



GEOESTATÍSTICA NA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO E EFICIÊNCIA TÉCNICA PARA A CULTURA DO ARROZ EM MACHADINHO D'OESTE, RO

Gustavo Souza Valladares¹, Eliane Gonçalves Gomes², João Alfredo de Carvalho Mangabeira¹, Célia Regina Grego³, Mateus Batistella¹, Evaristo Eduardo de Miranda¹, Marcos Cicarini Hott¹

¹ Embrapa Monitoramento por Satélite. Av. Dr. Júlio Soares de Arruda, 803, Pq São Quirino, Campinas, SP. CEP 13088-300. gustavo@cnpm.embrapa.br, manga@cnpm.embrapa.br, mb@cnpm.embrapa.br, mir@cnpm.embrapa.br, marcos@cnpm.embrapa.br

² Embrapa Sede - SGE. Parque Estação Biológica, W3 Norte final, Asa Norte, Brasília, DF, CEP 70770-901. eliane.gomes@embrapa.br

³ Instituto Agronômico de Campinas

Projeto financiado pela Embrapa Monitoramento por Satélite; Apoio financeiro Edital CNPq 19/2004 Universal - Processo CNPq n.º 472838/2004-0; LBA.

Palavras-Chave: krigagem, fertilidade do solo, eficiência técnica.

Introdução

Fertilidade do solo e fatores socioeconômicos influenciam na produção das culturas agrícolas. Este trabalho tem como objetivo analisar a relação espacial entre a eficiência técnica da cultura do arroz (medida com modelos de Análise de Envoltória de Dados - DEA) e alguns atributos relacionados à fertilidade do solo para o Projeto de Assentamento de Machadinho d'Oeste, em Rondônia. As variáveis usadas têm origem em coletas e pesquisas de campo junto a uma amostra de agricultores. Técnicas de geoprocessamento e krigagem foram empregadas na espacialização dos atributos dos solos e na análise de sua relação espacial com a eficiência da agricultura de Machadinho d'Oeste.

Material e Métodos

A área de estudo é a Gleba Machadinho, localizado no estado de Rondônia, entre as coordenadas 9°19' S e 10°00' S de Latitude e 61°47' W e 63°00' W de Longitude.

O relevo é dissecado em cristas, com vertentes pronunciadas e serras cujas altitudes chegam a ultrapassar 200m. Ocorrem também superfícies de aplainamento, entre 100m e 200m, referentes à depressão interplanáltica da Amazônia. O padrão de drenagem é em sua maioria dendrítico, de alta densidade e rios encaixados, com barrancos em suas margens.

A floresta equatorial subperenifólia e a floresta equatorial de várzea são os tipos de vegetação característicos da área. O clima é megatérmico, com temperaturas mínimas superiores a 18°C, classificado como *Am* segundo Köeppen; os meses de junho e julho são os mais secos e a precipitação média anual é superior a 2.000mm.

Devido à diversidade de litologia e relevo, os solos da região apresentam grandes variações em suas propriedades. Na área de estudo predominam os Latossolos Amarelos Distróficos, mas também são encontrados Nitossolos Vermelhos e Háplicos, Latossolos Vermelhos, Latossolos Vermelho-Amarelos, Argissolos, Gleissolos e Plintossolos.

A análise do desempenho da agricultura de Machadinho d'Oeste foi conduzida por modelos de Análise de Envoltória de Dados – DEA (Cooper et al., 2000), medindo a eficiência técnica de uma amostra de 170 propriedades de Machadinho. Para o cálculo dessas medidas foi usado o modelo DEA BCC, orientado a *inputs*, com as variáveis área cultivada (em ha) e mão-de-obra (em dias homem) como *inputs* e quantidade produzida (em kg) como *output*, para os dados da pesquisa de campo conduzida em 1999. As medidas de eficiência foram, então, espacializadas, e buscou-se explicar as eficiências e ineficiências a partir de características espaciais, não inseridas no modelo. Nesta etapa, usaram-se os atributos dos solos soma de bases, V% e concentração de alumínio para verificar se havia ou não relação espacial com a eficiência técnica para a cultura do arroz.

