



## Correlação do potássio e a produtividade de quatro cultivares de feijoeiro irrigado

**Matheus Bortolanza Soares<sup>(1)</sup>; Onã da Silva Freddi<sup>(2)</sup>; Wellington de Azambuja Magalhães<sup>(3)</sup>; Flávio Jesus Wruck<sup>(4)</sup>; Claudemir Saraiva de Oliveira<sup>(5)</sup>; Renan Tavanti<sup>(6)</sup>**

<sup>(1)</sup> Graduando em Agronomia; UFMT. Campus de Sinop; matheus\_2525@hotmail.com; <sup>(2)</sup> Professor Adjunto; UFMT. Campus de Sinop; <sup>(3)</sup> Doutorando; Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT); Cuiabá, MT; <sup>(4)</sup> Pesquisador; EMBRAPA Arroz e Feijão; <sup>(5)</sup> Graduando em Agronomia; UFMT. Campus de Sinop; <sup>(6)</sup> Mestrando em Agronomia; UFMT. Campus de Sinop.

**RESUMO:** O feijoeiro comum é cultivado em todas as regiões do país apresentando grande importância econômica e social, sendo o Mato Grosso o terceiro maior produtor de feijão de terceira safra, devido essa grande importância é necessário determinar os atributos químicos do solo que afetam a produtividade e escolher qual a cultivar que melhor se adequa nessas condições. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a fertilidade de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico sob quatro cultivares de feijoeiro em sistema irrigado, utilizando técnicas de geoestatística. O experimento foi desenvolvido na fazenda Vitória, localizada no município de Sorriso, norte do Estado de Mato Grosso. Os tratamentos desse experimento foram quatro cultivares de feijão, sendo elas BRS Estilo (T1), BRS Notável (T2), BRS Ametista (T3) e BRS Pérola (T4). Para isso adotou-se uma malha retangular, contendo 83 pontos amostrais, totalizando uma área de 9900 m<sup>2</sup>, nos quais determinou-se os atributos da planta e do teor de potássio do solo. Os procedimentos estatísticos utilizados foram à análise descritiva, estatística clássica, de correlação e análise geoestatística. A produtividade da planta e potássio apresentaram dependência espacial moderada, com elevada variabilidade espacial, sendo que o aumento dos teores de potássio no solo gerou incrementos na produtividade. A cultivar que mais produziu no experimento foi a BRS Pérola.

**Termos de indexação:** *Phaseolus vulgaris*, krigagem, geoestatística.

### INTRODUÇÃO

O feijoeiro comum é cultivado em todas as regiões do país apresentando grande importância econômica e social. De acordo com os valores divulgados pela Companhia Nacional de Abastecimento (2015), na safra de 2014-15, o feijão representou o quinto grânifero mais

produzido, ficando atrás apenas da soja, do milho, do arroz e do trigo.

Esse aumento na produtividade se deve a escolha da melhor cultivar, qualidade da semente e principalmente a disponibilidade de água.

Entretanto, mesmo em locais onde há escolha certa da cultivar e boa disponibilidade de água, existem outros fatores que limitam sua produção, sendo um deles os solos de caráter ácido e de baixa fertilidade, fazendo-se necessário um eficiente manejo da fertilidade na produção desta cultura (Embrapa, 2003).

Nesta situação, o estudo da variabilidade espacial dos atributos torna-se particularmente importante, pois o sistema de preparo ou manejo do solo não é uniforme em toda área, adicionando variabilidade num sistema que já é naturalmente desuniforme, devido à ação característica dos fatores de formação do solo (Carvalho et al., 2003).

Sendo assim, a agricultura de precisão difere-se da agricultura tradicional, pois possibilita a identificação da variabilidade espacial de atributos do solo e da produtividade das lavouras (Shatar & McBratney, 1999), fazendo com que o conhecimento detalhado da variabilidade espacial dos atributos da fertilidade do solo e da produtividade otimizem as aplicações localizadas de corretivos e fertilizantes, melhorando dessa maneira o controle do sistema de produção das culturas, reduzindo os custos gerados pela alta aplicação de insumos e a degradação ambiental provocada pelo excesso de nutrientes.

Neste contexto, o objetivo geral foi avaliar a variabilidade espacial e a correlação do teor de potássio de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico cultivado com quatro cultivares de feijoeiro comum irrigado.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Vitória, localizada no município de Sorriso, norte do Estado de Mato Grosso, situada nas coordenadas geográficas 12° 33' 31" S e 55° 42'



51" O, com altitude média de 386 metros. O clima da região é do tipo tropical úmido (Aw, segundo classificação de Köppen). O solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura média, com valores de 705 g kg<sup>-1</sup> de areia, 74 g kg<sup>-1</sup> de silte e 221 g kg<sup>-1</sup> de argila com teores médios de matéria orgânica igual a 23,9 g kg<sup>-1</sup>.

