



## Variabilidade Espacial de Atributos Químicos em Latossolo Amarelo no Cerrado Piauiense<sup>(1)</sup>.

**Nara Núbia de Lima Cruz**<sup>(2)</sup>; **Ronny Sobreira Barbosa**<sup>(3)</sup>; **Márcio Cleto Soares de Moura**<sup>(4)</sup>; **Anderson João Cavalcante Leal Pinheiro**<sup>(5)</sup>; **Adriano de Oliveira Silva**<sup>(5)</sup>; **Liliane Oliveira Lopes**<sup>(6)</sup>.

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da CAPES.

<sup>(2)</sup> Mestranda em Agronomia – Solos e Nutrição de Plantas na Universidade Federal do Piauí, *Campus* Professora Cinobelina Elvas; Bom Jesus, Piauí; [nnc.16@hotmail.com](mailto:nnc.16@hotmail.com); <sup>(3)</sup> Professor Adjunto do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônoma da Universidade Federal do Piauí, *Campus* Professora Cinobelina Elvas; <sup>(4)</sup> Professor Adjunto do Curso de Licenciatura em Biologia da Universidade Federal do Piauí, *Campus* Professora Cinobelina Elvas; <sup>(5)</sup> Graduandos em Engenharia Agrônoma na Universidade Federal do Piauí, *Campus* Professora Cinobelina Elvas. <sup>(6)</sup> Mestranda em Agronomia – Solos e Nutrição de Plantas na Universidade Federal do Piauí, *Campus* Professora Cinobelina Elvas.

**RESUMO:** O cerrado piauiense ocupa cerca de 11 milhões de hectares, tendo o Latossolo Amarelo como a classe de solos mais representativa. Objetivou-se com este trabalho avaliar a distribuição espacial de atributos químicos do solo. O trabalho foi conduzido na propriedade Dois Irmãos na região sudoeste do Piauí, município de Bom Jesus. Foram coletados 121 pontos com distância de 30 m entre os pontos após as coletas as amostras foram conduzidas ao laboratório para o processamento das mesmas. Para a execução das análises as amostras foram passadas em peneira de 2 mm e posteriormente submetidas a análises químicas segundo o método proposto por Raji et al. (2001). Para a análise descritiva dos dados foi utilizando o software Minitab 13.1 (Minitab, State College, PA, EUA), no qual obteve-se os valores de média, mediana, mínimo, máximo, coeficiente de variação e desvio padrão. A modelagem dos semivariogramas para cada variável foi realizada com auxílio do programa GS+ (Gamma Design Software) versão 7.0. Para avaliação do comportamento espacial das variáveis, foram construídos mapas de krigagem com o software SURFER. Após a análise descritiva, dos dados obtidos, apenas o cálcio apresentou distribuição normal. Após o ajuste dos semivariogramas obteve-se o modelo gaussiano, para o K<sup>+</sup>, esférico para o Mg<sup>2+</sup> e exponencial para o Ca<sup>2+</sup>. Para os mapas de krigagem e possível verificar uma variação dos atributos, para o K<sup>+</sup> os valores obtidos são tidos como baixos. Conclui-se que existe variabilidade espacial dos atributos em estudo.

**Termos de indexação:** dependência espacial; fertilidade do solo; Matopiba.

### INTRODUÇÃO

O cerrado piauiense possui uma área de 8,5 milhões de hectares, representando cerca de 30% da área total do Cerrado setentrional brasileiro

(Aguiar & Monteiro, 2005). Os solos desse bioma apresentam baixa fertilidade natural, estando relacionada à acidez e sazonalidade das chuvas, os quais prejudicam o desenvolvimento das plantas (Conab, 2011).

O sistema plantio direto (SPD) é uma das técnicas mais eficaz para melhoria da qualidade e da produtividade do solo. No entanto, esta melhoria não se manifesta de forma homogênea em toda a área, devido a utilização de determinadas práticas de manejo (ausência de revolvimento do solo, adubações em superfície, a lanço ou nas linhas de semeadura, bem como o acúmulo superficial dos resíduos das culturas usadas em sucessão e/ou rotação ao longo dos anos) onde essas modificam a variabilidade de atributos químicos do solo comparados ao sistema convencional, dessa forma, o conhecimento da variabilidade é fundamental para o estabelecimento do correto manejo da fertilidade do solo (Zanão Júnior et al., 2010).

