

Variabilidade de atributos físicos e químicos para recuperação de um Argissolo Vermelho sob pastagem degradada no Cerrado

Spatial variability of physical and chemical attributes for the recovery of a Red Argisol under degraded pasture in the Cerrado

BARBIERI, Rayner S. [1](#); MONTANARI, Rafael [2](#); TEIXEIRA FILHO, Marcelo C. M. [3](#); PANOSSO, Alan R. [4](#); LIMA, César G. R. [5](#)

Recibido: 10/02/2017 • Aprobado: 13/03/2017

Conteúdo

- [1. Introdução](#)
- [2. Metodologia](#)
- [3. Resultados](#)
- [4. Conclusões](#)

[Referências bibliográficas](#)

RESUMO:

As pastagens brasileiras, em sua maioria, têm sido exploradas utilizando-se a fertilidade natural dos solos deixando-as em algum estágio de degradação. O presente trabalho teve como objetivo avaliar atributos físicos e químicos do solo sob pastagem degradada e sua necessidade de nutrientes e calcário, por meio da análise estatística e geoestatística. A NK foi a única necessidade de fertilização que apresentou dependência espacial na área analisada. A região central e oeste não tem boa capacidade de retenção de água e nutrientes.

Palavras chave: Geoestatística, Necessidade de calagem e adubação, *Urochloa brizantha*

ABSTRACT:

Brazilian pastures, for the most part, have been exploited using the natural fertility of the soils leaving them at some stage of degradation. The present work had the objective of evaluating the physical and chemical attributes of the soil under degraded pasture and its nutrient and limestone needs, through statistical and geostatistical analysis. NK was the only fertilization need that presented spatial dependence in the analyzed area. The central and western regions do not have good retention capacity of water and nutrients.

Keywords: Geostatistics, Need for liming and fertilization, *Urochloa brizantha*.

1. Introdução

As pastagens brasileiras, em sua maioria, têm sido exploradas utilizando-se da fertilidade natural dos solos. O Brasil possui cerca de 167 milhões de hectares de pasto comportando um rebanho de cerca de 208 milhões de cabeças em 2014, com uma taxa de lotação de pastagem de 1,23 cabeças ha⁻¹ (Abiec, 2015). Estima-se que 30 milhões de hectares de áreas de pastagens estejam comprometidas com

algum estágio de degradação. Para o Estado de São Paulo, estima-se que cerca de 42% das pastagens estejam degradadas (Brasil, 2014).

A mudança climática global, estratégias de lotação animal, manejo do solo, falta de acesso à informação do produtor, baixa produtividade das gramíneas, escolha da espécie forrageira, formação de pastagens, clima severo e solos frágeis são alguns fatores que podem explicar a degradação de pastagens ao longo dos anos (Barros et al., 2002; Peron e Evangelista, 2004; Harris, 2009). Porém, Dias-filho (2014) evidencia a existência de um imenso potencial para o aumento de produtividade da pecuária nacional pela simples recuperação dessas áreas improdutivas. Este processo de recuperação pode ser realizado por meio de práticas de recuperação ou renovação de pastagens seguidas por diferentes tipos de manejo como: reestabelecimento da fertilidade do solo, plantio direto, integração lavoura pecuária, integração pecuária floresta, uso de leguminosas, descompactação do solo e uso de sistemas rotativos.

A recuperação de pastagens degradadas será principal alternativa para conquista de ganhos de produtividade da pecuária brasileira; principalmente a região centro-sul do país dependerá mais de ganhos de produtividade. Esta percepção já está refletida nas preocupações e projeções de política para o setor; um exemplo foi à expressão do compromisso, divulgado no início dos anos dois mil pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, de recuperar 15 milhões de hectares de áreas de pastagens degradadas entre os anos de 2010 e 2020, como produto do programa do governo federal de redução da emissão de gases de efeito estufa (Brasil, 2014).

Apesar das grandes áreas de pastagens degradadas no Brasil, pouca informação existe sobre a variação das correlações de propriedades do solo. Tais informações contribuem para uma melhor caracterização de áreas de pastagem, podendo auxiliar seu manejo, levando à maior capacidade de suporte de animais e, conseqüentemente, maiores rendimentos pecuários e evitar a degradação do solo e mais desmatamento para estabelecer novas pastagens (Figueiredo et al., 2016).

A agricultura de Precisão (AP), segundo Mantovani (2000), é um conceito de condução de sistemas agrícolas consolidados nas mais recentes inovações para manejo do solo, insumos e culturas, capaz de permitir a identificação de variações espaciais e temporais de atributos do solo que afetam a produtividade. Segundo Guimarães (2004) a análise espacial de dados apresenta-se como alternativa e/ou como complementação da análise clássica de dados. A literatura apresenta alguns procedimentos de análise espacial de dados, sendo que, a análise denominada "geoestatística" tem maior ênfase neste tipo de estudo.

A disponibilidade de dados em alta resolução espacial e temporal viabiliza não só maior robustez nos resultados, como também o entendimento integrado e dinâmico das correlações espaciais e temporais entre os diferentes fatores. Com a análise geoestatística é possível organizar os dados disponíveis espacialmente de acordo com a semelhança entre vizinhos georreferenciados. Assim, é possível obter um diagnóstico de problemas específicos dentro de um talhão, que poderão requerer intervenções de manejo específicas (Grego et al., 2014).

Sabendo que a geoestatística pode ser vista como um instrumento de gestão que potencialmente conduz a um planejamento mais eficaz, o presente trabalho teve como objetivo avaliar atributos físicos e químicos de um solo sob pastagem potencialmente degradada e sua necessidade de nutrientes e calcário, por meio da análise estatística descritiva e geoestatística.

2. Metodologia

O trabalho de pesquisa foi desenvolvido no ano agrícola de 2015/2016 e conduzido em área experimental de sistemas de produção em bovinocultura de corte pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria – MS, situada aproximadamente a 51° 22' de longitude Oeste de Greenwich e 20° 22' de Latitude Sul, com altitude de 335 metros. Sua precipitação média anual é de 1.300 mm, e a temperatura média, de 23,7 oC. O solo foi classificado como Argissolo Vermelho eutrófico, textura arenosa (Embrapa, 2013).

Em 1978 as áreas de pastagens da fazenda experimental foram formadas. Foram 2 t ha⁻¹ de calcário dolomítico e 1 t ha⁻¹ de fosfato natural GAFSA (25,6% de P₂O₅ solúvel). Em 2009 a área foi reformada e aplicado 2 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT: 86%). A área do estudo é formada com a forrageira *Urochloa brizantha* cv. Marandu e não recebeu mais nenhum tipo de adubação ou calagem. Foi realizado anteriormente controle de cupins e aplicação de regente.

Foi realizado uma análise química de acordo com Raij et al. (1997) para caracterização inicial do solo, com amostragem na profundidade de 0,00-0,20 m, apresentando os seguintes resultados: Fósforo resina – 9,0 mg dm⁻³; matéria orgânica – 20,0 g dm⁻³; pH (CaCl₂) – 5,4; potássio - 5,8 mmolc dm⁻³; cálcio – 15,0 mmolc dm⁻³; magnésio – 18,0 mmolc dm⁻³; acidez potencial – 18,0 mmolc dm⁻³; alumínio – 0,0 mmolc dm⁻³; soma de bases – 33,8 mmolc dm⁻³; capacidade de troca catiônica – 54,8 mmolc dm⁻³; saturação por bases – 65 %; saturação por alumínio – 0,0 %.

Foi utilizada uma área de aproximadamente 1 ha confeccionada uma malha geoestatística composta por 46 pontos amostrais georreferenciados aleatoriamente e as coletas retiradas na profundidade de 0,00 a 0,20 m. As amostras foram coletadas no dia 29 de outubro de 2015 e foram submetidas a análises químicas e físicas. Foram determinados os teores de fósforo (P), matéria orgânica (MO), potássio (K⁺), cálcio (Ca²⁺) e magnésio (Mg²⁺). Além disso, foram determinados os valores de pH (CaCl₂), acidez potencial (AP), teor de alumínio (Al), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m), resistência a penetração (RP), argila, areia, silte e umidade volumétrica (UV).

