



## Variabilidade espacial da % colonização de raízes por Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs) em um Latossolo sob área de pastagem degradada

**Jacqueline Sousa Paes Landim<sup>(1)</sup>; Manoel Ribeiro Holanda Neto<sup>(2)</sup>; Ericka Paloma Viana Maia<sup>(3)</sup>; Jenilton Gomes da Cunha<sup>(3)</sup>; Samuel Ferreira Feitosa<sup>(3)</sup>; Fernando Silva Araújo<sup>(2)</sup>**

<sup>(1,3)</sup> Graduando do curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Estadual do Piauí, Campus de Corrente-PI. E-mail: [agrolandim\\_jacqueline93@outlook.com](mailto:agrolandim_jacqueline93@outlook.com); <sup>(2)</sup> Professor Assistente I – DE da Universidade Estadual do Piauí, Campus Deputado Jesualdo Cavalcanti Barros, Av. Joaquina Nogueira de Oliveira S/N, Bairro Aeroporto, Corrente-PI, CEP 64980-000. E-mail: [mrholandaneto@hotmail.com](mailto:mrholandaneto@hotmail.com); [agronando16@hotmail.com](mailto:agronando16@hotmail.com).

**RESUMO:** A qualidade do solo é um requisito primordial para cadeia de produção, e funciona como um modo de garantia da sustentabilidade das atividades agropecuárias. Neste contexto o papel desempenhado pelos FMAs torna-se fundamental na indicação da qualidade do solo. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a variabilidade espacial do grau de colonização de raízes por FMAs em área de pastagem degradada. O trabalho foi desenvolvido em áreas pertencente à Universidade Estadual do Piauí–UESPI, Campus Deputado Jesualdo Cavalcanti Barros, município de Corrente-PI (10° 26' S e 45° 09' W, 438m de altitude), no extremo sul do Piauí. Foram coletadas raízes nas profundidades de 0,0-0,10 e 0,10-0,20 m, nos pontos de cruzamento de uma malha, com intervalos regulares de 10m em uma área de 0,54ha. O clareamento e coloração das raízes foi realizado pelo método (Koske & Gemma, 1989) e examinados pelo método da lâmina para microscopia, para avaliação de hifas, vesículas e arbúsculos. Os dados obtidos pela estatística descritiva mostraram que a média e mediana são relativamente próximas, o coeficiente de assimetria está próximo de zero. O CV foi considerado médio na profundidade 0,0-0,10m enquanto que na profundidade 0,10-0,20m foi considerado alto. O teste Kolmogorov-Smirnov indicou que os valores do atributo em estudo não se ajustam à distribuição normal de frequência. Sendo que o grau de dependência espacial foi considerado forte. A variável (colonização de raízes por FMAs) apresentou dependência espacial, com um forte grau de dependência espacial nas duas profundidades estudadas.

**Termos de indexação:** atributo, geoestatística, microbiologia.

### INTRODUÇÃO

O uso indevido do solo bem como a má utilização dos recursos naturais são fatores que causam alterações no ambiente edafoclimático, o que torna

os solos menos produtivos, aumentando assim as áreas degradadas. A sustentabilidade das atividades agropecuárias requer, entre outras necessidades, a avaliação da qualidade do solo, diante disso é válido ressaltar a importância da Biomassa Microbiana do Solo (BMS) e seus processos bioquímicos como indicadores de qualidade do solo, devido a sua capacidade de responder rapidamente as alterações no ambiente do mesmo (Aguiar et al., 2013). Os Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs) são importantes componentes da microbiota do solo em ecossistemas naturais e agrícolas, formando associação endomicorrízica com a maioria das plantas superiores incluindo quase todas as espécies de interesse agrônômico, pastoreil e florestais tropicais (Moreira & Siqueira, 2002). Essa associação torna-se de extrema importância em solos de baixa fertilidade ou degradados, onde micorrizas do tipo FMA favorecem o estabelecimento das plantas e maximizam o uso de nutrientes no solo (Johnson & Pfleger, 1992).

