

## **SATURAÇÃO POR ALUMÍNIO E SUA VARIABILIDADE ESPACIAL NO PRIMEIRO HORIZONTE EM VÁRZEA DO LITORAL PARAIBANO.**

*Carlos Henrique de Azevedo Farias*

Pesquisador da Destilaria Miriri S/A, Doutor em Recursos Naturais, Fone: (083) 3292 2116, E-mail: [carlos.henrique@miriri.com.br](mailto:carlos.henrique@miriri.com.br)

*Gabriel Saturnino de Oliveira*

Geógrafo Gerente Agrícola, Destilaria Miriri S/A. E-mail: [gabriel@miriri.com.br](mailto:gabriel@miriri.com.br)

*Francisco Lourival de Sousa*

Estudante de Administração e Supervisor da Destilaria Miriri S/A. E-mail: [lourival@miriri.com.br](mailto:lourival@miriri.com.br)

*Halan Vieira de Queiroz Tomaz*

Mestrando em Agronomia da ESALq. E-mail: [halanvieira@hotmail.com](mailto:halanvieira@hotmail.com)

*Paulo César Moura da silva*

Bolsista DCR Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, E-mail: [paulo.moura32@hotmail.com](mailto:paulo.moura32@hotmail.com)

**Resumo:** o trabalho foi conduzido na Fazenda Santa Luzia no município de Cruz do Espírito Santo/PB. Situada na coordenadas Lat 6°56'52.21"S e Log 35°7'57.01"O com o objetivo de verificar a variabilidade espacial no que diz respeito à saturação de alumínio no Complexo de Troca Catiônica (CTC). A área total considerada como unidade experimental foi de 49 ha. A área foi dividida em malha irregular totalizando 39 pontos, cada ponto de coleta, inclusive os limites da propriedade, foi georreferenciado com um GPS Geodésico. A coleta do solo se deu em trincheiras de 1 m<sup>3</sup>. O teor de Alumínio no primeiro horizonte do perfil do solo estudado apresenta característica de forte dependência, haja visto a relação entre efeito pepita/patamar de < 25%. A saturação de alumínio é, em 61,5% da área, normal e nos demais 38,5% da área demanda correção.

**Palavras-chave:** saturação, geoestatística, curtose

## **SATURATION FOR ALUMINUM AND HER SPACE VARIABILITY IN THE FIRST HORIZON IN COAST MEADOW IN PARAIBA STATE - BRAZIL.**

**Abstract:** the work was accomplished in Santa Luzia Farm in the municipal district of Cruz do Spirit Saint, PB. Located in the coordinates Lat 6° 56'52.21" S and Log 35° 7'57.01" O with the objective of verifying the space variability in what concerns the saturation of aluminum in Interchangeable Catiônica's Complex (ICC). the total area considered about experimental unit was of 49 ha. The area was divided in irregular mesh totaling 39 points, each collection point, besides the limits of the property, it was georreferenciado with a Geodesic GPS. The collection of the soil felt in trenches of 1 m<sup>3</sup>. The tenor of Aluminum in the first horizon of the profile of the studied soil presents characteristic of dependence fort, have seen the relationship n effect/ landing of < 25%. the saturation of aluminum is, in 61,5% of the area, normal and in the others 38,5% of the area demand correction.

**Keywords:** saturation, geostatistics, kurtosis

### **INTRODUÇÃO**

O solo dos tabuleiros costeiros são solos pobres do ponto de vista químico e algumas práticas de manejo se apropriam mais para este tipo de solo de clima tropical. É imprescindível a determinação da variabilidade espacial das propriedades químicas do solo com o intuito de diagnosticar e prescrever o melhor ou o mais adequado manejo para o mesmo.

