



## Correlação espacial entre a matéria orgânica e potássio de um Latossolo Vermelho-Amarelo e a produtividade do arroz de terras altas<sup>(1)</sup>.

**Renan Francisco Rimoldi Tavanti<sup>(2)</sup>; Gabriel Casagrande Torres<sup>(3)</sup>; Onã da Silva Freddi<sup>(4)</sup>; Flavio Jesus Wruck<sup>(5)</sup>; Rodrigo Gonçalves Trevisan<sup>(6)</sup>; Fernanda Salles Cunha Peres<sup>(7)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso – FAPEMAT; <sup>(2)</sup> Mestrando em Agronomia; UFMT. Campus de Sinop, renan.tavanti@hotmail.com; <sup>(3)</sup> Engenheiro Agrônomo; <sup>(4)</sup> Professor Adjunto; UFMT. Campus de Sinop; <sup>(5)</sup> Pesquisador; EMBRAPA Arroz e Feijão. <sup>(6)</sup> Mestrando em Engenharia de Sistemas Agrícolas; ESALQ-USP. Piracicaba-SP; <sup>(7)</sup> Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia; UFMT. Campus de Cuiabá.

**RESUMO:** No Cerrado o enfoque da integração está na rotação de culturas e recuperação dos solos sob pastagens degradadas. A conversão dessas pastagens está direcionada a produção de grãos, tendo o arroz como a primeira cultura a entrar no sistema. Porém, o arroz sequeiro nessa região é cultivado com baixa tecnologia e sob adversidades climáticas frequentes. Diante disso objetivou-se avaliar a variabilidade espacial e a correlação da matéria orgânica e do potássio de um Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com arroz em semeadura direta sob diferentes culturas de cobertura, após sete anos de integração lavoura-pecuária. O estudo foi realizado em 2012, no município de Santa Carmem, norte do Estado de Mato Grosso. Os esquemas de rotação de culturas utilizados antes do cultivo do arroz foram T1: consórcio de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) e braquiária (*Brachiaria ruziziensis*); T2: consórcio de crotalária (*Crotalaria ochroleuca*) e braquiária (*B. ruziziensis*) e T3: consórcio de capim Sudão (*Sorghum sudanense*) e braquiária (*B. ruziziensis*). Adotou-se uma malha regular com 100 pontos distribuídos numa área de 26400 m<sup>2</sup>, nos quais se determinou algumas características agrônômicas do arroz e os teores de matéria orgânica e potássio do solo. A variável de potássio apresentou elevada variabilidade e a matéria orgânica do solo apresentou dependência espacial. Obteve-se uma correlação positiva entre as variáveis do solo mostrando o efeito da deposição de palhada e resíduos culturais em sistema de semeadura direta.

**Termos de indexação:** rotação de culturas, *Oryza sativa*, sistema de semeadura direta.

### INTRODUÇÃO

O estado de Mato Grosso foi classificado como o quarto maior produtor de arroz do Brasil (CONAB, 2014), tendo a maior parte da produção concentrada nas áreas de implantação da cultura da soja, reforma de áreas de pecuária, sendo este também empregado como cultura pioneira na abertura de novas áreas de cultivo. Diante disso, é grande a

importância no desenvolvimento de tecnologias que possibilitem o cultivo de forma produtiva e sustentável do arroz de terras altas no âmbito de sistemas mais complexos como é o caso do sistema de semeadura direta (SSD) e dos sistemas de integração.

O uso do SSD tem melhorado a qualidade do solo e o seu potencial produtivo. Consolidada como a maior inovação tecnológica da agricultura no fim do milênio o SSD vive, nos dias atuais, o seu aprimoramento em função das condições regionais e até mesmo locais em que é praticado, ou seja, cria identidade regional, conforme a oferta ambiental dos fatores de crescimento (ALVARENGA et al., 2001). A busca por opções de rotação de culturas que tornem os sistemas produtivos sustentáveis tem aumentado o interesse pelo uso de espécies como aquelas do gênero *Brachiaria*, que produz grandes quantidades de massa e permanecem por maior período de tempo sobre o solo, podendo ser usadas em cultivos solteiros ou consorciadas a outras espécies (NASCENTE et al., 2012).