Este vem sendo utilizado desde o ano 2010 sob o sistema de semeadura direta em que desde então, realiza-se o cultivo de soja entre o período de outubro a fevereiro, sendo posteriormente substituída pelo plantio do milho segunda safra que permanece na área de março a junho.

Os tratamentos foram constituídos por quatro cultivares de feijão, sendo elas BRS Estilo (T1), BRS Notável (T2), BRS Ametista (T3) e BRS Pérola (T4). Para isso adotou-se uma malha retangular, sendo constituída de 4 linhas e 12 colunas, contendo 48 pontos amostrais, espaçados de 20 em 20 m no eixo x e 15 em 15 metros no eixo y, totalizando uma área de 9900 m<sup>2</sup>. Além disso, foram alocados dentro da grande malha mais 35 pontos de refinamento, visando detalhar o estudo da dependência espacial dos dados para espaçamento entre pontos menores do que 20 m. Somando-se os pontos da grande malha e os de refinamento o total foi de 83 pontos amostrais, estes sendo alocados no campo com auxílio de um teodolito digital.

A produtividade de grãos (PG) foi representada pela massa de grãos contidos em duas linhas de 3 m, no entorno de cada ponto amostral, corrigindo-se a umidade para 13% e transformando-se para a área de um hectare.

Para a caracterização do potássio no solo em cada ponto amostral, foram coletadas com auxílio de um trado holandês, oitenta e três amostras na camada de 0-20 cm.

Para determinação do Potássio (K) no solo utilizou-se o método direto do fotômetro de chama (Embrapa, 1997), onde consiste em colocar em cada amostra uma solução extratora dupla ácida (solução Mehlich).

Para os atributos estudados da planta e do solo efetuou-se a análise descritiva por meio da estatística clássica.

Posteriormente, realizou-se a identificação dos *outliers*, considerando-se atípicos os valores encontrados além de três vezes o intervalo interquartil no gráfico Box Plot, sendo estes substituídos pelo valor médio de quatro circunvizinhos contidos na malha. Para testar a hipótese de normalidade dos dados, foi utilizado o teste de Shapiro e Wilk ( $p < 0,05$ ). Foi realizada também a análise de correlação, objetivando construir a matriz de correlações que exhibe a

associação linear, duas a duas, entre todas as variáveis.

Os dados foram então submetidos à análise geoestatística, com auxílio do programa R e constituiu-se da modelagem dos semivariogramas realizado pelo método dos mínimos quadrados ordinários e como critério para avaliação da dependência espacial.

O critério final de decisão do modelo de semivariograma e do número de vizinhos usados na predição foi o melhor ajuste obtido pela validação cruzada, ou seja, ajustes com o coeficiente angular mais próximos a 1 e coeficiente linear mais próximos a 0. Uma vez ajustados os semivariogramas, realizou-se a krigagem ordinária dos dados e a geração dos mapas de contorno, sendo os valores representados em cinco contornos com intervalos equidistantes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos pela análise estatística descritiva encontram-se na **Tabela 1**, onde se observa que, para todos os atributos, os valores das medidas de tendência central (média e mediana) ficaram bem próximos, indicando distribuição simétrica, confirmada pelos valores de simetria próximos de zero.

Todos os atributos apresentaram distribuição normal pelo teste de Shapiro e Wilk ( $p < 0,05$ ).

Analisando a variabilidade, por meio do coeficiente de variação (CV), constata-se que, a variável potássio apresentou alta variação, enquanto o atributo produtividade apresentou muito alta a variação, de acordo com a classificação proposta por Pimentel-Gomes e Garcia (2002), de baixa para  $CV < 10\%$ ; média entre 10 e 20 %; alta para  $CV$  entre 20 e 30%; e muito alta, se o  $CV > 30\%$ . A maior variação foi observada para a PG, justificada por sua maior amplitude total.

Para a análise de correlação verificou-se valor de  $r = 0,18$  ( $P < 0,05$ ), evidenciando a presença de correlação linear entre essas duas variáveis, as quais serão utilizadas como variáveis para estimar o semivariograma cruzado. Sendo que a correlação linear é uma exigência do semivariograma cruzado, logo, para serem utilizadas, é necessário que os teores de potássio no solo sejam correlacionados com a variável de planta. A correlação positiva de K com a PG evidenciou que o aumento desse teor no solo gerou incremento na produção, sendo esse resultado diferente do encontrado por Stone et al. (2013).

