

## METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DA MELHOR MALHA AMOSTRAL DO SOLO EM CAFEICULTURA DE PRECISÃO

Vanessa Castro Figueiredo - Doutoranda em Eng. Agrícola, Bolsista FAPEMIG, Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras-MG, vcfigueiredo.agro@gmail.com; Fabio Moreira da Silva - Eng Agrícola, Prof. Dpto. Engenharia/UFLA, famsilva@ufla.br; Gabriel A. e Silva Ferraz - Eng Agrícola, Prof. Dpto. Engenharia/UFLA, gabriel.ferraz@deg.ufla.br; Fagner G. da Conceição - Doutorando em Eng. Agrícola, Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras-MG, desenho.fg@gmail.com

O café tem uma importância muito grande na história do Brasil, tendo em vista que por muito tempo foi a maior riqueza e proporcionou um rápido desenvolvimento do país. As rápidas transformações que a agricultura vem sofrendo nas últimas décadas tornaram a atividade altamente competitiva. A cada dia, produtores investem ainda mais em tecnologias e práticas que possibilitem o aumento da produtividade e conseqüentemente, crescimento da renda (INAMASU, 2012). Associado a isto está a Cafeicultura de Precisão, tecnologia que aplica os conceitos da agricultura de precisão para a cultura do cafeeiro, fundamentada no conjunto de técnicas que explora a variabilidade espacial e temporal da área, através de informações georreferenciadas, possibilitando decisões mais precisas, acuradas e de forma mais sustentável, buscando a redução de custos e impactos ao meio ambiente. Porém para o entendimento da variabilidade espacial da lavoura é preciso uma grande quantidade de informações, as quais podem ser obtidas a partir de amostragens. Tais amostragens, principalmente referente às malhas amostrais, que geram discussões entre cientistas e técnicos que ainda não possuem padrões bem estabelecidos para a cafeicultura. Desta forma, o objetivo do trabalho foi aplicar a metodologia proposta por Ferraz (2012) para avaliar a qualidade de diferentes malhas amostrais e definir a malha que melhor caracterize a variabilidade espacial da lavoura cafeeira para os atributos P e K.

Para testar a metodologia, realizou-se um experimento na fazenda Três Pontas, município de Presidente Olegário/MG, em uma área de 36 hectares de lavoura cafeeira (*Coffea arabica* L.) da cultivar Catuaí 144, plantada em dezembro de 2000, no espaçamento de 3,6 x 0,6m, totalizando 4630 plantas.ha<sup>-1</sup>. Demarcou-se na área de estudo, com a utilização do GPS topográfico (com erro médio de 10 cm) 74 pontos amostrais georreferenciados (em média 2,0 pontos por hectare) e os atributos químicos do solo testados foram: fósforo e potássio, amostrados em pontos georreferenciados.

Dentro da metodologia, para avaliar a qualidade das malhas amostrais Ferraz (2012) propõe dois índices: o de exatidão (IE) para determinar a exatidão entre as malhas testadas e o de precisão (IP) que compara a precisão entre as diferentes malhas testadas. Tanto o valor do IE como o IP varia de zero a um, sendo que quanto mais próximo de um mais exata e ou precisa é a malha amostral e quanto mais próximo de zero mais inexata e ou imprecisa é a malha.

Para a escolha da melhor malha amostral (malha ótima) dentre as malhas em estudo, utilizou o Indicador de Malha Ótima (IMO) que leva em consideração a ponderação entre o índice de exatidão e de precisão. Este índice (IMO), também varia de zero a um e quanto mais próximo de um (ou 100%) melhor a malha e quanto mais próximo de zero (0%) pior é a malha. Para se testar a aplicação do IE, IP e IMO, foram utilizadas 4 malhas amostrais, a malha de 0,5 com 74 pontos amostrais georreferenciados, a malha de 1,0 com 36 pontos, a malha de 1,5 com 24 pontos e a malha de 2,0 tinha 18 pontos amostrais georreferenciados.

### Resultados e conclusões

Os atributos do solo fósforo (P) e potássio (K) para cada malha amostral em estudo foram submetidos à avaliação da dependência espacial, e foi possível quantificar a magnitude da dependência destes atributos. O efeito pepita é um importante parâmetro do semivariograma e indica variabilidade não explicada. Para o atributo P o efeito pepita variou de 35,47 a 262,96. Já para o atributo K, este variou de 106,67 a 1198,76; bem similar aos resultados de Ferraz (2012) encontrando para o atributo P efeito pepita entre zero e 224,51 e para o atributo K efeito pepita variando de 134,65 à 891,21. Os valores do alcance relativos aos semivariogramas têm uma importância considerável na determinação do limite da dependência espacial, o que pode ser também um indicativo do intervalo entre unidades de mapeamento de solos (TRANGMAR; YOST; UEHARA, 1985). Os atributos estudados apresentaram diferentes alcances de dependência espacial, onde o P teve seu alcance variando de 287,04 até 617,83 m. E o K obteve alcance variando de 299,24 à 461,50 m. Ao ajustar o semivariograma para cada uma das malhas amostrais e encontrar os valores da validação, aplicou-se a avaliação dos índices (IE e IP) e do indicador. Observando maiores índices de exatidão e precisão, tanto para o P como para o K para a malha de 0,5. O Indicador de Malha Ótima (IMO) também apontou a Malha de 0,5 como a melhor malha para representar o teor de P e K no solo (maior IMO).