O estudo da variabilidade espacial por meio da geoestatística possibilita a interpretação dos resultados com base na estrutura da variabilidade natural dos atributos avaliados, permitindo indicar alternativas de uso, além de possibilitar melhor compreensão da variabilidade das características e sua influência no ambiente (Silva Neto et al., 2012). No entanto o padrão de distribuição espacial dos microrganismos não é bem documentado (Green et al., 2006) e tão pouco as variáveis respostas associados aos FMAs, como os padrões de distribuição espacial são importantes para estabelecer prioridades conservacionistas faz-se necessário o estudo acerca desse assunto.

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a variabilidade espacial do grau de colonização de raízes por FMAs em área de pastagem degradada.

### MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido em áreas de pastagens degradadas pertencente à



Universidade Estadual do Piauí–UESPI, Campus Deputado Jesualdo Cavalcanti Barros, município de Corrente-PI (10° 26' S e 45° 09' W, 438m de altitude), no extremo sul do estado do Piauí. Os solos das áreas são classificados como Latossolos Vermelho-Amarelo típico, textura média (Santos et al., 2013). O clima da região é do tipo Aw no sistema de Koppen, com temperatura média de 26,5 °C, precipitação anual de 1.200 mmb (Matias, 2006). Para a determinação do grau de micorrização de raízes das plantas por FMAs, foram coletadas raízes de pastagem nas profundidades de 0,0-0,10 e 0,10-0,20 m, nos pontos de cruzamento de uma malha, com intervalos regulares de 10m em uma área de 0,54ha, em 78 pontos totalizando 156 amostras. Para a determinação da colonização micorrízica foi utilizado o método de clareamento de raízes e coloração para visualizar fungos micorrízicos arbuscular, num microscópio estereoscópico (40x) observou-se 0,5g de segmentos de raízes finas, clarificadas com KOH 25g L-1(Koske & Gemma, 1989) e as estruturas fúngicas, coloridas com azul de metila 0,05% (Grace & Stribley, 1991), e em seguida, examinados pelo método da lâmina para microscopia, para avaliação de hifas, vesículas e arbúsculos (Mcgonigle et al., 1990). A dependência espacial foi analisada por meio de ajustes de semivariogramas (Vieira, 2000), com base na pressuposição de estacionariedade da hipótese intrínseca, a qual é estimada por:

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i+h)]^2 \quad (1)$$

Em que N (h) é o número de pares experimentais de observações Z(xi) e Z (xi + h) são separados por uma distância h. O semivariograma é representado pelo gráfico  $\hat{\gamma}(h)$ , versus h. Do ajuste de um modelo matemático aos valores calculados de  $\hat{\gamma}(h)$ , são estimados os coeficientes do modelo teórico para o semivariograma (o efeito pepita, C<sub>0</sub>; patamar, C<sub>0</sub>+C<sub>1</sub>; e o alcance, (a). Para analisar o grau da dependência espacial dos atributos em estudo, foi utilizado a classificação de Cambardella et al. (1994). Os semivariogramas foram ajustados por meio do programa GS+ (versão 7.0). Posteriormente, os modelos foram usados no desenvolvimento de mapas de isolinhas (krigagem). Para elaboração dos mapas de distribuição espacial das variáveis, foi utilizado o programa Surfer 9.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos pela estatística descritiva mostraram que os valores das medidas de

tendência central (média e mediana) são relativamente próximos, o coeficiente de assimetria está próximo de zero para a variável estudada. O CV foi considerado médio na profundidade 0,0- 0,10 m enquanto que na profundidade 0,10-0,20 m foi considerado alto com base no critério de Gomes & Garcia (2002). (Tabela1). Isso se explica devido ao fato da % colonização micorrízica ser uma característica que pode ser afetada por inúmeros fatores como a espécie vegetal, a idade da planta, a densidade de raízes, dos propágulos de FMA no solo, a eficiência de colonização de FMA e o manejo do solo, dentre outros (Afek et al., 1990).

