

## Relação espacial de atributos edáficos e eficiência produtiva para o caso de lotes agrícolas em Machadinho d'Oeste, RO

Eliane Gonçalves Gomes<sup>1</sup>  
Gustavo Souza Valladares<sup>2</sup>  
João Alfredo de Carvalho Mangabeira<sup>2</sup>  
Célia Regina Grego<sup>2</sup>  
Mateus Batistella<sup>2</sup>  
Evaristo Eduardo de Miranda<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Embrapa Sede, SGE  
Parque Estação Biológica, Av. W3 Norte final, 70770-901, Asa Norte, Brasília, DF  
eliane.gomes@embrapa.br

<sup>2</sup> Embrapa Monitoramento por Satélite  
Av. Dr. Júlio Soares de Arruda 803, 13088-300, Parque São Quirino, Campinas, SP  
{gustavo, manga, crgrego, mb, mir}@cnpm.embrapa.br

**Abstract.** In this paper we evaluate the spatial relationship between production efficiency, measured by DEA models, and attributes related to soil fertility in Machadinho d'Oeste, state of Rondônia. Kriging techniques and GIS were used to analyze the efficiency spatial distribution of such attributes and the efficiency in rice, beans, corn, and coffee production. The results indicate correlations between efficiency and soils characteristics.

**Palavras-chave:** geostatistics, soil fertility, efficiency, geostatística, fertilidade do solo, eficiência.

### 1. 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 produtiva (medida com modelos de Análise de Envoltória de Dados – DEA) e atributos relacionados à fertilidade do solo para o município de Machadinho d'Oeste, Rondônia. Técnicas de geoprocessamento e krigagem foram empregadas na espacialização dos atributos dos solos e na análise de sua relação espacial com as medidas de eficiência.

### 2. Material e Métodos

A área de estudo é a Gleba Machadinho, localizada 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.

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 partir da implementação do assentamento no início dos anos de 1980, a paisagem original tem sido transformada pelos colonos em um mosaico de remanescentes florestais, culturas agrícolas, pastagens, vegetação secundária e pequenas áreas urbanizadas.

A análise de desempenho da agricultura de Machadinho foi feita por modelos DEA, com retornos variáveis de escala e orientação a insumos (Cooper et al., 2004). As variáveis de recursos usadas foram área cultivada (ha) e mão-de-obra (dias homem); como produto,

quantidade produzida (kg), para os dados da pesquisa de campo de 1999. Foram usados 4 modelos DEA parciais, um para cada uma das culturas mais importantes: arroz, feijão, milho e café. As medidas de eficiência foram espacializadas e buscou-se explica-las a partir de características espaciais. 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 produtiva.

Foram coletadas amostras deformadas de terra em 76 pontos georeferenciados (*gride* irregular) 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. O software empregado foi o ArcMap 9.0.

### 3. Resultados e Discussão

Pelos resultados de eficiência, dos 170 agricultores considerados no modelo da cultura do arroz, 7 foram 100% eficientes; eficiência média de 37,6%. Para a cultura do feijão, dos 76 lotes, 3 foram DEA eficientes, com eficiência média de 37,2%. Já na cultura do milho, 4 dos 145 lotes foram eficientes; eficiência média de 38,2%. Finalmente, para a cultura do café, dos 272 lotes que o cultivaram, 4 foram eficientes, e a eficiência média foi de 20,6%.

Para a cultura do feijão, o agricultor que serviu de referência para 93,4% dos lotes chegou em Machadinho d'Oeste em 1984, oriundo do estado da Bahia. Havia 8 pessoas ativas na família. Além do feijão, cultivava arroz, mandioca, café, guaraná, citros, banana, cupuaçu, abacate, goiaba, coco, caju, manga, graviola, biribá, jabuticaba, em 7,2 ha de área cultivada.

Para o modelo da cultura do milho, o agricultor *benchmark* (96,6% dos casos) era paranaense e chegou em Machadinho em 1986. Cultivava, além do milho, sem assistência técnica e com mais um ativo da família, arroz, mandioca, café, citros, banana, abacate, goiaba, jaca, coco, caju, manga, mamão e biribá. Essas culturas ocupavam 6,7 ha de área.

O agricultor mais referenciado (83,5%) no modelo do café chegou a Machadinho em 1983, oriundo de SP. Cultivava, com 4 ativos da família, espécies florestais, além do café.

Para o modelo do arroz, o produtor de referência (em 91,2% dos casos) era proveniente de MG. Cultivava, além do arroz, com dois ativos da família, mandioca, café, guaraná, seringueira, cupuaçu, abacate, jaca, coco e manga, em 8ha. Este agricultor cultivava sobre um Latossolo Amarelo em relevo plano, com aproximadamente 40% de saturação por bases, soma de bases superior a  $3 \text{ cmol}_c\text{kg}^{-1}$  e teor de alumínio inferior a  $0,3 \text{ cmol}_c\text{kg}^{-1}$ , solo considerado com fertilidade moderada a alta para a área de estudo e de boa aptidão agrícola para lavouras, exigindo baixos níveis de correção.

Todos os agricultores mais eficientes para as demais culturas também se localizavam em solos semelhantes, o que indica que solo profundo, bem estruturado em relevo plano e que exige pouca correção química, pode conduzir a maiores eficiências produtivas.