Foram coletadas amostras deformadas de terra em 76 pontos georeferenciados na profundidade de 0 a 0,10m, caracterizadas segundo metodologia da Embrapa. Para analisar a variabilidade espacial, usou-se a geoestatística, por meio da análise de semivariogramas, interpolação dos dados por krigagem e construção de mapas de isolinhas.

Foi realizada amostragem dos mapas de isolinhas por meio de uma malha com distância de 1.500m e avaliada a relação entre os mapas por meio da metodologia da correlação linear simples e diagramas de dispersão adaptada de Leite & Landin (2003), que usaram análise de regressão. O software empregado foi o ArcMap 9.0.

Resultados e Discussão

Pelos resultados de eficiência técnica obtidos pelo modelo DEA BCC, dos 170 agricultores considerados, 7 foram 100% eficientes; a eficiência média foi de 37,6%. Ainda, verificou-se que a variável de *input* mais significativa para o cálculo da medida de eficiência foi mão-de-obra.

O produtor eficiente que foi considerado o maior número de vezes (91,2%) como referência (*benchmark*) para os agricultores ineficientes foi um produtor proveniente de Minas Gerais e que chegou em Machadinho d'Oeste em 1997. Cultivava em sua propriedade, além do arroz, com mão-de-obra de dois ativos da família e dedicação de 75 a 100% do tempo, mandioca, café, guaraná, seringueira, citros, cupuaçu, abacate, jaca, coco e manga. Em uma área total de 38 ha, 8 ha eram cultivados e 8 ha eram de mata natural; as pastagens ocupavam

10 ha. Em 1999 usou assistência técnica da Emater e apontou a falta de financiamento e de recursos humanos para propriedade como necessidade e como problema a falta de mão-de-obra. Este agricultor cultiva sobre um Latossolo Amarelo em relevo plano, com aproximadamente 40% de saturação por bases, soma de bases superior a $3 \text{ cmol}_e\text{kg}^{-1}$ e teor de alumínio inferior a $0,3 \text{ cmol}_e\text{kg}^{-1}$, solo considerado com fertilidade moderada a alta para a área de estudo e de boa aptidão agrícola para lavouras, exigindo baixos níveis de correção.

Para os atributos dos solos estudados, o modelo esférico teve bom ajuste; para os dados de eficiência, o modelo exponencial foi o mais adequado. Os menores valores do alcance foram para soma de bases 10.000m, seguidos pelo valor V% e teor de alumínio. Apesar das grandes distâncias entre as amostras, a dependência espacial foi classificada pela razão de dependência espacial (GD) como moderada (26-75%) para os atributos dos solos e eficiência técnica (Quadro 1).

Quadro 1. Parâmetros dos modelos esféricos* e exponencial** ajustados aos semivariogramas: efeito pepita (C_0), “partial sill” (C_1), alcance (a) e razão de dependência espacial (GD).

Atributo	C_0	C_1	a (m)	GD (%)
Alumínio*	0,038	0,017	20000	26
Soma de bases*	3,0	3,0	10000	50
Valor V%*	274	164	13696	37
Eficiência técnica para arroz**	259	102	20000	28

Com base na interpretação visual dos mapas apresentados na Figura 1, percebe-se correlação negativa da eficiência técnica (Figura 2d) com os teores de alumínio (Figura 2a) e positiva com a soma de bases (2b) e valor V% (2c). Tais resultados confirmam a importância da fertilidade natural dos solos para a produtividade e renda de pequenos agricultores com baixo grau tecnológico em áreas de assentamento rural da Amazônia. Estes resultados são corroborados pelas análises de correlação em que a eficiência técnica apresentou correlação negativa com o teor de alumínio ($r = -0,45$) e positiva com a soma de bases e o valor V% (respectivamente $r = 0,42$ e $r = 0,45$), todos significativos a 1% de probabilidade.

Conclusão

Os resultados aqui apresentados confirmaram a hipótese inicialmente colocada de existir relação entre a fertilidade do solo e a eficiência da agricultura. No assentamento rural de Machadinho d'Oeste, RO a krigagem foi eficiente na espacialização dos teores de

alumínio, soma de bases, valor V% e eficiência técnica da cultura do arroz. Os resultados demonstram grandes variações na fertilidade dos solos da Gleba Machadinho.