A contínua utilização do solo, com o passar do tempo, conduz a um aumento na sua heterogeneidade. A liberação de nutrientes proveniente da palhada do SSD, a aplicação localizada de fertilizantes na linha de cultivo juntamente com o não revolvimento do solo causam uma variabilidade superficial e um gradiente em profundidade da fertilidade do solo.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade espacial e correlações da matéria orgânica e do potássio de um Latossolo Vermelho-Amarelo e a produtividade do arroz em sistema de integração de lavoura pecuária com diferentes plantas de cobertura.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Unidade de Referência Tecnológica (URT) da EMBRAPA Agrossilvipastoril implantada na Fazenda Dona Isabina, localizada no município de Santa Carmem, norte do Estado de Mato Grosso, situada nas coordenadas geográficas de 12° 03' 58"S e 55° 21'



07°O, com altitude média de 375 m. O clima da região é do tipo tropical quente e úmido (Aw, segundo classificação Köppen), caracterizado com médias mensais oscilando entre 24°C e 27°C, a precipitação anual fica em torno de 2000 mm.

Utilizou-se a cultivar de arroz BRS Monarca, sendo realizados todos os tratamentos culturais, como: adubação e controle fitossanitário seguindo as recomendações técnicas para a cultura em condições de sequeiro. O solo da URT é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, de textura argilosa, com valores de 342 g kg<sup>-1</sup> de areia, 123 g kg<sup>-1</sup> de silte e 535 g kg<sup>-1</sup> de argila. O pH em H<sub>2</sub>O foi de 5,7 e o teor de matéria orgânica médio foi igual a 30 g kg<sup>-1</sup>.

Os tratamentos foram submetidos sob sistema de ILP a sete anos, sendo que nos últimos anos foi adotada a sequência de manejos constituída do cultivo de pastagem por dois anos entre as safras 2005/06 e 2007/08, seguido por safra de arroz e safrinha de feijão comum em 2008/09, safra de soja precoce e milho + *Brachiaria ruziziensis* na safrinha de 2009/10. No ano agrícola 2010/11 cultivou-se soja precoce na safra principal e em seguida dividiu-se a área em três faixas para adoção de diferentes esquemas de rotação de culturas, que construíram os tratamentos T1: consórcio de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) e *B. ruziziensis*; T2: consórcio de *Crotalaria ochroleuca* e *B. ruziziensis* e T3: consórcio de capim Sudão (*Sorghum sudanense*) e *B. ruziziensis*.

Para amostragem adotou-se uma malha retangular constituída de 7 linhas e 12 colunas, contendo 84 pontos amostrais, espaçados de 20 em 20m em ambos os eixos, totalizando uma área de estudo de 26400m<sup>2</sup>. Além disso, foram alocadas dentro da grande malha mais 16 pontos de refinamento, ao centro do quadrado formado por quatro pontos adjacentes, visando detalhar o estudo da dependência espacial dos dados para espaçamento entre pontos menores do que 20m. Totalizando 100 pontos amostrais.

A produtividade de grãos (PG) foi representada pela massa de grãos contidos em duas linhas de 3m, no entorno de cada ponto amostral, corrigindo-se a umidade para 13% e transformando-se para a área de um hectare. Também foi avaliada a severidade da mancha dos grãos (NT), utilizou-se a escala de notas elaborada pelo International Rice Research Institute IRRI.

Para caracterização dos atributos químicos do solo em cada ponto amostral, foram coletadas amostras simples com estrutura deformada nas camadas de 0-0,10m, com um trado Holandês. Nas quais foram determinados os teores de potássio (K), por determinação de quantificação colorimétrica pelo extrator de Mehlich-1 (EMBRAPA, 1997), e a matéria orgânica (MO), que foi obtida pela oxidação

por ácido sulfúrico e quantificação colorimétrica (EMBRAPA, 1997).

Realizou-se então a análise de correlação, estatística clássica e análise geoestatística das variáveis.

A análise geoestatística foi realizada isoladamente para cada atributo, avaliando sua dependência espacial pelo cálculo do semivariograma simples e interpolados por krigagem.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da **Tabela 1** observa-se que a PG foi de 1,7 Mg ha<sup>-1</sup>, valor este inferior à média no estado do Mato Grosso, que foi de 3,3 Mg ha<sup>-1</sup> na safra 2013/2014 (CONAB, 2014). A baixa de PG ocorreu devido a um veranico durante a fase de embotamento e florescimento do arroz, que segundo Guimarães et al. (2002) seu efeito é severo quando ocorre durante a fase reprodutiva, especialmente quando ocorre no período da divisão da célula-mãe do pólen (meiose) e o florescimento.