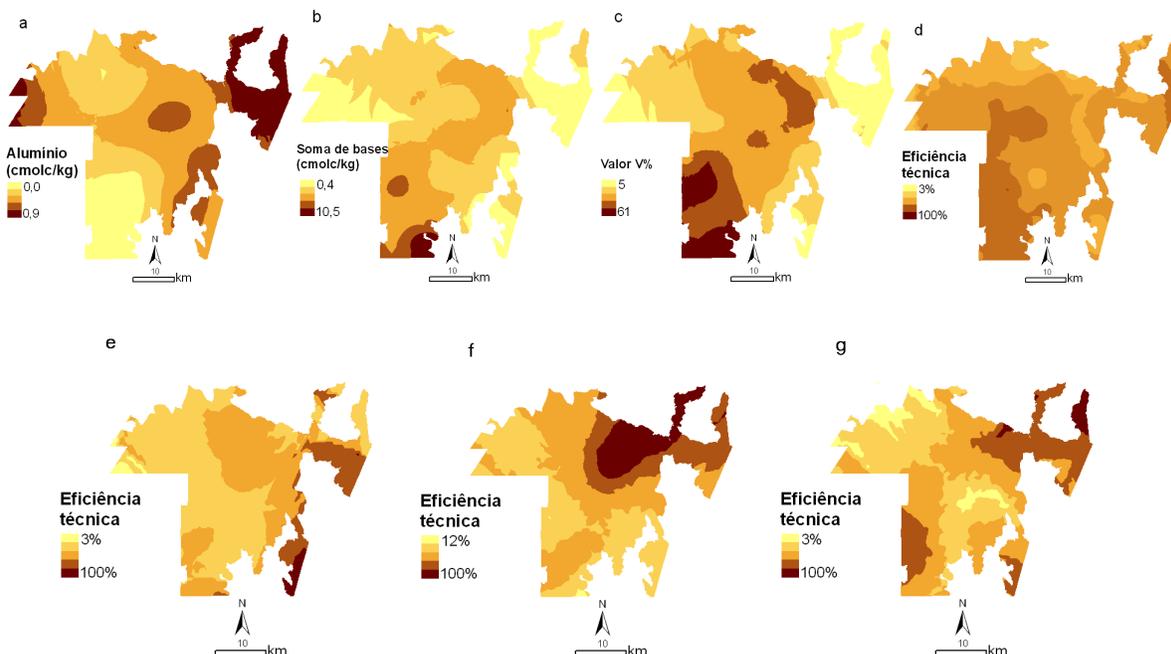
Para os atributos dos solos estudados e a maioria dos dados de eficiência, os semivariogramas foram bem ajustados pelo modelo esférico, exceto para os dados de eficiência do arroz, no qual o ajuste pelo modelo exponencial foi o mais adequado. Os menores valores do alcance foram para soma de bases 10.000m, seguida pelo valor V% e teor de alumínio. Foi encontrada dependência espacial classificada pela razão de dependência espacial (GD) como moderada (26-75%) para os atributos dos solos e eficiência para as culturas do arroz, feijão e milho, e baixa para a cultura do café (**Tabela 1**).

Com base na interpretação visual dos mapas apresentados na **Figura 1**, percebe-se correlação negativa em alguns locais, por exemplo, a mancha superior escura para **Figura 1a** (teores de alumínio) é semelhante a das **Figuras 1f** (eficiência para milho) e **1g** (eficiência para café), e correlação positiva, em alguns locais, com a soma de bases (**Figura 1b**) e valor V% (**Figura 1c**). Tais resultados indicam 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 sugerem igualmente o quanto seria eficiente e viável a aplicação variável de corretivos, considerando a fertilidade de cada local.

**Tabela 1.** Parâmetros dos modelos esféricos\* e exponencial\*\* ajustados aos semivariogramas: efeito pepita ( $C_0$ ), variância estrutural ( $C_1$ ), alcance (a) e GD.

Atributo	Eficiência				Alumínio*	Soma de bases*	Valor V%*
	Arroz**	Feijão*	Milho*	Café*			
$C_0$	259	0,041	0,032	0,032	0,038	3	274
$C_1$	102	0,016	0,01	0,003	0,017	3	164
a (m)	20000	33256	45169	30657	20000	10000	13696
GD (%)	28	28	24	9	26	50	37



**Figura 1.** Distribuição espacial por krigagem dos teores de alumínio (a), soma de bases (b), V% (c), eficiência técnica para a cultura do arroz (d), do feijão (e), do milho (f) e do café (g).

#### 4. Conclusões

Os resultados apresentados indicam uma relação entre a fertilidade do solo e a eficiência da agricultura no assentamento rural de Machadinho d'Oeste, RO. A análise de semivariogramas e interpolação de dados por krigagem foram eficientes na espacialização dos teores de alumínio, soma de bases, valor V% e eficiência das culturas do arroz, feijão, milho e café. Os resultados demonstram grandes variações na fertilidade dos solos da Gleba Machadinho e de eficiência produtiva (baixa homogeneidade, verificada pela eficiência média baixa).

#### 5. Agradecimentos

Ao CNPq, pelo apoio financeiro, por meio do Edital CNPq 19/2004 – Universal, processo n.º 472838/2004-0. À Embrapa Monitoramento por Satélite, pelos dados.

#### Referência

Cooper, W.W.; Seiford, L.M.; Zhu, J. **Handbook on Data Envelopment Analysis**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2004. 592 p.