Os resultados da análise geoestatística presente na **Tabela 2**, indicam que os atributos PG e K apresentam dependência espacial moderada, ajustando-se, com base nos critérios pré-



estabelecidos, o modelo esférico e exponencial para alcance de 92,70 e 54 m, respectivamente. Sendo o modelo de ajuste de semivariograma escolhido conforme melhores valores obtidos na validação cruzada.

A comparação de médias dos atributos de planta e do solo das quatro cultivar de feijão está apresentada na **Tabela 3**, onde a comparação entre as médias de produtividade demonstra que a BRS Pérola se sobressaiu em relação às outras cultivares, e que os maiores valores de potássio se concentraram no T4.

**Tabela 3.** Comparação de médias de alguns atributos químicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo e atributos de planta de quatro cultivares de feijão. Fazenda Vitória, Sorriso-MT, 2015.

Tratamento <sup>(2)</sup>	Atributos <sup>(1)</sup>	
	PG (Kg/ha)	K (mg dm <sup>-3</sup> )
Estilo	1952 <sub>b</sub>	38,39 <sub>ab</sub>
Notável	1782 <sub>b</sub>	42,07 <sub>ab</sub>
Ametista	1342 <sub>c</sub>	35,12 <sub>b</sub>
Pérola	2400 <sub>a</sub>	44,49 <sub>a</sub>

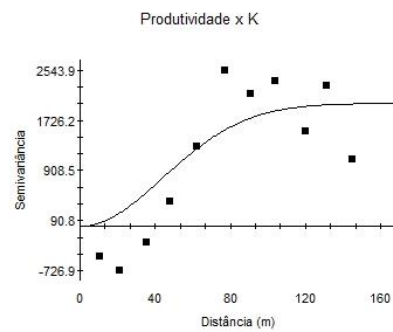
<sup>(1)</sup> Atributos analisados: PG e K, são respectivamente produtividade de grãos e teor de potássio. <sup>(2)</sup> Cultivares de feijoeiro avaliada a campo, respectivamente: Estilo, Notável, Ametista e Perola. As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P>0,05).

Nos mapas da **Figura 1** observa-se a distribuição das variáveis na área em estudo. Podem-se verificar pelos mapas uma grande amplitude nos atributos estudados e a influência do potássio sobre a produtividade das cultivares de feijoeiro.

Os maiores valores de K e PG são encontrados na porção direita da área, sendo que a maior parte da área apresenta valores de K variando entre 30,6 a 34,5 mg dm<sup>-3</sup>. A produtividade obteve distribuição semelhante, com maior proporção da área com valores entre 1102 e 1768 kg ha<sup>-1</sup>.

Visto que as variáveis apresentaram correlação espacial significativa, fez-se a estimativa utilizando-se o semivariograma cruzado, conforme apresentado na **Figura 2**.

O semivariograma cruzado evidenciou a correlação espacial positiva entre os teores de K e a produtividade das cultivares, confirmando mais uma vez que onde houve maior teor de K houve maior produtividade.



**Figura 2.** Semivariograma cruzado entre produtividade x potássio num Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. Fazenda Vitória, Sorriso-MT, 2015.

## CONCLUSÕES

A produtividade das quatro cultivares de feijoeiro e o potássio apresentaram dependência espacial moderada, com elevada variabilidade espacial.

O aumento dos teores de potássio, dentro dos níveis observados, gerou incrementos na produtividade.

As variáveis produtividade e potássio apresentaram correlação espacial direta.

Dentre as cultivares testada, a que apresentou maior produtividade de grãos foi a cultivar BRS Pérola.

## REFERÊNCIAS

- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira: grãos safra 2014/15, nono levantamento, 2:50-109, 2015.
- CARVALHO, M. de P.; TAKEDA, E. Y. & FREDDI, O. da S. Variabilidade espacial de atributos de um solo sob videira em Vitória Brasil (SP). Revista Brasileira de Ciências do Solo, 27:695-703, 2003.
- EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. Recomendações técnicas para o cultivo do feijoeiro. 2.ed. Goiânia: EMBRAPA, 2003. 43p.
- PIMENTEL-Gomes, F. & GARCIA, C. H.; Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais. 11.ed. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309p.
- ZIMBACK, C. R. L. Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade do solo [Tese]. Botucatu: Universidade Estadual Paulista; 2001.
- SHATAR, T. M. & McBRATNEY, A. B. Empirical modeling of relationships between sorghum yield and