As necessidades de calagem (NC) e de adubação com nitrogênio (NN), fósforo (NP – P₂O₅), potássio (NK – K₂O) e enxofre (NS) e análises químicas do solo foram calculadas de acordo com Raij et al. (1997) para gramíneas do "Grupo II" para manutenção, sendo que a NC foi atribuído valor zero para os pontos amostrais em que o cálculo resultou em uma recomendação de aplicação menor que uma tonelada por hectare.

A resistência a penetração foi avaliada com penetrômetro de impactos segundo Stolf (1991) e calculada segundo a expressão (Equação 1) contida em Rosa Filho et al. (2009).

$$RP = \left[5,581 + 6,891 \cdot \left(\frac{N}{PA} \cdot 10 \right) \right] \cdot 0,0981 \quad \text{Eq. 1}$$

onde: RP é a resistência do solo a penetração (MPa); N é o número de impactos efetuados com o martelo do penetrômetro para obtenção da leitura; A e P as leituras antes e depois da realização dos impactos. A umidade volumétrica (m³ m⁻³) foi determinada com o HS2 Hydrosense II System, de acordo com as instruções determinadas por Campbell Scientific (2014). Para a determinação da textura do solo (argila, areia e silte), foi utilizado o método da Pipeta (EMBRAPA, 1997).

Para cada atributo estudado, foi realizada a análise descritiva clássica, com auxílio do software estatístico SAS (Schlotzhaver e Littell, 1997), em que foram calculados a média, mediana, valores mínimos e máximos, desvio-padrão, coeficiente de variação, curtose, assimetria e distribuição de frequência. Para testar a hipótese de normalidade, ou de lognormalidade foi utilizado o teste de Shapiro e Wilk a 5 % de significância.

A variabilidade de um atributo pode ser classificada, de acordo com Pimentel Gomes e Garcia (2002), segundo a magnitude de seu coeficiente de variação (CV). Suas classes foram determinadas como baixa (CV ≤ 10 %), média (10 % < CV ≤ 20 %), alta (20% < CV ≤ 30%) e muito alta (CV > 30 %).

O componente espacial foi caracterizado pela dependência espacial entre as amostras, que foram analisadas pelo método do variograma. Este se baseia na teoria de variáveis regionalizadas (Webster e Oliver, 1990) e descreve a continuidade espacial das variáveis como uma função da distância entre os dois locais (Equação 2):

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

onde $\gamma(h)$ é a semivariância experimental para uma distância de separação h; z(x_i) é o valor da propriedade no ponto i e N(h) é o número de pares de pontos separados pela distância h. A plotagem $\times h$ produz o variograma experimental, que apresenta um comportamento puramente aleatório ou algum comportamento sistemático por modelos teóricos (esférico, exponencial e gaussiano). A escolha do modelo de variograma ajustado e seus parâmetros baseou-se a soma do quadrado dos resíduos e sobre o coeficiente de determinação (R²) obtido ajustando um modelo teórico para um variograma experimental. Para verificar a confiabilidade do modelo matemático, foi usada uma técnica de validação cruzada (dados não mostrados). Depois de ajustar o modelo para o variograma, foram estimados valores nos locais não amostrados pela técnica de krigagem por ser um estimador linear não enviesado

dm-3)	12,52	12,00	6	24	3.991	31,88	0,242	0,785	0,0165	TN
Mg (mmolc dm-3)	13,24	13,50	6	21	3.703	27,99	-0,164	0,311	0,1226	NO
AP (mmolc dm-3)	18,92	18,00	12	28	3.193	16,88	0,741	0,557	0,0091	IN
Al (mmolc dm-3)	0,30	0,00	0	2	0,707	235,70	2.255	2.020	0,0001	IN
SB (mmolc dm-3)	27,00	27,05	13,7	46,6	7.726	28,61	-0,071	0,452	0,3344	NO
CTC (mmolc dm-3)	45,64	44,85	35,7	61,6	5.833	12,78	0,431	0,849	0,0205	TN
V (%)	58,40	60,00	33	86	10.315	17,66	0,731	-0,187	0,2695	NO
m (%)	1,62	0,00	0	13	3.870	238,87	2.924	2.128	0,0001	IN
Necessidade de calagem e adubação										
NC (Mg ha-1)		0,00	0	1	0,240	399.830	13.124	3.821	0,0001	IN
NP (kg ha- 1)		40,00	20	40	5.803	16,58	-0,523	-0,653	0,0001	IN
NK (kg ha- 1)		30,00	0	40	10.568	33,44	2.753	-1.630	0,0001	IN

(a) RP, UV, Argila, Areia e Silte são, respectivamente, a resistência à penetração, umidade volumétrica, teor de argila, teor de areia e teor de silte; P, MO, pH, K, Ca, Mg, AP, Al, SB, CTC, V e m são, respectivamente, fósforo resina, matéria orgânica, potencial hidrogeniônico, potássio, cálcio, magnésio, acidez potencial, alumínio, soma de bases, capacidade de troca catiônica, saturação por bases e saturação por alumínio; NC, NP, NK são, respectivamente, necessidade de calagem, necessidade de fósforo e necessidade de potássio; (b) DF = distribuição de frequência, sendo NO, TN e IN respectivamente do tipo normal, tendendo a normal e indeterminada.

A argila e a UV tiveram variabilidade média (11,22 e 16,37 % respectivamente). Pedron et al. (2012), analisando o horizonte B do Argissolo, também obtiveram variação média para argila (16,00 %) e baixa para areia (7,00 %). Suzuki (2008) analisou a qualidade físico-hídrica de um Argissolo Vermelho Distrófico com textura média/argilosa sob pastagem no sul do Brasil e obteve variação baixa para a umidade volumétrica (9,26 %), diferenciando do presente estudo. No entanto, Torres et al. (2013) avaliando um Latossolo Vermelho Distrófico sob pastagem irrigada; Montanari et al. (2013) estudando um Argissolo Vermelho-Amarelo sob pastagem com *Urochloa decumbens*, encontraram variações bem semelhantes de UV (15,11 e 12,64 %).

Alguns atributos químicos apresentaram maiores coeficientes de variação, classificados como super alto. Souza et al. (2008a) estudaram um Argissolo Vermelho-Amarelo com textura argilosa sob pastagem e obtiveram CV semelhante para teor de P (47,88 %), teor de K (30,56 %), teor de Ca (45,88 %) e m (97,21 %). Santos e Gontijo (2013), em um solo sob pastagem, também verificaram valores próximos ao teor de P (76,90 %), teor de K (34,10%) e teor de Ca (33,00 %), Outros autores (Rodrigues et al., 2012; Vicente e Araújo, 2013; Lima et al., 2014; Silveira Junior et al., 2014) também relataram valores muito altos para os teores de P, K e Ca, mostrando que esses atributos em Argissolos sob pastagem ou pastagens consorciadas tendem a ter variações muito altas. Considerando o teor de Al e m%, Silveira Junior et al. (2014), estudando um Neossolo Quartzarênico Órtico típico

sob diferentes usos agrícolas, e Silva et al. (2003), analisando um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico arênico, encontraram valores semelhantes, com variação alta (145,70, 154,73 e 34,90 % para teor de Al e 47,90 % para m).

O teor de Mg e SB tiveram coeficientes de variação considerados altos (Tabela 1), com 27,99, 28,61 % respectivamente. Souza et al. (2008a) conduzindo em área cultivada com pastagem de variedade da *Urochloa* atingiram valores similares ao teor de Mg, com valor de variação alto (26,10 %), assim como Souza et al. (2008b) que obtiveram 28,57 %. Porém, outros autores (Montanari et al., 2008; Rodrigues et al., 2012; Vicente e Araújo, 2013; Silveira Junior et al., 2014; Lima et al., 2014) alcançaram variações muito altas (acima de 30,00 %), diferenciando do presente estudo. Com relação à SB, Souza et al. (2010), trabalhando com um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico sob sistema de pastejo extensivo, obtiveram variação muito alta (37,13 %). Além deste, outros autores também encontraram variações muito altas (Lima et al., 2010; Rodrigues et al., 2012; Vicente e Araújo, 2013).

As médias para Argila, Areia e Silte foram 143, 810 e 48,62 g kg⁻¹, respectivamente. Estes valores são típicos de Argissolos (Negreiros Neto et al., 2010; Cajazeira e Assis Junior, 2011; Mion et al., 2012; Pedron et al., 2012).