Frequentemente, ao se analisar os atributos do solo, com auxílio da estatística clássica, verifica-se que a influência da heterogeneidade espacial sobre a representatividade dos valores médios é ignorada (Chaves & Farias, 2009). Contudo a técnica da geoestatística permite o estudo do comportamento da variabilidade espacial destes atributos, possibilitando assim, uma melhor interpretação dos resultados com base na distribuição espacial dos atributos do solo, além de quantificar a sua magnitude (Souza et al., 2004).

Além disso, a estratégia de amostragem do solo pode ser otimizada com a incorporação de um modelo de variabilidade espacial. Em decorrência disso, a aplicação da geoestatística na ciência do solo vem sendo crescente e tornando-se uma ferramenta adicional para o estudo dos atributos espacialmente correlacionados. Este aumento pode ser explicado pela crescente competitividade do agronegócio e a preocupação com a conservação ambiental, que juntos estimulam a investigação e o uso de técnicas mais adequadas na ciência do solo. (Cavalcante et al., 2007).



O presente trabalho objetivou-se em descrever a variabilidade espacial de alguns atributos químicos, Cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), Potássio ( $\text{K}^+$ ) e Magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), em Latossolo Amarelo do Cerrado Piauiense.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área do seguinte estudo está localizada na Serra do Quilombo, município de Bom Jesus, Região Sudoeste do Estado do Piauí. Sua localização geográfica são  $9^{\circ} 17' 10''$  S e  $44^{\circ} 49' 33''$  W.

A classificação climática da região, de acordo com Köppen, é Aw, definida como tropical úmido (com estação chuvosa no verão e seca no inverno), e precipitação anual média entre 900 e 1.200 mm (concentradas no período de novembro a fevereiro), com temperatura variando entre 18 a  $36^{\circ}\text{C}$ .

O solo do local de amostragem foi classificado como Latossolo Amarelo, com textura média (Santos et al., 2013). Nessa área, ocorre o cultivo de culturas anuais (soja) cinco anos, sob sistema de plantio direto.

### Tratamentos e amostragens

Instalou-se uma malha retangular de 300x 330m (9,9 ha) com 121 pontos amostrais, com uma distância mínima de 30 metros entre pontos. Em cada ponto amostral foi coletada uma amostra de solo, na profundidade de 0-25 cm, em seguida as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e conduzidas ao laboratório para análise química dos atributos, determinando-se os valores de cálcio, magnésio, e potássio com a metodologia proposta por Raji et al. (2001). As análises de solo foram realizadas no Laboratório de Química Geral e Analítica da Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas (UFPI/CPCE).

### Análise de dados

A análise descritiva dos dados foi realizada calculando-se média, desvio padrão (S), coeficiente de variação (CV), mínimo (Min), máximo (Max), assimetria e curtose utilizando o programa Minitab 13.1 (Minitab, State College, PA, EUA). A modelagem geoestatística foi realizada segundo Vieira (2000) ajustando-se os modelos esférico, exponencial ou gaussiano. Para isso foi utilizado o programa GS+ (Gamma Design Software) versão 7.0. Para a diagramação do comportamento espacial das variáveis, foram construídos mapas de krigagem com o software SURFER 8.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes à análise descritiva dos atributos químicos estão apresentados na **tabela 1**. Observa-se que os valores da média e mediana das variáveis em estudo são próximos entre si, caracterizando distribuição tendendo a simetria.

Os valores do coeficiente de variação se apresentam relativamente altos dentro da classificação de Pimentel Gomes (2000) valores de coeficiente de variação acima de 20% são considerados altos. Porém, esse coeficiente de variação alto pode estar correlacionado com as práticas executadas com o manejo do solo, essa alta variação para os atributos químicos do solo pode ser resultado das diferentes interações dos processos de sua formação e de práticas de manejo do solo e da cultura afetando diretamente as camadas superficiais do solo. O desempenho dessas propriedades do solo na área de estudo pode, também, ser explicado pelas práticas como adubações e calagens sendo executadas de forma irregular na área, ao longo dos cultivos (Silva & Chaves, 2001).

Observando os valores de assimetria e curtose apenas o  $\text{K}^+$  não apresentou distribuição normal dos dados, essa informação é confirmada pelo valor do teste de Kolmogorov-Sminorv a 05% de significância.

Todos os atributos analisados apresentaram dependência espacial (**Tabela 2**) onde para o  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{K}^+$  apresentaram dependência espacial forte (< 25%) e para o  $\text{Mg}^{2+}$  dependência espacial moderada (25 a 75%), segundo a classificação de Cambardela (1994). Esse resultado corrobora com Artur et al. (2014) para as variáveis  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ . Para o ajuste dos semivariogramas obteve o ajuste gaussiano para o  $\text{K}^+$ , o ajuste esférico para  $\text{Mg}^{2+}$  e exponencial para o  $\text{Ca}^{2+}$ . De acordo com Mcbratney & Webster (1986) estudando modelos de ajuste do semivariograma para os atributos do solo, relataram que os modelos esférico e exponencial são os mais encontrados.