Houve grande heterogeneidade na área estudada, pois, a PG apresentou um CV de 32,21% que é considerado uma variabilidade muito alta (**Figura 1**).

**Tabela 1** – Análise descritiva dos atributos de arroz cultivado em Latossolo Vermelho-Amarelo da Fazenda Dona Isabina, Santa Carmem (MT).

Atributo <sup>(1)</sup>	MO	K	NT	PG
	g kg <sup>-1</sup>	cmolc d <sup>m-3</sup>	nota	Mg ha <sup>-1</sup>
Média	32,76	0,16	4,94	1,69
Mediana	32,62	0,16	5,0	1,59
Min	23,05	0,04	1,0	0,69
Max	46,14	0,35	9,0	3,11
Desv. Pad.	4,73	0,06	1,96	0,54
CV (%)	14,45	41,63	39,69	32,21
Curtose	-0,17	-0,01	-0,27	-0,06
Cef. Ass.	0,45	0,57	-0,005	0,39
Pr<w	0,10	0,01	0,000	0,01
DF	NO	NO	TN	TN

<sup>(1)</sup>MO, K, NT, PG são respectivamente a matéria orgânica, potássio, nota da severidade de mancha dos grãos, e produtividade dos grãos de arroz. DF: distribuição de frequências, sendo NO do tipo normal, TN tendendo ao normal.

Por meio da **Tabela 2**, podemos concluir que a NT apresentou diferença significativa entre os tratamentos com maior valor no T3 e menor no T1, semelhante aos mapas de krigagem (**Figuras 2**) que comprovam que este comportamento é resultado da capacidade de cada cultura em hospedar os agentes patogênicos que causam a doença em estudo, sendo que várias espécies do gênero *Sorghum* já foram relatadas como hospedeiras dos principais patógenos responsáveis pela mancha dos grãos (FAKHRUNNISA & GHAFAR, 2006).



Sua correlação (**Tabela 3**) com a PG foi negativa apresentando coeficiente de correlação de -0,53 ( $P < 0,01$ ). O valor negativo do atributo NT mostra que a queda da produtividade de grãos também foi influenciada pelo ataque dos patógenos.

**Tabela 2** – Comparação de médias de alguns atributos químicos do Latossolo Vermelho-Amarelo e parâmetros agrônômicos da cultura do arroz em sistema de integração lavoura-pecuária com diferentes coberturas vegetais, Santa Carmem (MT).

TRAT <sup>(2)</sup>	Atributos <sup>(1)</sup>			
	MO g kg <sup>-1</sup>	K cmol <sub>c</sub> d <sup>m-3</sup>	NT nota	PG Mg ha <sup>-1</sup>
T1	32,92 <sub>a</sub>	0,16 <sub>a</sub>	3,66 <sub>a</sub>	1,86 <sub>a</sub>
T2	32,55 <sub>a</sub>	0,18 <sub>a</sub>	4,88 <sub>b</sub>	1,75 <sub>ab</sub>
T3	32,84 <sub>a</sub>	0,21 <sub>a</sub>	6,31 <sub>c</sub>	1,46 <sub>b</sub>

<sup>(1)</sup> MO e K são respectivamente a matéria orgânica e o potássio do solo; PG e NT são respectivamente a produtividade de grãos e a nota de severidade da mancha dos grãos. <sup>(2)</sup> Tratamentos T1: consórcio de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) e braquiária (*Brachiaria ruziziensis*); T2: consórcio de crotalaria (*Crotalaria ochroleuca*) e braquiária (*B. ruziziensis*) e T3: consórcio de capim Sudão (*Sorghum sudanense*) e braquiária (*B. ruziziensis*). Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

O teor médio de MO encontrado foi de 32,76 g kg<sup>-1</sup> na camada superficial do solo apresentando média variabilidade (**Figura 3**), com CV de 14,46%, resultados semelhantes aos encontrados por Cavalcante et al. (2007) e Dalchiavon et al. (2011). Na comparação de médias não houve diferença significativa entre os tratamentos.