A adoção de um manejo adequado com base apenas nos resultados das análises de amostras

isoladas e/ou submetidas à estatística descritiva convencional não mais parece uma saída adequada única, por não considerar a estrutura espacial do solo (até do ponto de vista de sua formação geológica), muito embora seja de extrema importância em alguns casos específicos. Algumas pesquisas tem sido desenvolvidas no sentido de determinar, com ferramentas mais precisas essa variação espacial, utilizando a geoestatística para verificar o grau de dependência espacial entre os pontos amostrados numa determinada área com os estudos das variáveis regionalizadas.

Farias et al. (2004) e estudaram o solo dos tabuleiros costeiros paraibanos e constataram que, para o alumínio, houve uma aleatoriedade na sua distribuição e que em 80% da área da fazenda a saturação de alumínio variou de 0 a 12% em um modelo geoestatística linear.

Já para Farias & Oliveira (2007) em solo da região de Sapé/PB há dependência espacial comprovada para saturação por alumínio. Para Silva & Chaves (2001) os teores de Potássio, Fósforo e Matéria Orgânica em alissolos do estado de Pernambuco apresentam forte correlação espacial.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Fazenda Santa Luzia no município de Cruz do Espírito Santo/PB. Situada na coordenadas Lat 6°56'52.21"S e Log 35°7'57.01"O com o objetivo de verificar a variabilidade espacial no que diz respeito à saturação de alumínio no Complexo de Troca Catiônica (CTC). A área total considerada como unidade experimental foi de 83 ha. A área foi dividida em malha irregular totalizando 49 pontos, cada ponto de coleta, inclusive os limites da propriedade, foi georreferenciado com um GPS Geodésico.

A coleta do solo se deu em trincheiras de 1 m<sup>3</sup>. Para as análises químicas, o solo foi estudado o primeiro horizonte do perfil de cada ponto georreferenciado, independentemente da sua profundidade. As amostras de solo foram analisadas pelo Laboratório de Irrigação e Drenagem do Departamento de Engenharia Agrícola, órgão ligado ao Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande.

Procedeu-se com as análises descritivas da estatística convencional, onde foram avaliados a média, os coeficientes de curtose e de variação. De acordo Warrick & Nielsen (1980) citado por Silva & Chaves (2001) pode-se classificar a variabilidade das variáveis estudadas em função do CV em três classes: baixa (CV<12%), média (12<CV<62%) e alta (CV>62%). Silva & Chaves (2001) recomendam o teste KS como forma de avaliar a distribuição de frequência dos dados e verificar a aderência dos dados a distribuição normal.

Para Costa Neto (1997) o teste KS consiste no cálculo das diferenças entre a probabilidade das variáveis normais reduzidas e a probabilidade acumulada dos dados experimentais. Segundo o autor, se o valor calculado em módulo for menor que o tabelado a distribuição experimental é aceita como aderida a distribuição normal. Para um número de amostras maior que 50 tem-se que:

$$KS = \sqrt{-\ln(p/2)/2n}$$

em que: KS = Diferença máxima admitida entre a curva experimental e a aleatória; p = Nível de significância; n = Número de amostras.

A técnica empregada neste trabalho para avaliar a dependência espacial dos dados amostrados foi a da geoestatística com os estudos de estacionaridade dos dados através do semivariograma, que é por definição:

$$\gamma(h) = (1/2)E \left\{ [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \right\}$$

e pode ser estimado por:

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

em que: N(h) é o número de pares de valores medidos Z(x<sub>i</sub>), Z(x<sub>i</sub> + h), separados por um vetor h.