**Tabela 1** – Modelos e parâmetros estimados dos semivariogramas experimentais e estatística descritiva do % colonização de raízes de pastagem degradada nas profundidades 0,0 a 0,10m e 0,10 a 0,20 m.

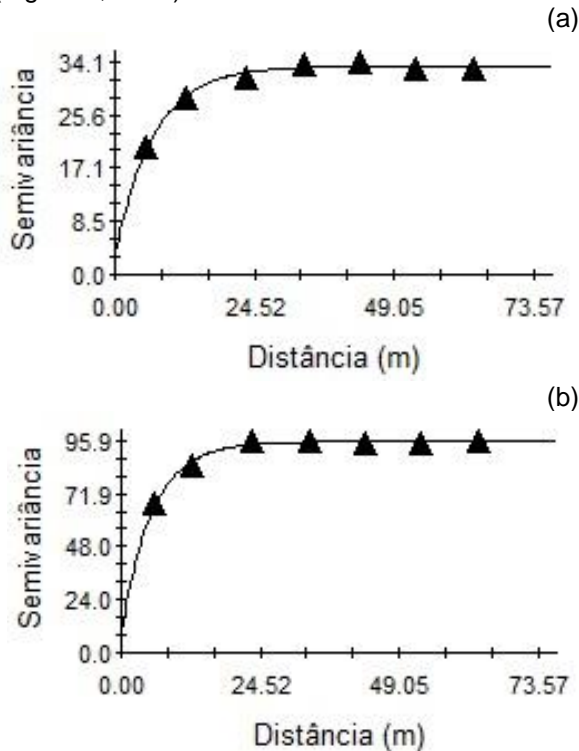
Parâmetro	C.R (%)	Parâmetro	C.R(%)
Profundidade 0,0-0,10 m			
Modelo	Exponencial	Média	39,30
C <sub>0</sub>	3,140	Mediana	39,47
C <sub>0</sub> +C <sub>1</sub>	33,360	Mínimo	20,00
a (m)	20,400	Máximo	58,33
GDE (%)	9,41	DP	6,92
R <sup>2</sup> (%)	98,6	CV (%)	17,61
SQR	1,99	Cs	0,13
N	78	Ck	0,28
Outlier	8	p	0,1381
Profundidade 0,10 - 0,20 m			
Modelo	Exponencial	Média	38,95
C <sub>0</sub>	9,300	Mediana	37,21
C <sub>0</sub> +C <sub>1</sub>	95,350	Mínimo	19,29
a (m)	16,500	Máximo	63,79
GDE (%)	9,75	DP	10,37
R <sup>2</sup> (%)	98,8	CV (%)	26,62
SQR	9,26	Cs	0,34
N	78	Ck	-0,29
Outlier	7	p	0,1381*

C<sub>0</sub>= efeito pepita; C<sub>0</sub>+C<sub>1</sub>= patamar; a= alcance; GDE= grau de dependência espacial; R<sup>2</sup>= coeficiente de determinação do modelo; SQR= soma de quadrados do resíduo; N= tamanho da amostra; DPAD= desvio padrão; CV= coeficiente de variação; Cs= assimetria; Ck= curtose; p= estatística do teste Kolmogorov-Smirnov; ns= não significativo; DP= desvio padrão; C.R(%) = Porcentagem de Colonização de Raízes.

Os resultados referentes ao teste Kolmogorov-Smirnov indicaram que os valores do atributo biológico em estudo (grau de colonização de raízes) não se ajustam à distribuição normal de frequências (p < 0,01). Apesar de a normalidade não ser exigência na geoestatística, essa permite observar maior

precisão das estimativas da krigagem por meio de seus valores médios (Cressie, 1991).

Os dados da análise geoestatística encontram-se na tabela 1. O grau de colonização de raízes apresenta-se com forte grau de dependência espacial nas duas profundidades estudadas, de acordo com o critério de classificação proposto por Cambardella et al. (1994), em que são considerados grau de dependência espacial forte os semivariogramas que têm um efeito pepita <25% do patamar, moderada quando está entre 25 e 75%, e fraca quando >75%. O modelo que melhor ajustou-se para obtenção dos semivariogramas foi o exponencial em ambas as profundidades (Figura 1, a e b).