Os atributos MO, AP, CTC e V% (Tabela 1) apresentaram variações médias (11,40, 16,88, 12,78 e 17,66 %, respectivamente), talvez explicada pela reforma da área com aplicação de calcário em 2009, resultando em menor variação destes atributos na área. Richter et al. (2011), pesquisando atributos da fertilidade do solo em razão da profundidade e da altitude do relevo em um Latossolo Vermelho distrófico com 18 anos de integração Lavoura Pecuária se depararam com variações semelhantes para MO, CTC, V (10,51, 10,43 e 18,92 %, respectivamente). Montanari et al. (2008), trabalhando com um Argissolo Vermelho Eutrófico abrupto, também encontraram variações parecidas de CTC e V (12,95 e 16,05 %). Lima et al. (2010) encontraram variação média para CTC (15,57 %) analisando atributos químicos de um solo em área de vegetação natural em regeneração. Porém, Pariz et al. (2011) estudaram um solo de cerrado e *Urochloa decumbens*, Lima et al. (2014) em um Argissolo Vermelho-Amarelo sob pastagem mal manejada, obtiveram variações altas para MO (21,20, 24,60 e 35,28 %). Souza et al. (2010) trabalharam com uma pastagem de *Urochloa decumbens*, implantada no ano de 2000 em substituição a pastagem nativa e chegaram a uma variação semelhante para AP, com valor médio de 18,89 %.

O pH (CaCl₂) foi o único atributo a apresentar variação baixa segundo Pimentel-Gomes e Garcia (2002). Este dado corrobora com muitos autores na literatura (Silva et al., 2003; Souza et al., 2008b; Montanari et al., 2008; Lima et al., 2010; Souza et al., 2010; Richter et al., 2011; Bezerra, 2013; Lima et al., 2014), mostrando que esse atributo é pouco variável em solos.

A NC e NK apresentaram variações muito altas (399,83 e 33,44 %, respectivamente) e a NP apresentou variação média (16,58 %) em função da fosfatagem realizada em toda a área. Campos et al. (2008) estudaram a aplicação de adubo e corretivo após o corte da cana-planta em um Latossolo Vermelho Distroférico textura média e um Latossolo Vermelho Eutroférico textura argilosa e também encontraram variações muito altas para NC e NK, com valores de 56,60 e 31,70 %, respectivamente. Corá e Beraldo (2006) selecionaram três talhões de cana-de-açúcar sob reforma num Latossolo Vermelho Distroférico textura argilosa, outra parte Latossolo Vermelho Eutroférico textura argilosa e parte sob Latossolo Vermelho Eutrófico textura média. Estes autores também encontraram variações altas para NC (37,00, 32,00 e 66,00 %) e para NP, variações médias (17,00 e 14,00 %), corroborando com este estudo. Apenas para um talhão foi encontrado variação baixa para NP (7,00 %). Barbieri et al. (2008) analisaram a variabilidade espacial de atributos químicos de um Argissolo para aplicação de insumos à taxa variável em diferentes formas de relevo e obtiveram variação muito alta para NC (56,00 %), variações médias para NK (16,00 e 18,00 %) e variações altas para NP (20,00 e 24,00 %). Os dados de autores da literatura mostram que necessidades de calagem e adubação, estudados como variabilidade espacial, tendem a ter variações médias a muito altas. A NN e NS não variaram, pois, segundo Raij et al. (1997), gramíneas do grupo II para manutenção, devem ser aplicados 60 e 20 kg ha⁻¹, respectivamente, em todos os pontos.

A argila e areia apresentaram distribuição normal (Tabela 1) e foram significativos (p<0,05) com coeficientes de assimetria de 0,503 e -0,295 para argila e areia, respectivamente e, coeficientes de curtose de 0,457 e 0,464 para argila e areia, respectivamente. A RP, UV e Silte demonstraram distribuição indeterminada, com coeficiente de assimetria de 1,307; -0,813 e 1,310, respectivamente e, coeficiente de curtose de 1,248; 0,755 e 1,793 respectivamente. Pariz et al. (2011) encontraram

distribuição normal para RP e tendendo a normal para UV.

Os atributos teor de Mg, SB e V apresentaram distribuição normal (Tabela 1) e foram significativos ($p < 0,05$). O teor de Mg e SB demonstraram coeficiente de assimetria positivo (0,311 e 0,452; respectivamente) e coeficiente de curtose negativo (-0,164 e -0,071, respectivamente), já o V apresentou coeficiente de assimetria negativo (-0,187) e coeficiente de curtose positivo (0,731). Outros autores também encontraram distribuição normal para os atributos teor de Mg, SB e V. (Silva et al., 2003; Campos et al., 2008; Montanari et al., 2008; Souza et al., 2008a).

Os pH, teor de Ca e CTC evidenciaram distribuição tendendo a normal (Tabela 1) com coeficiente de assimetria positivos de 0,598; 0,785 e 0,849, respectivamente e coeficientes de curtose também positivos (0,539; 0,242 e 0,431, respectivamente). Souza et al. (2010) obtiveram distribuição normal para o pH e Silva et al. (2003) constataram distribuição normal para CTC. A distribuição indeterminada foi verificada para os atributos teor de P, MO, teor de K, AP, teor de Al e m. Estes atributos apresentaram coeficiente de assimetria positivo de 0,829; 0,787; 2,111; 0,557; 2,020 e 2,128, respectivamente e, coeficiente de curtose de 0,708; -0,023; 4,117; 0,741; 2,255 e 2,924, respectivamente. Souza et al. (2008b) também não encontraram normalidade nos dados dos teores de P, K e Al. A NC, NP e NK apresentaram distribuição indeterminada (Tabela 1), com coeficiente de assimetria de 3,821; -0,653 e -1,630, respectivamente e, coeficiente de curtose de 13,124; -0,523 e 2,753, respectivamente. Campos et al. (2008) também não se depararam com distribuição normal para NP, NK e NC.

A RP apresentou uma média de 2,58 MPa (Tabela 1), considerada alta segundo Soil Survey Staff (1993) adaptado por Arshad et al. (1996). Considerando que alguns autores, que afirmam que a resistência à penetração limitante ao crescimento radicular é de 2 MPa, dependendo do tipo de solo (Tormena et al., 1998; Beutler et al., 2006). Magalhães et al. (2009) estudaram resistência do solo a penetração sob diferentes sistemas de cultivo em um Latossolo e chegou a resultados parecidos em relação à área da pastagem, na profundidade de 0,00-0,18 m, apresentando valores de 2,25 e 2,64 MPa, mostrando que, a RP em áreas de pastagem tem valores altos em função do pisoteio animal.

A UV apresentou média de 0,11 m³ m⁻³. Um solo ideal para bom desenvolvimento da planta necessita de 0,17 m³ m⁻³ de umidade, portanto, a média de UV para a área analisada foi um pouco baixa. Isto é explicado pela área ser arenosa e baixa capacidade de retenção de água. Torres et al. (2012) avaliaram a UV de 0,00-0,18 m de profundidade num Latossolo Vermelho distrófico, dezesseis meses após a implantação da pastagem com capim Tifton e conseguiram valores semelhantes (0,16 e 0,19 m³ m⁻³). Montanari et al. (2013) obtiveram 0,13 e 0,15 m³ m⁻³ para UV analisando alguns atributos físicos de um Argissolo sob pastagem de braquiária. Já, Pariz et al. (2011) estudaram um solo de cerrado com *Urochloa decumbens* alcançaram valor superior de UV (0,22 m³ m⁻³). Um solo ideal para bom desenvolvimento da planta necessita de 0,17 m³ m⁻³, as As médias para Argila, Areia e Silte foram 143, 810 e 48,62 g kg⁻¹, respectivamente. Estes valores são típicos de Argissolos (Negreiros Neto et al., 2010; Cajazeira e Assis Junior, 2011; Mion et al., 2012; Santos et al., 2010; Pedron et al., 2012).

Os valores de MO, teor de Ca e Mg foram considerados altos (17,84 g dm⁻³; 12,52 e 13,24 mmolc dm⁻³), tendo em vista um solo potencialmente degradado. Souza et al. (2010) estudaram um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico sob pastagem e obteve pH e SB semelhantes (5,08 e 16,30 mmolc dm⁻³), no entanto encontraram valor muito superior para AP (52,70 mmolc dm⁻³). Esta diferença pode ter ocorrido em função do presente estudo ter valores altos para o teor de Ca, teor de Mg e pH, devido a calagem realizada na área.