Os semivariogramas confeccionados foram unidirecionais sendo, logo após, definidos os seus coeficientes teóricos quais sejam: o efeito pepita (Co); o patamar (C) e o alcance de dependência espacial (Ao) (Vieira et al., 2000). Cambardella et al. (1994) citam que para o estudo de dependência espacial a interpretação da relação entre efeito pepita e o patamar se faz necessário e deve ser vista da seguinte forma: Co ≤ 25% do C forte dependência espacial, 25%<Co<75% do C dependência espacial moderada e Co> 75% do C dependência espacial fraca.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se, pela Figura 2 que o 1º horizonte (com profundidade média de 28 cm) apresenta pontos de elevada saturação de alumínio. Uma análise estatística de frequência (Tabela 1), revela que nesse perfil do solo 61,5% da área dessa várzea apresenta uma saturação de alumínio ainda aceitável mais já preocupante variando em torno de 0 a 5,74%; 28,20% da área tem uma saturação por alumínio entre 5,75 e 10,06% e em apenas 10,30% da área o solo apresenta uma saturação entre 10,70 e 18,18%.

Para Tomé Jr. (1997) saturação de alumínio, em relação à CTC do solo, de 6% já é limitante a produção de culturas. Neste horizonte do solo, que está situado entre 0 e 28 cm, em média, o grau de dependência (GD); definido através da relação C<sub>0</sub>/C, citada por Cambardella et al. (1994), no horizonte estudado, indica que há uma forte dependência espacial entre um ponto e seus vizinhos, com um GD de 0,089 em modelo exponencial de 111 m de alcance (Tabela 2 e Figura 1) Berner et al. 2007 estudaram em um cambissolo as propriedades químicas e sua variabilidade; os autores definiram através da geoestatística um modelo esférico para o teor de alumínio expresso em cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; eles afirmam que para a camada de 0 a 10 cm há um alcance de 26 m com um GD de 40 sendo de moderada dependência espacial. Pelo estudo de Berner et al. 2007 algumas propriedades, a exemplo o alumínio, apresentaram comportamento diferentes nas três

camadas estudadas (0 a 10; 10 a 20 e de 20 a 30 cm); de fato nas três profundidade e nos dois tratamento estudado foi comprovada a dependência espacial de moderada a forte.

Já para Silva et al. (2003) em Argissolo Vermelho Amarelo o teor de alumínio trocável, expresso em  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , apresenta um GD de 0,88 com um alcance de 7,5 m; pela classificação

proposta por Cambardella et. al. (1994), o grau de dependência espacial é forte. Para os autores a saturação por alumínio em relação ao complexo de troca catiônica também se apresenta como sendo de forte dependência espacial, haja vista o GD de 0,95 com um alcance de 7,63 m com um modelo exponencial.

Tabela 1. Estatística descritiva para a saturação de alumínio no horizonte estudado da Várzea da Fazenda Santa Luzia. Cruz do Espírito Santo/PB

Variável	Média (%)	Valor (%)		Coeficiente		Teste KS*	
		Menor	Maior	Variância	Curtose	$D_{\max}$	$D_t$
1° horizonte	5,50	0	18,18	18,47	0,999	0,717	0,115

KS - teste de kolmogorov-Smirnov;  $D_{\max}$  - diferença absoluta entre a função de distribuição normal acumulada, e a freqüência relativa observada acumulada e ajustada,  $D_t$  - valor crítico tabelado para um tamanho de amostra  $n$ ,  $\delta = 0,5$  e significância  $\alpha$ .

Tabela 2. Geoestatística para a saturação de alumínio no horizonte estudado da Várzea da Fazenda Santa Luzia. Cruz do Espírito Santo/PB

Variável	$C_0$	C	Alcance (m)	$[C_0/C] \times 100$	Modelo	$R^2$
1° horizonte	0,0010	1,122	111	0,089	Exponencial	0,826

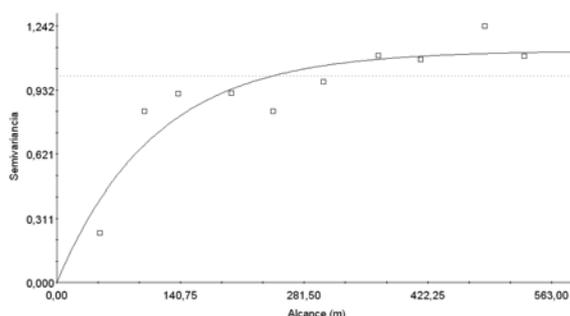


Figura 1. Semivariograma, para o horizonte estudado, da Várzea da Fazenda Santa Luzia. Cruz do Espírito Santo/PB

