicos e biológicos do solo, modificando seus atributos e propiciando sua degradação.

É comum a fertilidade do solo, ser referenciada ao ciclo biogeoquímico de nutrientes e caracterizada pela disponibilização de elementos nutricionais à vegetação (Osaki, 2008), sendo a serrapilheira uma importante componente nesse ciclo. 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 segundo suas características.

A variabilidade espacial dos solos e dos atributos químicos ocorre naturalmente (Santos et al., 2010). 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 o pH 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 pH do solo.

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 o pH do solo foram realizadas amostragens na profundidade de 0-20 cm, respeitando o grid amostral, sendo realizadas nos mesmos pontos em que foram realizadas as coletas de serrapilheira. A determinação do pH foi realizada 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.

Utilizaram-se lags com intervalos não uniformes para os ajustes aos modelos. 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 e o pH tiveram ajuste ao modelo de semivariograma linear. Negreiros-neto et al. (2014) verificou que o atributo pH apresentou ajuste ao modelo exponencial, já Lima et al. (2014) verificou que este atributo apresentou melhor ajuste ao modelo esférico.

A geoestatística permite estabelecer um modelo de semivariograma que melhor descreva a variabilidade espacial dos dados, o qual será utilizado no processo de interpolação pelo método da krigagem (Sattler, 2006), assim como auxilia na avaliação da dependência espacial. 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 médio para o pH.

Para esses dados avaliados o alcance (A) foi de 194,94 m (Serrapilheira) e 211,99 m (pH) (Tabela 2). O alcance é um indicador do limite da dependência que a variável apresenta no espaço (Negreiros-Neto et al., 2014). Determinações realizadas a distâncias maiores que o alcance, apresenta distribuição espacial aleatória, dessa forma, são independentes entre si; por outro lado, determinações realizadas em distâncias menores que o alcance, são correlacionadas umas às outras, o que permite que se façam interpolações para espaçamentos menores que os amostrados (Campos et al., 2008).

Os mapas temáticos de isolinhas obtidos por meio da interpolação por krigagem para o pH e para a serrapilheira e os semivariogramas são apresentados na **Figura 1**. Os mapas de isolinhas permitiram a visualização da distribuição espacial do pH do solo, assim como da serrapilheira. 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 pH apresentou grau de dependência espacial (GDE) médio (**Tabela 1**). O pH da maioria dos solos ocorre entre 4,0 e 8,5, em geral, decorrentes da lixiviação de bases, além da decomposição da serrapilheira (Osaki, 2008). Observando os mapas de isolinhas podemos verificar certa semelhança do mapa da distribuição do pH e da serrapilheira, o que comprova o efeito aditivo sobre a acidez do solo pelo acúmulo da serrapilheira. Assim, confirmando a versão de Montezano et al. (2006), a variabilidade espacial dos atributos do solo pode ser influenciada pelos seus fatores intrínsecos (fatores de formação, que são o material de origem, relevo, clima, organismos e tempo) e pelos fatores extrínsecos, normalmente relacionados com as práticas de manejo.

CONCLUSÕES

Os atributos estudados no presente trabalho (serrapilheira e pH) apresentaram 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 acidez do solo em ambiente sob vegetação nativa.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, S.; NARDINI, R.C.; BARROS, Z.X.; CARDOSO, L.G. Sistema de informações geográficas aplicado à especialização da capacidade de uso da terra. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 40: 174-179, 2010.

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.; CURI, 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.

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.

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.

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.

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.

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.

SIQUEIRA NETO, M.; PICCOLO, M.C.; SCOPEL, E.; COSTA JUNIOR, C.; CERRI, C.C.; BERNOUX, M. Carbono total e atributos químicos com diferentes usos do solo no Cerrado. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 31: 709-717, 2009.

SKORUPA, A.L.A.; GUILHERME, L.R.G.; CURI, 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.

Tabela 1. Modelos e parâmetros estimados dos semivariogramas ajustados aos valores do atributo químico (pH) 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
pH	Linear	0,05	0,11	52,00	Média	211,99	0,85

⁽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 (pH) e da serrapilheira em área sob vegetação de cerrado nativo no município de Gurupi – TO, (2014).