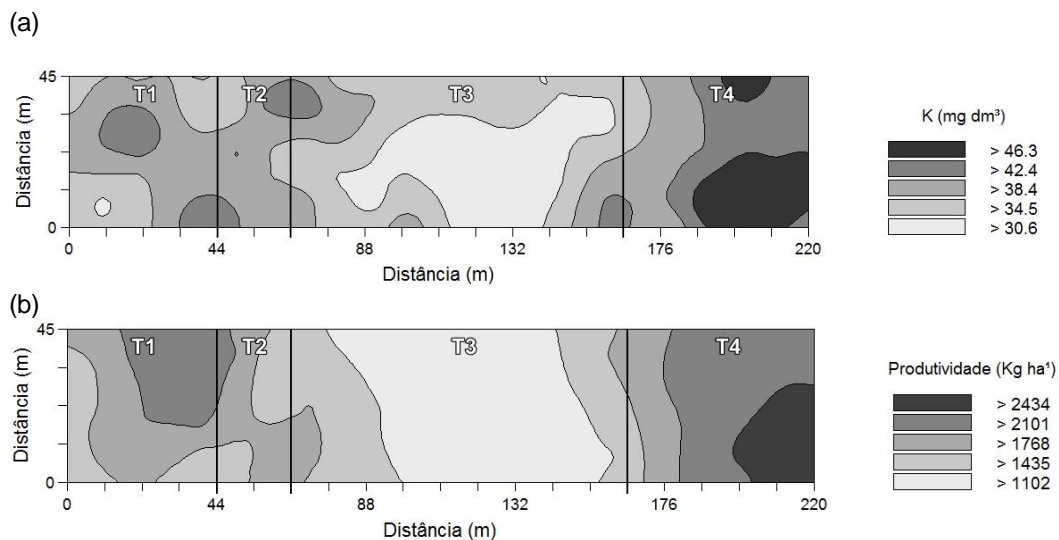
soil properties. Precision Agriculture, 1:125-152, 1999.

STONE, L. F.; ENDERSON, P. de B.; DIDONET, A. D. et al. Correlação entre a produtividade do feijoeiro no sistema de produção orgânica e atributos do solo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 17:19-25, 2013.

**Tabela 1.** Análise descritiva inicial dos componentes de produção das cultivares de feijão e dos atributos químicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico da Fazenda Vitória, Sorriso-MT, 2015.

Variáveis	Medidas Estatísticas Descritivas									
	Valor <sup>(b)</sup>				Coeficiente <sup>(c)</sup>				Prob. <sup>(d)</sup>	
	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desv. Pa d.	Var. (%)	Curtose	Ass	Pr<w	DF
PG <sub>(Kg/ha)</sub>	1815,12	1781,48	700	3044,44	575,60	31,71	-0,89	0,01	0,10	NO
K <sub>(mg/dm<sup>3</sup>)</sub>	39,71	38,94	20,11	62,61	9,64	24,27	-0,37	0,36	0,26	NO

<sup>(a)</sup>PG: produtividade de grãos; K: potássio; <sup>(b)</sup>DesvPad: Desvio Padrão; <sup>(c)</sup>Var: Variação; <sup>(d)</sup>Prob: Probabilidade referente ao teste de normalidade; DF: distribuição de frequências, sendo NO do tipo normal.



**Figura 1.** Mapa de Krigagem para (a) produtividade de grãos e (b) teores de potássio num Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. Fazenda Vitória, Sorriso-MT, 2015.

**Tabela 02.** Parâmetros dos semivariogramas ajustados para as variáveis da planta e alguns atributos químicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico sob plantio de quatro cultivares de feijão. Fazenda Vitória, Sorriso-MT, 2015.

Atributo <sup>1</sup>	Parâmetros do ajuste										
	Modelo <sup>2</sup>	Co	Co+C	A <sub>0</sub> (m)	r <sup>2</sup>	SQR <sup>4</sup>	ADE <sup>5</sup>		Validação cruzada		
							%	Classe	a	b	r
<b>Atributos de planta</b>											
PG	esf(123)	126900	395100	92,70	0,60	2,81E+10	67	MD	74,06	0,96	0,64
<b>Atributos do solo</b>											
K	exp(174)	50,24	97,70	54,00	0,65	405	48	MD	7,67	0,81	0,32

<sup>(a)</sup> PG: Produtividade de grãos de feijão; K: teor de potássio. <sup>(b)</sup> gau: gaussiano; exp: exponencial; epp: efeito pepita puro; esf: esférico; parênteses sucedendo o modelo: número de pares do primeiro lag; C0, C0+C e A0 são respectivamente: efeito pepita, patamar e alcance; <sup>4</sup>SQR: soma dos quadrados dos resíduos. <sup>5</sup> ADE: avaliador de dependência espacial, sendo FD: fraca dependência, MD: média dependência, FTD: forte dependência espacial.