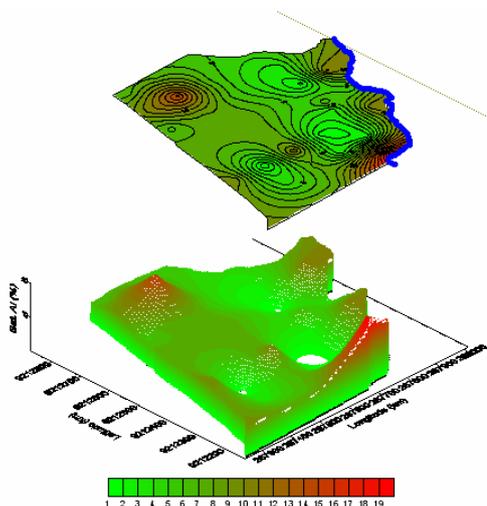


Figura 2. Distribuição espacial alumínio, no horizonte estudado, da Várzea da Fazenda Santa Luzia. Cruz do Espírito Santo/PB

## CONCLUSÕES

Há uma forte dependência espacial quanto à saturação de alumínio no solo de Várzea da Fazenda Santa Luzia.

A saturação de alumínio em relação ao complexo de troca catiônico no solo da Fazenda Santa Luzia, está em 61,5% da área normal.

Em 38,5% da área os teores verificados no solo da fazenda Miriri são limitantes à produção de cana-de-açúcar.

## AGRADECIMENTO

À Destilaria Miriri S/A pelo apoio total e irrestrito, e pela permissão para esta publicação.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVACK, J. M.; PARKIN, T.B; KARLEN,D.L; TURCO R. F.; KNOPKA, A. E. Field-scale variability of soil proprieties in central Iowa soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 58: 1240-1248, 1994.

BERNER, P.G.M.; VIEIRA; S.R.; LIMA, E.; ANJOS, L.H.C. dos. *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, v.31 p.837-844, 2007.

COSTA NETO, P.L.O. *Estatística*. 15 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1997. 468p.

COUTO, E.G.; KLAMT, E. & STEIN, A. Estimativa do teor de argila e do potássio trocável em solos esparsamente amostrados no sul do estado de Mato Grosso. *R. Bras. Ci. Solo*, 24:129-140, 2000.

FARIAS, C. H. de A.; OLIVEIRA, K. S. de; ANTUNES, V. L.; SILVA, P. C. M. da. Variabilidade química do solo dos tabuleiros costeiros paraibanos I: fósforo, cálcio e alumínio. *XXXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola*. CD ROM, São Pedro, SP, 2004a. 4p.

FARIAS, C. H. de A., OLIVEIRA G. S. de. Alumínio: variabilidade em tabuleiro costeiro paraibano e sua influência no cultivo da cana-de-açúcar. *XXXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola*. CD ROM. 2007, 4p, Bonito/MS.

SILVA, P.C.M. da & CHAVES, L.H.G. Avaliação e variabilidade espacial de Fósforo, Potássio e matéria orgânica em alissolos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. V.5, n.3, p.431-436,2001.

SILVA, V. R.; REICHERT, J. M.; STORCK L. FEIJÓ, S. *Variabilidade espacial das características químicas do solo e produtividade de milho em um argissolo vermelho-amarelo distrófico arênico*. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, p. 1013-1020, 2003.

VIEIRA, S.R. *Geoestatística em estudos de variabilidade do solo*. In: tópicos em ciência do solo, volume I, SBCS, Viçosa-MG, p.2-52, 2000.

TOMÉ JR., J. B. *Manual para interpretação de análises de solo*. Guaíba, Agropecuária, 1997, 247p.