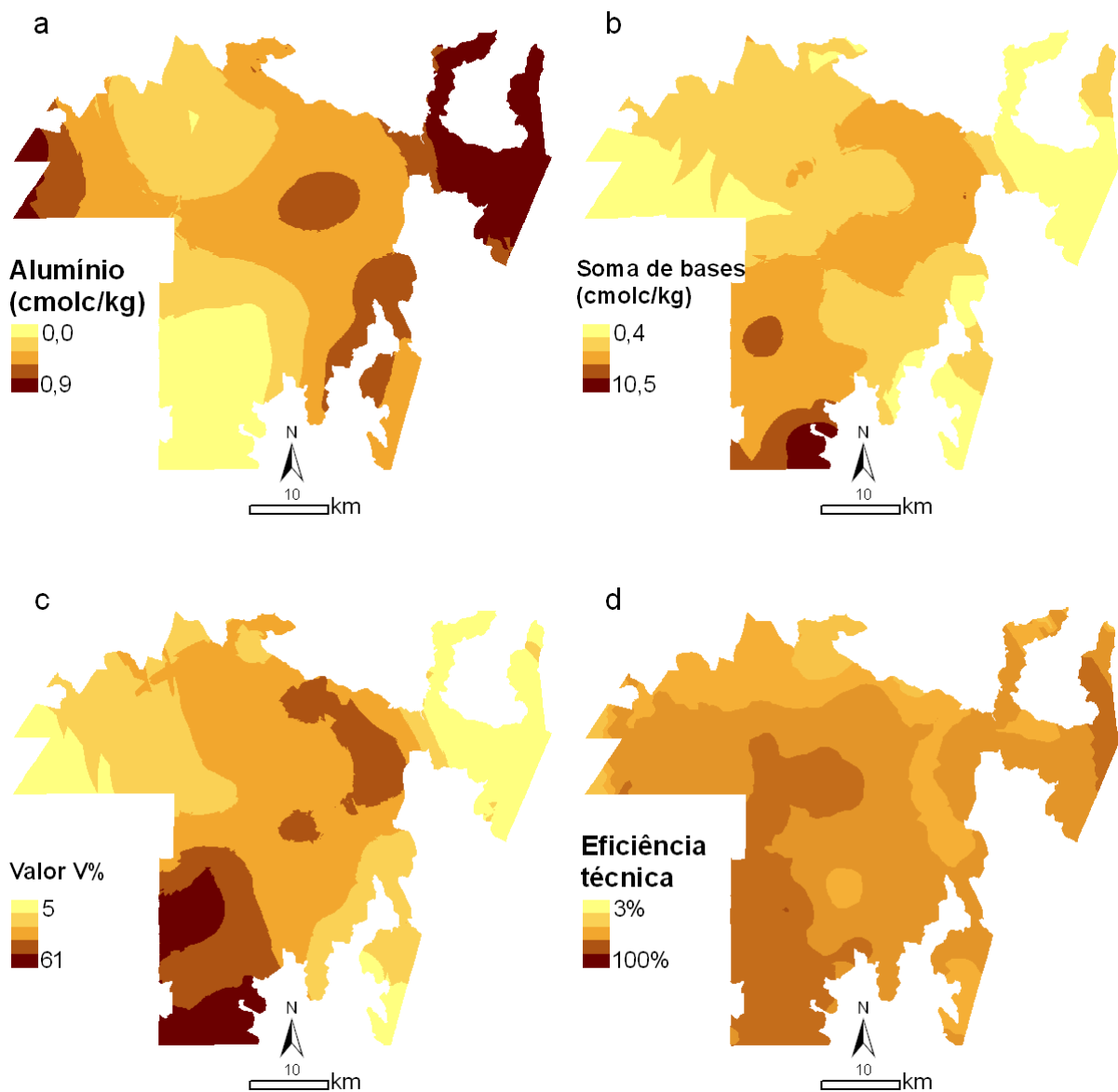


Figura 2. Distribuição espacial por krigagem dos teores de alumínio (a), soma de bases (b), valor V% (c) e eficiência técnica para a cultura do arroz (d).

Referências Bibliográficas

COOPER, W.W.; SEIFORD, L.M.; TONE, K. Data Envelopment Analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver software. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2000.

LEITE, C.B.B.; LANDIM, P.M.B. Relação entre mapas temáticos por meio da análise de regressão múltipla. Solos e Rochas, 26: 195-203, 2003.