Os valores de pH foram semelhantes a Santos et al. (2010) que, realizaram um estudo interessante comparando uma área sob pastagem semi-degradada e degradada em um Argissolo Vermelho-Amarelo (5,04 e 4,49 para pastagem semi-degradada e degradada, respectivamente). No entanto, quando comparado o teor de Al e AP, os valores dos autores foram muito superiores ao presente estudo, tanto na pastagem semi-degradada (7,4 e 97,8 mmolc dm⁻³), quanto para a pastagem degradada (15,05 e 96,65 mmolc dm⁻³). Isso indica que o maior problema para a pastagem deste estudo não foi a acidez do solo. Siqueira Neto et al. (2009) trabalhando com um Latossolo Vermelho Distrófico caulínico de textura argilosa, no cerrado, sob pastagem, encontraram valores semelhantes a esta pesquisa para os teores de P (6,0 mg dm⁻³), K (1,2 mmolc dm⁻³), Ca (10,7 mmolc dm⁻³), Mg (13,0 mmolc dm⁻³), SB (24,8 mmolc dm⁻³) e V (45,3 %). Outros autores (Oliveira et al., 2005; Montanari et al., 2008) também obtiveram valores semelhantes aos teores de Al, P, K, Ca, Mg e SB.

As médias para NC, NN, NP, NK e NS foram 0,06 Mg ha⁻¹; 60,00, 35,00, 31,60, e 20,00 kg ha⁻¹, respectivamente. Souza et al. (2008b) obtiveram NC superior (1,33 Mg ha⁻¹) ao presente estudo avaliando a variabilidade espacial do fósforo, potássio e da necessidade de calagem numa área sob pastagem. Barbieri et al. (2008) também notaram a resultados superiores a este estudo para NP, NK e NC com valores de 121,00, 110,00 kg ha⁻¹ e 1,0 Mg ha⁻¹, respectivamente. Porém, essas variações nos estudos pouco dizem sobre as necessidades de adubação em pastagem, como vimos, estas necessidades são pouco variáveis em função das recomendações Raij et al. (1997) para gramíneas do grupo II. Apenas a NC foi encontrada grandes diferenças, entretanto, só são recomendadas as aplicações de calcário iguais ou superiores a 1 Mg ha⁻¹.

3.2. Análise geoestatística

Argila, Areia, Silte, P, K, SB, CTC, m, NC e NP apresentaram efeito pepita puro, e que todos os demais atributos e necessidades de fertilização apresentaram dependência espacial (Tabela 2). No tocante ao desempenho dos variogramas, a relação decrescente deles, analisada pela grandeza do coeficiente de determinação espacial (r^2), foi a seguinte: 1) Ca (0,790), 2) V (0,721), 3) pH e NK (0,610), 4) Mg (0,580), 5) Al (0,557), 6) MO (0,552), 7) RP (0,543), 8) UV (0,398) e 9) AP (0,388).

Tabela 2. Matriz de correlação linear simples entre alguns atributos de um Argissolo Vermelho sob pastagem *Urochloa brizantha* cv. Marandu e sua necessidade de calagem e adubação. Selvíria/MS, 2016.

Atributos(a)	NC	NP	NK
RP	0,009	-0,011	0,040
UV	-0,351*	0,013	-0,334*
Argila	0,004	-0,060	0,066
Areia	0,032	-0,102	-0,131
Silte	-0,030	-0,106	0,087
P	-0,165	-0,879**	-0,239
MO	-0,139	-0,403**	-0,044
pH	-0,414	0,013	-0,211
K	-0,102	-0,144	-0,845**
Ca	-0,289	-0,034	-0,004
Mg	-0,341*	-0,161	-0,196
AP	0,577**	-0,087	0,145
Al	0,611**	0,129	0,075
SB	-0,326*	-0,191	-0,198
CTC	-0,178	-0,167	-0,184
V	-0,566**	-0,117	-0,231
m	0,704**	0,156	0,101
NC	-	0,227	0,209
NP	-	-	0,215

(a) RP, UV, Argila, Areia, Silte, P, MO, pH, K, Ca, Mg, AP, Al, SB, CTC, V, m, NC, NP, NK são, respectivamente, resistência à penetração, umidade volumétrica, condutividade hidráulica, teor de argila, teor de areia e teor de silte, fósforo resina, matéria orgânica, potencial hidrogeniônico, potássio, cálcio, magnésio, acidez potencial, alumínio, soma de bases, capacidade de troca catiônica, saturação por bases, saturação por alumínio, necessidade de calagem, necessidade de fósforo e necessidade de potássio;
(b) * Significativo a 5%, ** Significativo a 1% .

A maioria dos variogramas foram ajustados aos modelos esférico e exponencial (Tabela 2, Figuras 1 e 2), em concordância com Lima et al. (2010) e Neves Neto et al. (2013) que indicaram os modelos exponenciais e esféricos como os mais comuns aos atributos do solo. Assim, com relação ao teor de Ca, que apresentou o mais elevado coeficiente de determinação espacial, observou-se o seguinte: Seu ADE também foi classificado como muito alto (Tabela 2), de acordo com Dalchiavon et al. (2012), onde: a) $ADE < 20\%$ = variável espacial de muito baixa dependência (MB); b) $20\% \leq ADE < 40\%$ = baixa dependência (BA); c) $40\% \leq ADE < 60\%$ = média dependência (ME); d) $60\% \leq ADE < 80\%$ = alta dependência (AL) e e) $80\% \leq ADE < 100\%$ = muito alta. Seu variograma foi ajustado obtendo um modelo esférico e $r^2 = 0,790$, com alcance de 55,0 m. Santos e Gontijo (2013) avaliando a variabilidade espacial de alguns atributos conduzido em área cultivada com pastagem de variedade capim-braquiária, com uma malha de 12.200 m², com 126 pontos amostrais e uma distância mínima de 5 m também obtiveram variograma ajustado no modelo esférico com $r^2 = 0,939$ para o teor de Ca, com alcance de 16,3 m, porém, com dependência espacial moderada, diferenciando deste estudo. Outros autores como Pereira et al. (2011) e Santos et al. (2015), estudando atributos químicos do solo sob pastagem, obtiveram variogramas ajustados no modelo exponencial com alcances e r^2 semelhantes a esta avaliação (a = 110,0 e 86,1 m; $r^2 = 0,990$ e 0,953).