**Figura 1.** Malhas amostrais testadas: (a) Malha de 0,5; (b) Malha de 1,0; (c) Malha de 1,5 e (d) Malha de 2,0.

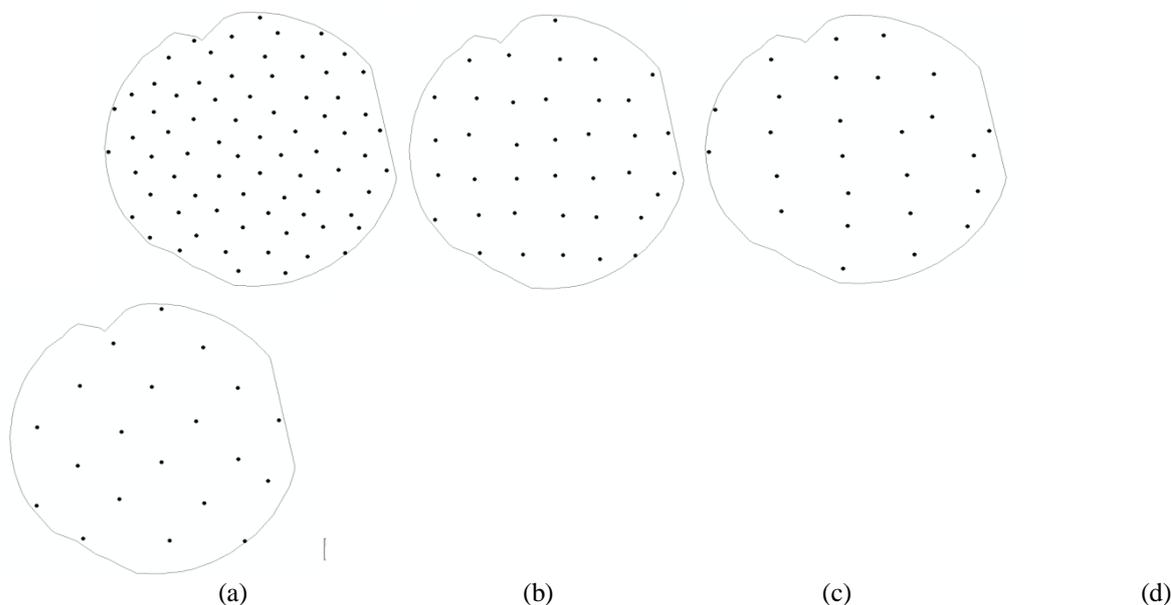


Tabela 1 Parâmetros estimados pelo semivariograma ajustado pelo método dos Mínimos Quadrados Ponderados e pelo modelo esférico para o atributo Fósforo (P).

alha	PG	C		C		GD	A	E	D	E	P	I	MO
		0	1	0 + C <sub>1</sub>	4								
,5	2	99,27	79,08	78,35	17,83	1,7	od	,1146	0	6,7737	,8269	,1172	7,21
,0	6	62,96	80,21	43,17	87,04	9,3	od	,6620	0	9,0000	,0000	,0000	,00
,5	4	12,26	55,28	67,54	84,59	7,8	od	,3746	0	7,4390	,4341	,0822	4,32
,0	8	5,47	58,98	94,45	61,19	,0	or	0,2207	-	8,5689	,6666	,0227	4,47

NPG–Número de Pontos da Malha Amostral; C<sub>0</sub>–Efeito Pepita; C<sub>1</sub>–Contribuição; C<sub>0</sub>+C<sub>1</sub>–Patamar; a–alcance; GD–Grau de Dependência Espacial; EA–Erro Absoluto; DP<sub>EA</sub>–Desvio Padrão do Erro Absoluto; IE–Índice de Exatidão; IP–Índice de Precisão; IMO–Indicador de Malha Ótima; For–Forte; Mod–Moderado.

Tabela 2 Parâmetros estimados pelo semivariograma ajustado pelo método dos Mínimos Quadrados Ponderados e pelo modelo esférico para o atributo Potássio (K).

alha	PG	C		C		D	G	A	E	D	E	P	MO
		0	1	0 + C <sub>1</sub>	1								
,5	2	82,32	80,34	062,66	61,50	5,9	ra	0,1898	-	1,8461	,9098	,1069	0,84
,0	6	085,38	63,61	248,99	37,83	6,9	ra	1,6033	-	4,1028	,2385	,0436	4,11
,5	4	198,76	,05	198,81	54,75	00,0	ra	0,3383	-	5,6592	,8393	,0000	1,97
,0	8	06,67	472,54	579,21	99,24	,8	or	2,1054	-	6,2553	,0000	,2637	3,19

NPG–Número de Pontos da Malha Amostral; C<sub>0</sub>–Efeito Pepita; C<sub>1</sub>–Contribuição; C<sub>0</sub>+C<sub>1</sub>–Patamar; a–alcance; GD–Grau de Dependência Espacial; EA–Erro Absoluto; DP<sub>EA</sub>–Desvio Padrão do Erro Absoluto; IE–Índice de Exatidão; IP–Índice de Precisão; IMO–Indicador de Malha Ótima; For–Forte; Fra–Fraca.

A partir dos resultados obtidos **pode-se concluir que:**

- os índices permitiram a observação da exatidão e precisão das malhas amostrais e o IMO permitiu identificar a malha que melhor representa a variabilidade espacial dos atributos no campo;
- a malha 0,5, ou seja, com grade amostral de 2 pontos/ha representou com mais exatidão e precisão os atributos Fósforo e Potássio.
- os resultados apresentados evidenciaram que a escolha de uma malha amostral é de fundamental importância para a confiabilidade da aplicação das técnicas de cafeicultura de precisão.