A variável de K teve correlação positiva com a MO (**Tabela 3**). Isso demonstra que quanto maior o teor de MO maior será a quantidade K. Desta forma, pode-se afirmar que a matéria orgânica desempenha importante papel à sustentabilidade do sistema produtivo por ser um coloide orgânico responsável por boa parte da capacidade de troca catiônica do solo (DALCHIAVON et al., 2011).

**Tabela 3** – Matriz de correlação simples entre os atributos da cultura do arroz e atributos de um Latossolo Vermelho-Amarelo na Fazenda Dona Isabina, Santa Carmem (MT), 2012.

Variáveis <sup>(2)</sup>	Coeficiente de correlação <sup>(1)</sup>		
	MO	K	NT
K	<b>0,25**</b>		
NT	0,08 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	
PG	0,15 <sup>ns</sup>	-0,03 <sup>ns</sup>	<b>-0,53**</b>

<sup>(2)</sup> MO e K são respectivamente a matéria orgânica e o potássio do solo; PG e NT são respectivamente a produtividade de grãos e a nota de severidade da mancha dos grãos. Valores em negrito com \*\* são significativos a 1% de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo.

Segundo Dalchiavon et al. (2011), uma das características marcantes do SSD é o aumento do

teor de MO na camada superficial do solo. Com o decorrer do tempo, a ausência de preparo do solo favorece a quantidade e da qualidade dos resíduos das culturas, o que influencia diretamente a disponibilidade dos nutrientes às plantas.

A variável K apresentou efeito pepita puro na análise geoestatística, não seguindo um padrão de dependência espacial, impossibilitando a krigagem. Os teores de K variaram de 0,047 a 0,358 cmol<sub>c</sub> d<sup>m-3</sup>, com média de 0,16 cmol<sub>c</sub> d<sup>m-3</sup>, e CV de 41,63%, que é considerado muito alto, apresentando grande variabilidade. Em consequência, a alteração no teor de matéria orgânica, tanto em quantidade como em qualidade, tem implicações graduais na dinâmica das bases trocáveis no solo. Com relação ao K, em virtude de sua reciclagem o acúmulo dos resíduos das culturas em rotação, ocorre uma maior disponibilidade nos primeiros 0,10m de solo.

## CONCLUSÕES

Todos os atributos, com exceção do potássio, apresentaram dependência espacial moderada, com elevada variabilidade espacial no sistema de integração lavoura-pecuária.

O cultivo de arroz de terras altas após consórcio de braquiária e feijão-caupi proporcionou maiores produtividades e redução na severidade de grãos.

O capim Sudão não é recomendado nessas condições, como cultura de cobertura antes do cultivo de arroz, por causar redução na produtividade e aumento na severidade de mancha dos grãos de arroz.

A MO apresentou correlação positiva com o K desempenhando um papel importante no sistema produtivo.

## REFERÊNCIAS

ALVARENGA, R. C.; LARA CABEZAS, W. A.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. Informe Agropéculário, Belo Horizonte, 208:25-36, 2001.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: grãos – Safra 2013/14 – Décimo segundo levantamento. Brasília, 2014. 151p.

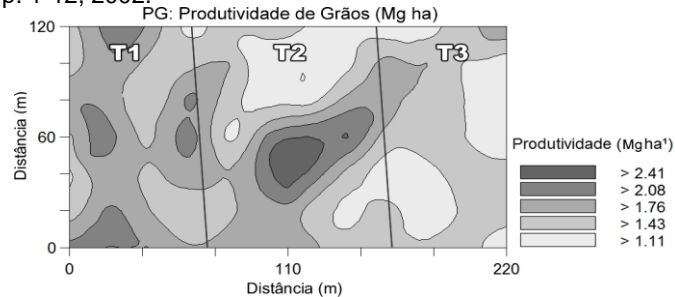
DALCHIAVON, F. C.; CARVALHO, M. de P.; FREDDI, O. da S.; ANDREOTTI, M.; MONTANARI, R. Variabilidade espacial da produtividade do feijoeiro correlacionada com atributos químicos de um latossolo vermelho distroférico sob sistema de semeadura direta. Bragantina, Campinas, v. 70, p. 908-916, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1997.