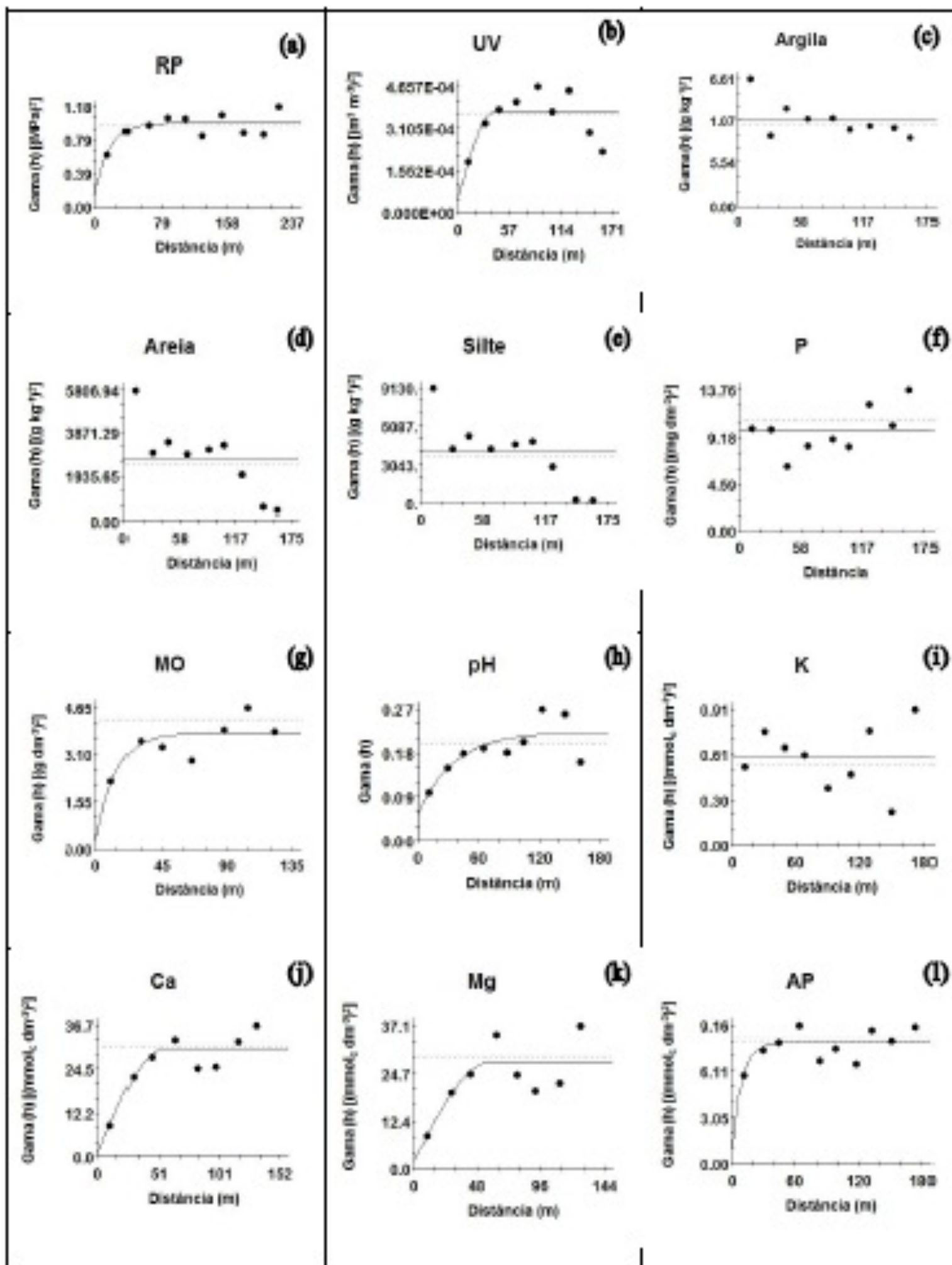


Figura 1. Variogramas simples dos atributos de um Argissolo Vermelho (RP, UV, Argila, Areia, Silte, P, MO, pH, K, Ca, Mg e AP) sob pastagem.

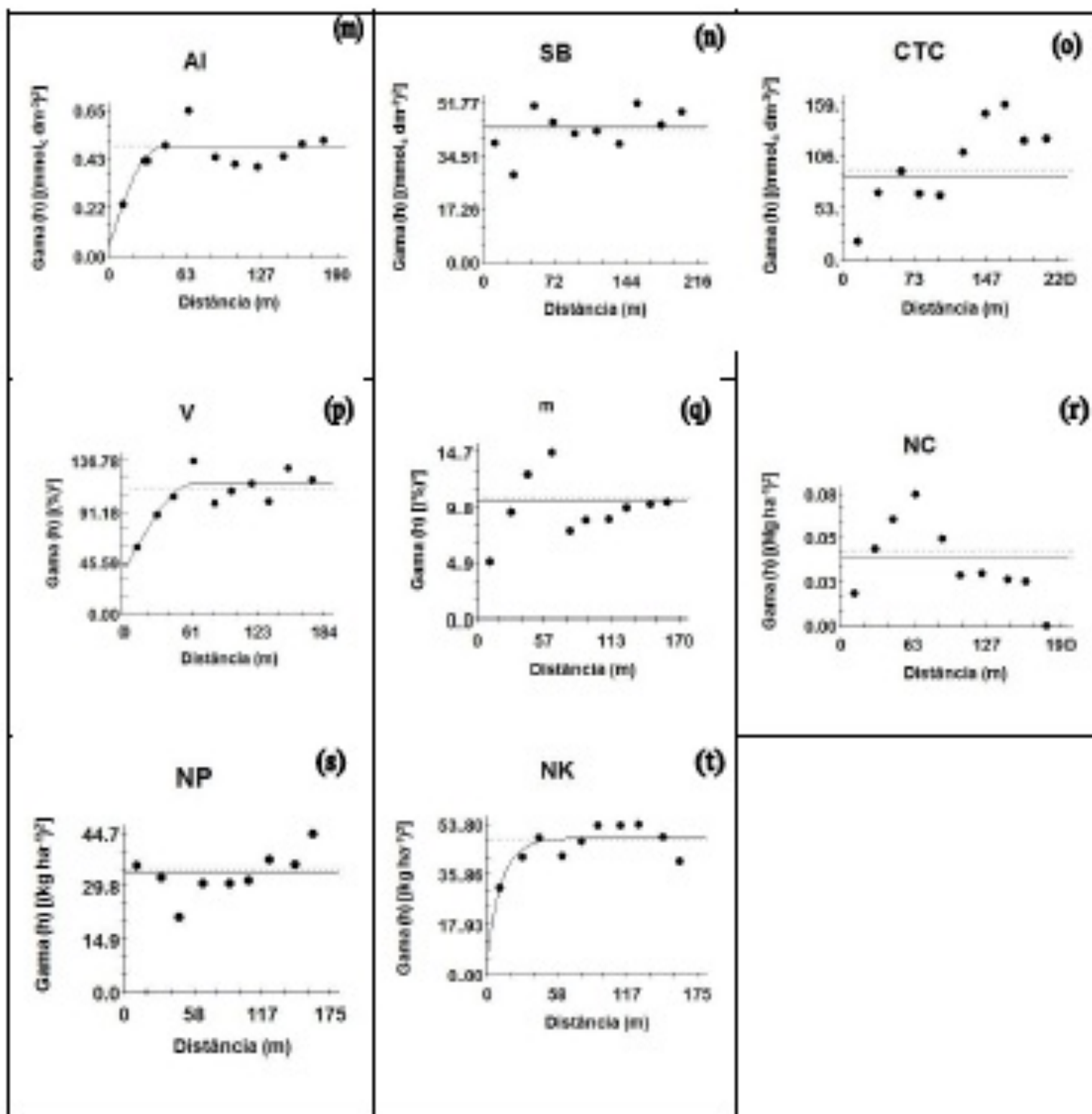


Figura 2. Variogramas simples dos atributos de um Argissolo Vermelho (Al, SB, CTC, V, m, NC, NP e NK) sob pastagem.

Com relação à NK, esta foi a única necessidade de fertilização que apresentou variabilidade e dependência espacial na área analisada, revelou variograma ajustado em um modelo exponencial, ADE classificado como muito alta (86,7 %), $r^2 = 0,610$ e alcance de 37,5 m. Alguns autores (Barbieri et al., 2008; Campos et al., 2008) apresentaram NK com variogramas ajustados no modelo esférico e r^2 superiores (0,900 e 0,970), diferenciando desta pesquisa. Por outro lado, Oliveira et al. (2008) corroboraram com este trabalho, verificaram um variograma ajustado com modelo esférico, com ADE de 71 % e alcance 11,10 m. Isto mostra que, estudar a variabilidade espacial para necessidades de calagem e adubação em pastagens se trata de uma carência em função dos poucos resultados encontrados neste trabalho.

A relação decrescente dos alcances foi a seguinte (Tabela 2): 1) pH (107,7m), 2) V (63,8 m), 3) Mg (57,9 m), 4) Ca (55,0 m), 5) RP (51,6 m), 6)Al (40,9 m), 7) UV (40,4 m), 8) MO (40,2 m), 9) NK (37,5 m) e 10) AP (26,7 m). Portanto, nas condições da presente pesquisa, assim como, visando auxiliar pesquisas futuras, na qual os mesmos atributos estejam envolvidos, os valores dos alcances a serem utilizados nos pacotes geoestatísticos, que alimentarão os pacotes computacionais empregados na agricultura de precisão, no geral, não deverão ser menores do que 26,7 m.

Tabela 3. Parâmetros dos modelos ajustados aos variogramas experimentais para alguns atributos de um Argissolo Vermelho sob pastagem *Urochloa brizantha* cv. Marandu e sua necessidade de calagem e adubação. Selvíria/MS, 2016.