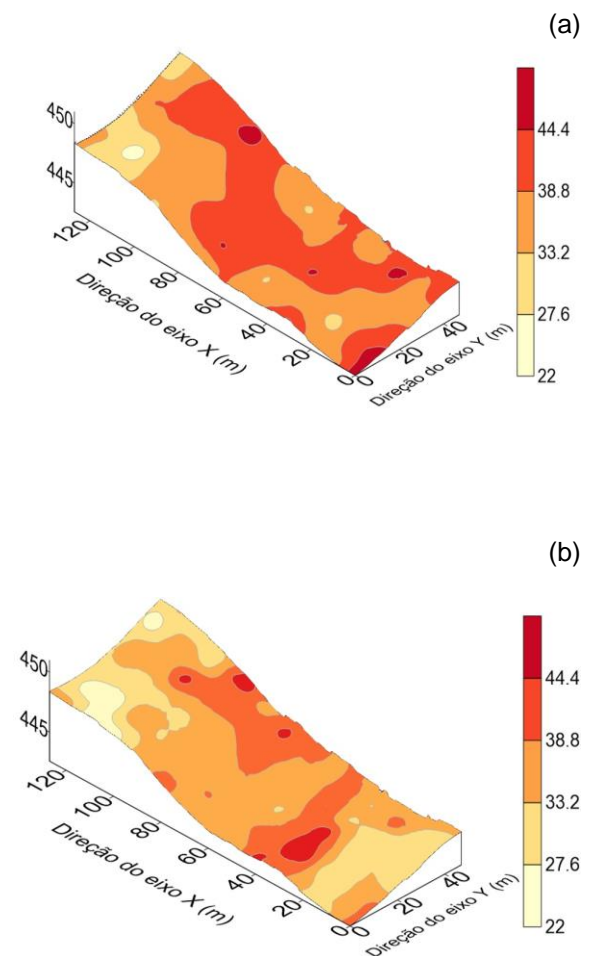


**Figura 1** – Semivariograma da variável % de colonização de raízes por FMAs nas profundidades 0,0 a 0,10m (a) e 0,10 a 0,20m (b).

Para elaboração destes foram observados os valores do coeficiente de determinação do modelo ( $R^2$ ), soma do quadrado dos resíduos (SQR) nas profundidades de 0,0 a 0,10 e 0,10 a 0,20m, respectivamente para o grau de colonização de raízes. O alcance é um parâmetro da geoestatística que tem servido de subsídio em planejamentos amostrais, uma vez que os valores de alcance implicam, de modo geral, em maior ou menor densidade amostral (Vieira et al., 2011). Os valores de alcance encontrados nas

duas profundidades foram baixos, sendo que na profundidade 0,0-0,10m o valor observado é maior que na profundidade 0,10-0,20m, sendo eles respectivamente 20,40m e 16,50m. Indicando que o atributo estudado apresenta distribuição dos valores de dependência espacial menos prolongada, ao longo da área de estudo (Alho et al., 2014).

Utilizando a técnica de krigagem ordinária e baseado nos modelos de semivariância ajustados para o atributo biológico em estudo foram interpolados os valores amostrados a fim de se construir os mapas da variabilidade espacial do grau de colonização das raízes por FMAs, os mesmos foram confeccionados utilizando 5 classes de divisão, com o objetivo de buscar uma melhor representação da distribuição dos valores na área de estudo. (Figura 2, a e b)



**Figura 2** – Distribuição espacial da % de colonização de raízes por FMAs nas profundidades 0,0 a 0,10m (a) e 0,10 a 0,20m (b).



## CONCLUSÃO

A variável % colonização de raízes por FMAs apresentou dependência espacial, com um forte grau de dependência espacial nas duas profundidades estudadas.