As variáveis em estudo apresentaram diferentes alcances variando de 13,98 a 202,30. De acordo com Lemos Filho et al. (2008), o alcance é o parâmetro principal que a geoestatística fornece a qual representa a distância em que uma variável sinaliza continuidade espacial sendo que, a partir desta distância, o comportamento espacial da variável passa a ser totalmente aleatório.

Na **figura 1**, observa-se os mapas de isolinhas obtidos através de krigagem, onde esses são essenciais na agricultura de precisão, pois contribuem para o planejamento de adubações mais exatas com uma eficaz relação custo-benefício. É possível verificar que os maiores valores de  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{Ca}^{2+}$  não apresentaram uma tendência clara em



função do relevo, destacando os maiores teores onde o fluxo acumulado do escoamento superficial é maior. Para o  $K^+$  e possível verificar que os teores encontrados foram relativamente baixos e próximos de zero onde tal efeito pode ter acontecido pelo processo de lixiviação para camadas mais profundas. Resultados semelhantes foram encontrados por Matias et al. (2009) estudando o cerrado nativo do Piauí.

SOUZA, Z. M.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T. 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, 2004.

ZANÃO JÚNIOR, L. A. et al. Variabilidade espacial de atributos químicos em diferentes profundidades em um latossolo em sistema de plantio direto. *Revista Ceres*, 57:429-438, 2010.

## CONCLUSÕES

Os atributos químicos em estudo apresentam moderado a forte dependência espacial em Latossolo Amarelo no Cerrado Piauiense

## AGRADECIMENTOS

A CAPES pela bolsa de mestrado e o CNPQ pela bolsa de iniciação científica, UFPI-CPCE pela estrutura concedida para a execução da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ARTUR, A. G. et al. Variabilidade espacial dos atributos químicos do solo, associada ao microrrelevo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18:141-149, 2014.

CAVALCANTE, E. G. S. et al. Variabilidade espacial de MO, P, K e CTC do solo sob diferentes usos e manejos. *Ciência Rural*, 37:394-400, 2007.

CHAVES, L. H. G. & FARIAS, C. H. A. Variabilidade espacial de cobre e manganês em Argissolo sob cultivo de cana-de-açúcar. *Revista Ciência Agronômica*, 40:211-218, 2009.

LEMOS FILHO, L. C. A. et al. Variação espacial da densidade do solo e matéria orgânica em área cultivada com cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). *Revista Ciência Agronômica*, 39:193-202, 2008.

MATIAS, M. C. B. et al. Propriedades químicas em Latossolo Amarelo de Cerrado do Piauí sob diferentes sistemas de manejo. *Revista de Ciências Agronômicas*, 40:356-362, 2009.

McBRATNEY, A. B. & WEBSTER, R. Choosing functions for semi-variograms of soil properties and fitting them to sampling estimates. *Journal of Soil Science*, Oxford, 37:617-639, 1986.

RAIJ, van B. et al. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 285p.

SILVA, P. C. M. & CHAVES, L. H. G. Avaliação e variabilidade espacial de fósforo, potássio e matéria orgânica em Alissolos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 5:431-436, 2001.