Atributos (a)	Modelo	Efeito pepita	Patamar	Alcance	r ²	SQR(c)	ADE(d)	
	(b)	(C0)	(C0 + C)	(a)			%	Classe
				(m)				
RP	exp. (43)	1,310.10 ⁻¹	9,950.10 ⁻¹	51,6	0,543	1,060.10 ⁻¹	86,8	MA
UV	esf. (26)	5,300.10 ⁻⁵	3,720.10 ⁻⁴	40,4	0,398	4,407.10 ⁻⁸	85,8	MA
Argila	epp.	4,348.10 ²	4,348.10 ²	-	-	-	-	-
Areia	epp.	2,745.10 ³	2,745.10 ³	-	-	-	-	-
Silte	epp.	4,014.10 ³	4,014.10 ³	-	-	-	-	-
P	epp.	9.820	9.820	-	-	-	-	-
MO	exp. (23)	2.000,10	3.814	40,2	0,552	1.610	94,8	MA
pH	exp. (28)	5,260.10 ⁻²	2,222.10 ⁻¹	107,7	0,610	8,589.10 ⁻³	86,3	MA
K	epp.	5,950.10 ⁻¹	5,950.10 ⁻¹	-	-	-	-	-
Ca	esf. (25)	6,400.10 ⁻¹	3.019,10	55,0	0,790	1.070,10	97,9	MA
Mg	esf. (24)	1.780	2.712,10	57,9	0,580	2.340,10	93,7	MA
AP	exp. (23)	7,900.10 ⁻¹	8.033	26,7	0,388	6.660	90,2	MA
Al	esf. (26)	4,000.10 ⁻¹	4,820.10 ⁻¹	40,9	0,557	4,530.10 ⁻²	91,7	MA
SB	epp.	4.425,10	4.425,10	-	-	-	-	-
CTC	epp.	8.500,10	8.500,10	-	-	-	-	-
V	esf. (25)	4.030,10	1.162,10	63,8	0,721	1.236,10	65,3	AL
m	epp.	1.038,10	1.038,10	-	-	-	-	-
NC	epp.	3.900,10	3.900,10	-	-	-	-	-
NP	epp.	3.347,10	3.347,10	-	-	-	-	-
NK	exp. (24)	6.500	4.875,10	37,5	0,610	1,810.10 ⁻²	86,7	MA

(a) RP, UV, Argila, Areia, Silte, P, MO, pH, K, Ca, Mg, AP, Al, SB, CTC, V, m, NC, NP, NK são, respectivamente, resistência à penetração, umidade volumétrica, condutividade hidráulica, teor de argila, teor de areia e teor de silte, fósforo resina, matéria orgânica, potencial hidrogeniônico, potássio, cálcio, magnésio, acidez potencial, alumínio, soma de bases, capacidade de troca catiônica, saturação por bases, saturação por alumínio, necessidade de calagem, necessidade de fósforo e necessidade de potássio; (b)exp = exponencial, esf = esférico, epp = efeito pepita puro, com seus devidos pares de lags; (c)SQR = soma dos quadrados dos

Na Figura 3 estão apresentados os mapas de krigagem de alguns atributos físicos e químicos de um Argissolo Vermelho Eutrófico, e necessidade de adubação potássica. Alguns apresentaram elevada semelhança espacial para efeito prático de manejo do solo. Desta forma, foi observada a referida semelhança espacial entre o mapa de pH, teor de Ca, teor de Mg, AP e V. Todos esses atributos apresentaram maiores valores (pH > 5,73; Ca > 30,5 mmolc dm⁻³; Mg > 36,9 mmolc dm⁻³ e V > 67,4 %), com exceção da AP, que mostrou os menores valores (AP entre 14,2 e 16,2 mmolc dm⁻³) na região sul da área. Esses atributos estão relacionados de alguma maneira entre si e com a calagem, talvez, esta seja uma região em que foi depositado calcário dolomítico para futura aplicação, uma vez que o restante da área apresentam valores inferiores para estes atributos. Souza et al. (2010) também notaram uma semelhança espacial entre pH e AP. Santos et al. (2013) e Pereira et al. (2011) analisando um solo sob pastagem e eucalipto, respectivamente, obtiveram semelhança espacial entre Ca e Mg, corroborando com este estudo. Santos et al. (2015) analisando a distribuição espacial dos atributos químicos do solo notaram mapas semelhantes entre os atributos Ca, Mg, AP e V. Isto mostra que esses atributos tem grande dependência espacial em pastagens.

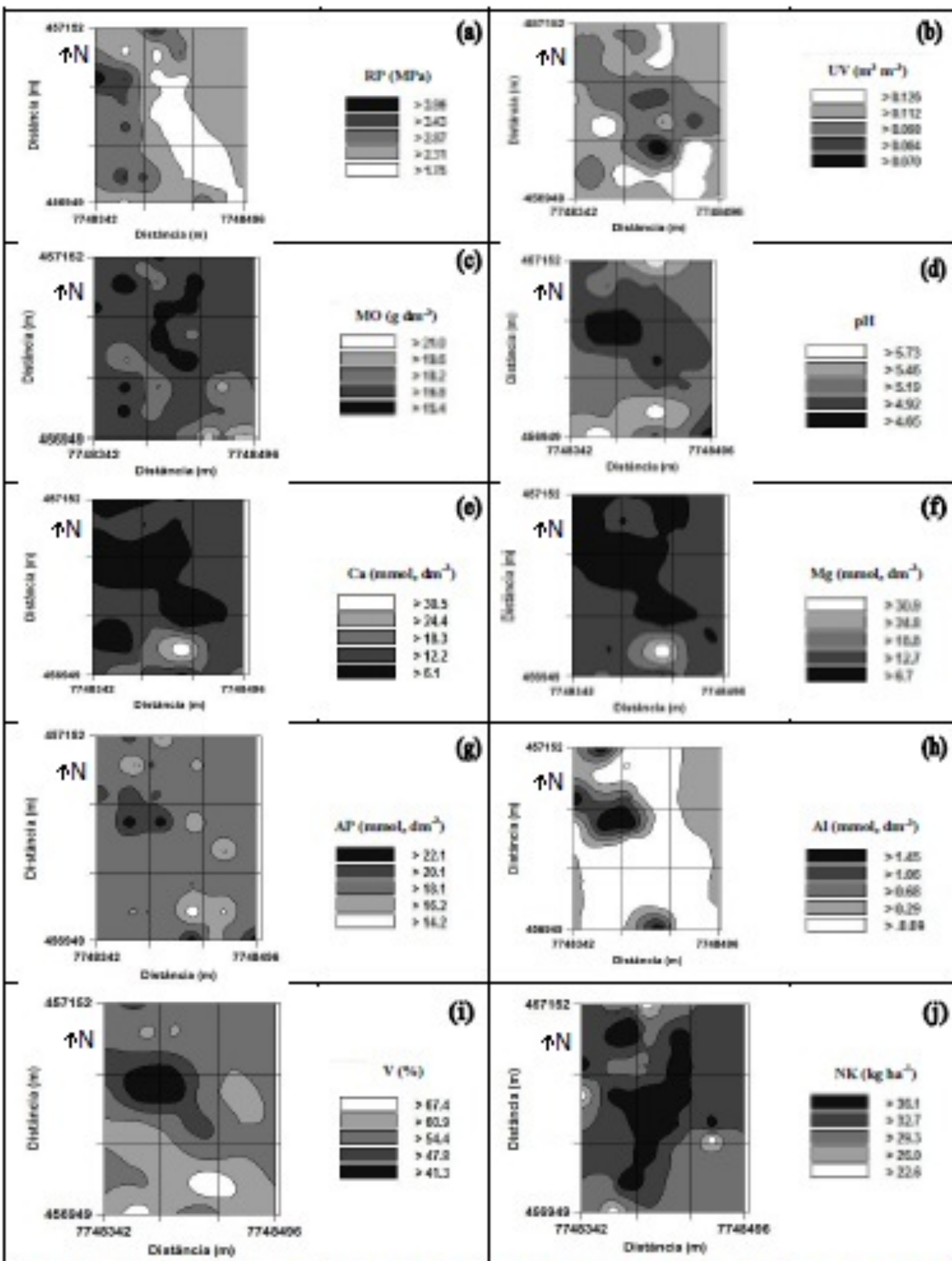


Figura 3. Mapas de krigagem dos atributos de um Argissolo Vermelho (RP, UV, MO, pH, Ca, Mg, AP, Al, V e NK) sob pastagem.