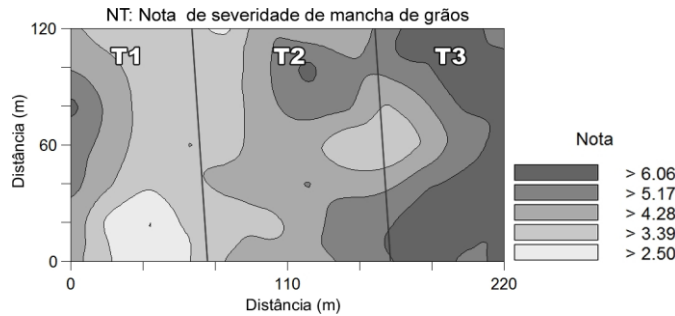
FAKHRUNNISA M., HASHMI H., GHAFAR A. Seed-borne mycoflora of wheat, sorghum and barley. *Pakistan Journal of Botany*, v. 38, p. 185-192, 2006.

GUIMARÃES, C. M.; FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. Como a planta de arroz se desenvolve. *Arquivo do Agrônomo, Campinas*, v. 3, p. 1-12, 2002.

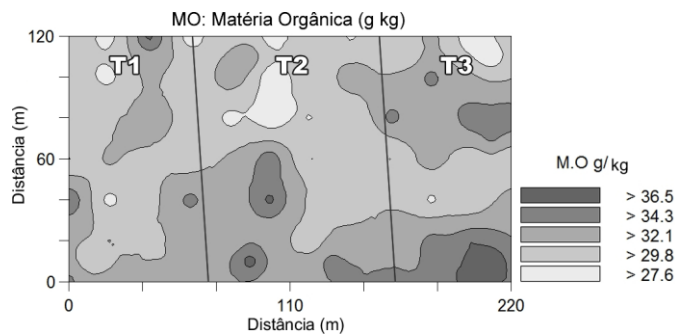
NASCENTE, A. S. et al. Desenvolvimento e produtividade de cultivares de arroz de terras altas em função do manejo do solo. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 41, n. 2, 2011.



**Figura 1** – Mapa de krigagem para Produtividade de grãos de arroz cultivado num Latossolo Vermelho-Amarelo sob Integração Lavoura-Pecuária. Fazenda Dona Isabina. Santa Carmem-MT, 2012.



**Figura 2** – Mapa de krigagem para Nota de Severidade da Mancha dos Grãos de arroz cultivado num Latossolo Vermelho-Amarelo sob Integração Lavoura-Pecuária. Fazenda Dona Isabina. Santa Carmem-MT, 2012.



**Figura 3** – Mapa de krigagem para MO em profundidade de 0-0,10 m em um Latossolo Vermelho-Amarelo sob Integração Lavoura-Pecuária. Fazenda Dona Isabina. Santa Carmem-MT, 2012.

**Tabela 4** - Parâmetros dos semivariogramas ajustados para as variáveis de planta e atributos de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob integração lavoura-pecuária

Atributos <sup>(1)</sup>	Parâmetros dos semivariogramas <sup>(2)</sup>										
	Modelo	Co	Co+C	Ao (m)	r <sup>2</sup>	SQR <sup>(4)</sup>	ADE <sup>(5)</sup>		Validação Cruzada <sup>(3)</sup>		
							%	Classe	A	b	r
MO	exp	3,81	14,5	30,9	0,35	13,6	74	ME	4,98	0,85	0,24
K	epp	0,005	0,005	-	-	-	-	-	-	-	-
PG	esf	1,18.10 <sup>-1</sup>	2,95.10 <sup>-1</sup>	38	0,52	6,62.10 <sup>3</sup>	60	ME	0	0,99	0,44
NT	exp	1,79	3,77	124,5	0,79	3,03.10 <sup>-1</sup>	53	ME	0,01	1	0,49

<sup>(1)</sup> MO, K, PG, NT são respectivamente a matéria orgânica e o potássio do solo, produtividade de grãos e nota da severidade de mancha dos grãos do arroz. <sup>(2)</sup> exp: exponencial; epp: efeito pepita puro; esf: esférico; Co, Co+C e Ao são respectivamente: efeito pepita, patamar e alcance; <sup>(3)</sup> Validação cruzada: A, b, r são respectivamente a interceptação da reta, coeficiente de regressão e  $\sqrt{r^2}$ ; <sup>(4)</sup> SQR: soma dos quadrados dos resíduos. <sup>(5)</sup> ADE: avaliador de dependência espacial, sendo Cls: a classificação da dependência; ME: média dependência.