**Tabela 01.** Análise descritiva dos dados.

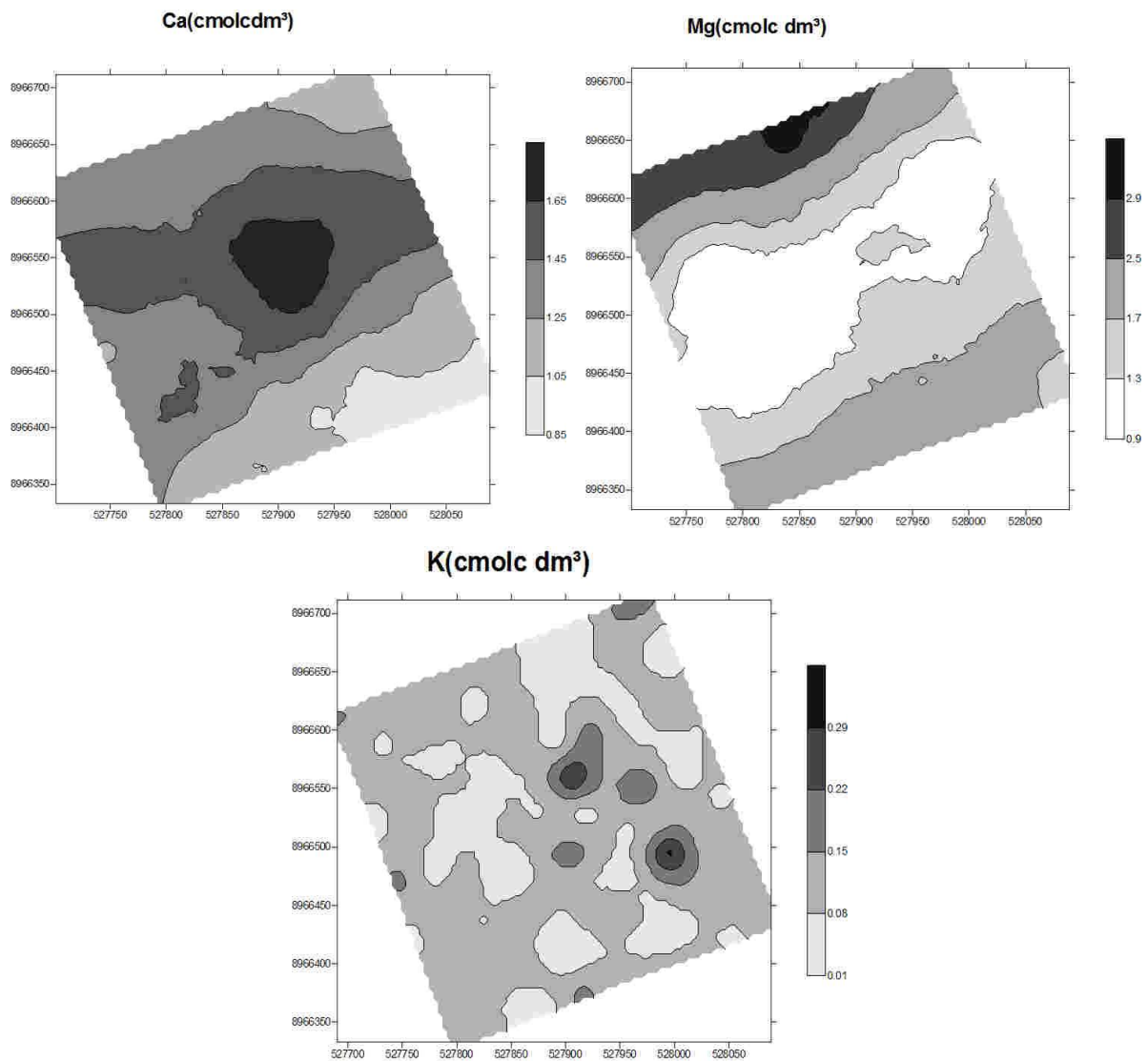
Variável <sup>(1)</sup>	Média	S	CV (%)	Mín.	Máx.	Assimetria	Curtose	Mediana	KS
<b>K<sup>+</sup></b>	0,086	0,050	58,57	0,02	0,32	1,92	5,45	1,03	0,010
<b>Mg<sup>2+</sup></b>	1,709	0,959	56,14	0,10	4,2	0,69	-0,43	1,58	0,10*
<b>Ca<sup>2+</sup></b>	1,403	0,408	29,12	0,60	2,6	0,24	-0,25	1,40	0,15*

<sup>(1)</sup> S: Desvio Padrão; CV: Coeficiente de Variação; Mín.: Mínimo; Máx.: Máximo; KS: Kolmogorov-Sminov. \*Nível de 5% de significância

**Tabela 2.** Parâmetros de dependência espacial estimados para K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>.

Variável <sup>(1)</sup>	Modelo	C <sub>0</sub>	C <sub>0</sub> +C <sub>1</sub>	Alcance	[C <sub>0</sub> /(C <sub>0</sub> + C <sub>1</sub> )]x100	R <sup>2</sup>
<b>K<sup>+</sup></b>	Gaussiano	0,00014	0,00108	13,98	12,96	0,89
<b>Mg<sup>2+</sup></b>	Esférico	0,4990	0,9990	202,30	35,00	0,99
<b>Ca<sup>2+</sup></b>	Exponencial	0,01828	0,10078	59,92	18,13	0,81

<sup>(1)</sup> C<sub>0</sub>: Efeito Pepita; C<sub>0</sub>+C<sub>1</sub>: Patamar; R<sup>2</sup>: Grau de Determinação.



**Figura 1.** Mapas de isolinhas para os atributos Cálcio, Magnésio e Potássio na profundidade de 0-25 cm em Latossolo Amarelo no Cerrado Piauiense.