A UV também apresentou valores ideais na região sul, mas também nas regiões sudeste, oeste e Norte ($UV > 0,126 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$), o que corroborou com os dados da RP que obteve melhores valores nas regiões sul, sudeste, norte e noroeste (RP entre 1,75 e 2,31 MPa). Houve exceção, porém, na região central do mapa, onde foi notado maior umidade volumétrica e menores valores de RP. Bergamin et al. (2010) afirmam que a compactação do solo é mais prejudicial em solo seco e em condições de maior umidade no solo pode haver crescimento radicular em valores de resistência mecânica do solo à penetração. Essa relação inversa entre RP e UV também foi obtida por outros autores (Campos et al., 2013; Corado Neto et al., 2015).

As maiores quantidades de fertilização potássica foram justamente na área central (NK > 36,1 kg ha⁻¹), além de parte das regiões norte e noroeste. Menores quantidades de fertilização potássica são necessárias em parte das extremidades das regiões norte, oeste e sudoeste.

4. Conclusões

O pH e a MO foram os atributos que mais correlacionaram positivamente entre os outros atributos químicos do solo, confirmando serem importantes e interferir na dose a ser aplicada na calagem e até mesmo na adubação.

A NK foi importante nesse estudo sendo a única necessidade de fertilização que apresentou variabilidade e dependência espacial na área analisada.

A região central e oeste são áreas mais arenosas e não tem boa capacidade de retenção de água e nutrientes, isto refletiu em valores inferiores para todos os atributos, com exceção da RP.

Referências bibliográficas

ABIEC - Associação brasileira das indústrias exportadoras de carne. (2015) **O ano da carne bovina brasileira**. São paulo: [s.n.]. Disponível em: <http://www.abiec.com.br/news_view.asp?id={505b16c6-87d7-4b41-8434-b25fcf147723}>. Acesso em: 29 ago. 2015

Arshad, m. A.; lowery, b.; grossman, b. **Physical test for monitoring soil quality**. (1996) In: doran, j. W.; jones, a. J.(ed.). Methods for assessing soil quality. Madison: soil science society. P. 123-141.

Barbieri, D. M.; Marques Júnior, J.; Pereira G. T. (2008) **Variabilidade espacial de atributos químicos de um argissolo para aplicação de insumos à taxa variável em diferentes formas de relevo**. Engenharia agrícola, Jaboticabal, v. 28, n. 4, p. 645-653.

Barros, G. S. C. de et al. (2002) Economia da pecuária de corte na região norte do brasil. Piracicaba: centro de estudos avançados em economia aplicada. 75 p.

Bergamin, A. C.; Vitorino, A. C. T.; Franchini, J. C.; Souza, C. M. A.; Souza, F. R. (2010) **Compactação em um latossolo vermelho distroférrico e suas relações com o crescimento radicular do milho**. Revista brasileira de ciencia do solo, Viçosa, v. 34, p. 681-691.

Beutler, A. N.; Centurion, J. F.; Silva, A.P.; Barbosa, J. C. (2006) **Intervalo hídrico ótimo e produtividade de cultivares de soja**. Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental, campina grande, v. 10, n. 3, p. 639-45.

Bezerra, M. D. L. **Cinza vegetal como corretivo e fertilizante no cultivo de capim-marandu em solos do cerrado mato-grossense**. (2013) 64 f. Dissertação (mestrado)- Faculdade Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Mato Grosso, Rondonópolis.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Embrapa mapeia degradação das pastagens do cerrado. (2014)**. Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/desenvolvimento-sustentavel/recuperacao-areas-degradadas>>. Acesso em: 10 nov. 2010.

Cajazeira, J. P.; Assis Júnior, R. N. (2011) **Variabilidade espacial das frações primárias e agregados de um argissolo no estado do ceará**. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 258-267, 2011.

Campos, M. C. C.; Aquino E. A.; Oliveira, I. A.; Bergamin, A. C. (2013) **Variabilidade espacial da resistência mecânica do solo à penetração e umidade do solo em área cultivada com cana-de-açúcar na região de humaitá, Amazonas, Brasil**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Recife, v. 8, n. 2, p. 305-310.

Campos, M. C. C.; marques júnior, J.; Pereira, G. T.; Souza, Z. M.; Barbieri, D. M. (2008) **Aplicação de adubo e corretivo após o corte da cana-planta utilizando técnicas geoestatísticas**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 974-980.

Campbell scientific. (2014) **Revision: 3/14**: hs2 and hs2p. Logan: campbell scientific. 46 p.

Corá, J. E.; Beraldo, J. M. G. (2006) **Variabilidade espacial de atributos do solo antes e após calagem e fosfatagem em doses variadas na cultura de cana-de-açúcar**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 374-387.

Corado Neto, F.C.; Sampaio, F.M.T.; Veloso, M.E.C.; Matias, S.S.R.; Andrade, F.R.; Lobato, M.G.R.

(2015) **Variabilidade espacial da resistência à penetração em neossolo litólico degradado**. Revista Brasileira de Ciência do Solo., v. 39, p. 1353-1361.

Dalchiavon, F.C.; Carvalho, M.P; Andreotti, M.; Montanari, R. (2012) **Variabilidade espacial de atributos da fertilidade de um latossolo vermelho distroférico sob sistema plantio direto**. Revista Ciência Agronômica. v.43, p. 453-461.

Dias Filho, M. B. (2014) **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 38 p.

Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (1997) Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 212p.

Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2013) Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3. Ed. Brasília, DF, 20 p.

Figueiredo, E. B.; Panosso, A. R.; Bordonal, R. O.; Teiceira, D. B.; Berchielli, T. T. Scala Junior, N. (2016) **Soil CO₂-C emissions and correlations with soil properties in degraded and managed pastures in southern Brazil**. Land degrad & development, Wiley.

Gamma Desing Software - gs+. Geostatistics for environmental sciences. 7th ed. Michigan: plainwell; 2004.

Grego, C. R.; Oliveira, R. P. de.; Vieira, S. R. (2014) **Geoestatística aplicada a agricultura de precisão**. In: Bernardi, A. C. C. Et al. **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília: Embrapa Instrumentação. Cap. 5, 12, p. 74-83.

Guimarães, E. C. (2004) **Geoestatística básica e aplicada**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia.

Harris, R. B. (2009) **Rangeland degradation on the Qinghai-Tibetan plateau: a review of the evidence of its magnitude and causes**. Journal of arid environments, San Diego, v. 74, p. 1-12.

Lima, G. C.; Silva, M. L. N.; Oliveira, M. S. de; Curi, N.; Silva, M. A. da; Oliveira, A. H. (2014) **Variabilidade de atributos do solo sob pastagens e mata atlântica na escala de microbacia hidrográfica**. Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental, Campinas, v. 18, n. 5, p. 517-526.

Lima, J. S. S.; Souza, G. S.; Silva, S. A. (2010) **Amostragem e variabilidade espacial de atributos químicos do solo em área de vegetação natural em regeneração**. Revista árvore, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 127-136.

Magalhães, W. A.; Cremon, C.; Mapeli, N. C.; Mendes Silva, W.; Carvalho, J. M; Mota, M. S. (2009) **Determinação da resistência do solo a penetração sob diferentes sistemas de cultivo em um latossolo sob bioma pantanal**. Revista Agrarian, Dourados, v. 6, n. 2, p. 21-32.

Mantovani, E. C. (2000) **Agricultura de precisão e sua organização no Brasil**. In: Borém, A.; Giúdice, M. P; Queiróz, D. M; Mantovani, E. C. Agricultura de Precisão. Viçosa: Brasília, [s.n.], p. 77-92.

Mion, R. L.; Nascimento, E. M. S.; Sales, F. A. L.; Silva, S. F.; Duarte, J. M. L.; Sousa, B. M. (2012) **Variabilidade espacial da porosidade total, umidade e resistência do solo à penetração de um argissolo amarelo**. Semina, Londrina, v. 33, n. 6, p. 2057-2066.

Montanari, R.; Pereira, G.T.; Marques Júnior, J.; Souza, Z.M.; Pazeto, R. J.; Camargo, L.A. (2008) **Variabilidade espacial de atributos químicos em latossolo e argissolos**. Ciência rural, Santa Maria, v. 38, n. 5, p.1266-1272.

Montanari, R.; Lima, E.S.; Lovera, L.H.; Godoy, L.T.R.; Henrique, A.F.; Dalchiavon, F.C. (2013) **Correlación de la productividad de un forraje con las propiedades físicas de un ultisol en Aquidauana**. Revista Ceres, Viçosa, v. 60, n. 1, p.102-110.