## REFERÊNCIAS

- AFEK, U.E.; RINALDELLI, J. A.; MENGE, E. L. V. JOHNSON AND E. POND. 1990. Mycorrhizal inoculum influence colonization of cotton, onion and pepper seedlings. *J.Amer. Soc. Hort. Sci.*, 115 (1): 938-942.
- AGUIAR, D.; LEREMEN, C.; MORELLI, F.; ANDRADE, L. PASCOTTO, C. R.; GAZIM, Z. C.; ALBERTON, O. Fungos micorrízicos arbusculares, biomassa e atividade microbiana de solo sob banana, braquiária e degradado. *Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR, Umuarama*, v. 16, n. 2, p. 137-142, jul./dez. 2013.
- ALHO L. C.; CAMPOS M.C. C.; SILVA D. M. P.; MANTOVANELLI B. C.; SOUZA Z. M.; Variabilidade espacial da estabilidade de agregados e estoque de carbono em Cambissolo e Argissolo Pesquisa Agropecuária Tropical, vol. 44, núm. 3, julho-septiembre, 2014, pp. 246-254, Goiânia,2014.
- CAMBARDELLA, C.A.; MOORMAN, T.B.; NOVAK, J.M.; PARKIN, T.B.; KARLEN, D.L.; TURCO, R.F. & KONOPKA, A.E. Field-scale variability of soil properties in Central Iowa. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 58:1501-1511, 1994.
- CRESSIE, N. *Statistics for spatial data*. New York, John Wiley, 1991. 920p.
- GRACE, C.; STRIBLEY, D.P.A. Safer procedure for routine staining of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycological Research, Cambridge, Grã-Bretanha*, v.95, p.1160-1162, 1991.
- GREEN, J., BOHANNAN, J. M. Spatial scaling of microbial biodiversity. *Trends in Ecology and Evolution*,V.21, p. 502-507,2006.
- GOMES, P. F.; GARCIA, C.H. Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações pra uso de aplicativos. Piracicaba: Fealq, 2002. 309p.
- JOHNSON, N. C. & F. L. PFLEGER. 1992. Vesicular-arbuscular mycorrhizae and cultural stresses. p. 71-97. In G. J. Bethlenfalvay & R. G. Linderman. (Ed.). *Mycorrhizae in sustainable agriculture*. ASA/CSSA/SSSA, Madison.124p.
- KOSKE, R.E.; GEMMA, J.N. Amodified procedure for sting roots to detect VA mycorrhizas.*Mycological Research, Cambridge*, v. 92, n. 4, p.486-488, 1989.
- MATIAS, M. C. B. S. atributos químicos e biológicos de um latossolo amarelo sob diferentes sistemas de manejo dos cerrados do Piauí. 2006. dissertação (mestrado em agronomia) - programa de pós-graduação em agronomia, universidade federal do Piauí.
- MOREIRA, F.M.S. & SIQUEIRA, J.O. 2002. *Microbiologia e Bioquímica do Solo*. Editora UFLA, Lavras.
- McGONIGLE, T.P.; FITTER, A.H. Ecologicals pecificity of vesicular arbuscular mycorrhizal associations. *Mycological Research, New York*, v.94, n.1, p.120-122, jan.1990
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B.; EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos*. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353p.
- SILVA NETO, S.P.; SANTOS, A.C.; LEITE, R.L.L.; DIM, V.P.; NETO, D.N. & SILVA, J.E.C. Variação espacial do teor de matéria orgânica do solo e produção de gramínea em pastagens de capim-marandu. *Biosci. J.*,28:41-53,2012.
- VIEIRA, S.R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R.F. et al. (Eds). *Tópicos em ciência do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v.1, p.1-53.
- VIEIRA, S. R.; DECHEN, S. C. F.; SIQUEIRA, G. M.; DUFRANC, G. Variabilidade espacial de atributos físicos e químicos relacionados com o estado de agregação de dois Latossolos cultivados no sistema de semeadura direta. *Bragantia, Campinas*, v. 70, p.185-195, 2011.