Negreiros Neto, J. V.; Santos, A. C.; Santos, P. M.; Santos, T. M.; Faria, A. F. G. (2010) **Atributos físicos de solos sob a consorciação gramíneas-leguminosas no norte do estado do Tocantins**. Engenharia na Agricultura, Viçosa, v. 18, n. 2, p.140-150.

Neves Neto, D. N.; Santos, A. C. dos; Santos, P. M.; Melo, J. C.; Santos, J. S. (2013) Análise espacial de atributos do solo e cobertura vegetal em diferentes condições de pastagem.

Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.17, n. 9, p. 995-1004.

Oliveira, P. P. A.; Trivelin, P. C. O.; Oliveira, W. S. de; Corsi, M. (2005) **Fertilização com n e s na recuperação de pastagem de *brachiaria brizantha* cv. Marandu em neossolo quartzarênico.** Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 1121-1129.

Oliveira, R. B.; Lima, J. S. S.; Xavier, A. C.; Passos, R. R.; Silva, S. A.; Silva, A. F. (2008) **Comparação entre métodos de amostragem do solo para recomendação de calagem e adubação do cafeeiro conilon.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p.176-186.

Pariz C. M.; Carvalho M. P.; Chioderoli C. A.; Nakayama F. T.; Andreotti, M.; Montanari, R. (2011) **Spatial variability of forage yield and soil physical attributes of a brachiaria decumbens pasture in the brazilian cerrado.** Revista brasileira de zootecnia, Lavras, v. 40, n. 10, p. 2111-2120.

Pedron F.A.; Samuel R. A.; Dalmolin R, S. D. (2012) **Variação das características pedológicas e classificação taxonômica de argissolos derivados de rochas sedimentares.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 36, p. 1-9.

Pereira, D. P.; Fiedler, N. C.; Lima, J. S. S.; bauer, M. O.; Simão, J. B. P. (2011) **Distribuição espacial de atributos químicos do solo para implantação de um povoamento de eucalipto.** In: Simpósio de geoestatística aplicada em ciências agrárias, 2., 2011, Botucatu. **Anais...** Botucatu: sgea, p. 1 - 5.

Peron, A. J.; Evangelista, A. R. (2004) **Degradação de pastagens em regiões de cerrado. Ciência e Agrotecnologia,** lavras, v. 28, n. 3, p. 655-661.

Pimentel-gomes, F.P.; Garcia C.H. (2002) **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais.** Piracicaba: Fealq.

Raij, B. Van.; Cantarella, H.; Quaggio, J. A.; Furlani, A. M. C. (1997) **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo.** 2. Ed. Rev. Ampl. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundação- IAC, 285 p. (boletim técnico, 100).

Richter, R. L.; Amado, T. J. C.; Ferreira, A. O.; Alba, P. J.; Hansel, F. D. (2011) **Variabilidade espacial de atributos da fertilidade de um latossolo sob plantio direto influenciados pelo relevo e profundidade de amostragem.** Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 7, n. 13, p. 1043-1059.

Rodrigues, C. A. J.; Grego, C. R.; Valladares, G. S.; Torresan, F. E.; Quartaroli, C. F. (2014) **Fertilidade do solo de pastagens com brachiaria sob diferentes níveis de degradação em Guararapes (SP).** In: congresso brasileiro de ciência do solo, 33., 2014, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: CBCS, p. 1 - 4.

Rosa Filho, G.; Carvalho, M. P.; Andreotti, M.; Montanari, R.; Binotti, F. F. S.; Gioia, M. T. (2009) **Variabilidade da produtividade da soja em função de atributos físicos de um latossolo vermelho distrófico sob plantio direto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 283-293.

Santos, A. C.; Lima, J. S.; Oliveira, L. B. T.; Silva Neto, S. P. (2015) **Variabilidade espacial das características qualitativas e quantitativas da pastagem de capim marandú em topossequência no tocantins.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Pombal, v. 10, n. 3, p. 83-89.

Santos, J.T.; Andrade, A.P.; Silva, I.F.; Silva, D.S.; Santos, E.M. e Silva, A.P.G. (2010) **Atributos físicos e químicos do solo de áreas sob pastejo na microrregião do brejo paraibano.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 40, n. 12, p. 2486-2492.

Santos, E. O.J.; Gontijo, I. (2013) **Distribuição espacial dos macronutrientes em um latossolo cultivado com pastagem.** In: Simpósio de geoestatística aplicada em ciências agrárias, 3., 2013, botucatu. **Anais...** Botucatu: SGEA, p. 1 - 6.

Schlotzhaver, S. D.; Littell, R. C. (1997) **Sas: system for elementary statistical analysis.** 2. Ed. Cary: [s.n.], 905 p.

Silva, V. R.; Reichert, I. M.; Storck, I. Feijó, S. (2003) **Variabilidade espacial das características químicas do solo e produtividade de milho em um argissolo vermelho-amarelo distrófico arênico.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 1013-1020.

Silveira Junior, O.; Santos, A. C.; Santos, P. M.; Rocha, J. M. L.; Alexandrino, E. (2014) **Distribuição espacial de atributos químicos do solo em áreas sob diferentes usos agrícolas.** Revista

Engenharia na Agricultura, Viçosa, v. 22, n. 5, p. 442-455.

Siqueira Neto, M.; Piccolo, M. De C.; Scopel, E.; Costa Junior, C.; Cerri, C. C.; Bernoux, M. (2009) **Carbono total e atributos químicos com diferentes usos do solo no cerrado**. Acta Scientiarum Agronomy, Maringá, v. 31, n. 4, p. 709-717.

Souza, G. S.; Lima, J. S. S.; Silva, S. A.; oliveira, R. B. (2008a) **Variabilidade espacial de atributos químicos em um argissolo sob pastagem**. Acta Scientiarum, Maringá, v. 30, n. 4, p. 589-596.

Souza, G. S.; Lima, J. S. S.; Silva, S. A. (2008b) **Variabilidade espacial do fósforo, potássio e da necessidade de calagem numa área sob pastagem**. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 39, n. 3, p. 384-391.

Souza, G. S.; Lima, J. S. S.; Xavier, A. C.; Rocha, W. S. D. (2010) **Krigagem ordinária e inverso do quadrado da distância aplicados na espacialização de atributos químicos de um argissolo**. Scientia Agraria, Curitiba, v. 11, n. 1, p. 73-81.

Suzuki, I.E.A.S. (2008) **Qualidade físico-hídrica de um argissolo sob floresta e pastagem no sul do Brasil**. 138 f. Tese (doutorado)- Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria.

Stolf, R. (1991) **Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 15, n. 3, p. 229-235.

Tormena, C. A.; Roloff, G.; Sá, J. C. M. (1998) **Propriedades físicas do solo sob plantio direto influenciado por calagem, preparo inicial e tráfego**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 22, p. 301-309.

Torres, J. L. R.; Rodrigues Junior, D. J.; Sene, G. A.; Jaime, D. G.; Vieira, D. M. S. (2012) **Resistência a penetração em área de pastagem de capim tifton, influenciada pelo pisoteio e irrigação**. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 28, n. 1p. 232-239.

Vicente, G. C. M. P.; Araujo, F. F. (2013) **Uso de indicadores microbiológicos e de fertilidade do solo em áreas de pastagens**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 1, p. 137-146.

Webster, R.; Oliver, M. A. (1990) **Statistical methods in soil and land resource survey**. Oxford: Oxford University Press, 316 p.

1. Zootecnista, Mestre em Agronomia, doutorando em Agronomia. Departamento de Engenharia Rural, Fitossanidade e Solos. Universidade Estadual Paulista, Campus de Ilha Solteira. rayner_sb@hotmail.com

2. Professor Doutor do Departamento de Engenharia Rural, Fitossanidade e Solos. Universidade Estadual Paulista, Campus de Ilha Solteira. montanari@feis.unesp.br

3. Professor Doutor do Departamento de Engenharia Rural, Fitossanidade e Solos. Universidade Estadual Paulista, Campus de Ilha Solteira. mcmteixeirafilho@agr.feis.unesp.br

4. Professor Doutor do Departamento de Matemática. Universidade Estadual Paulista, Campus de Ilha Solteira. alanrp@mat.feis.unesp.br

5. Professor Doutor do Departamento de Engenharia Civil. Universidade Estadual Paulista, Campus de Ilha Solteira. cesarlima@dec.feis.unesp.br

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 38 (Nº 32) Año 2017

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a webmaster]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados