

METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DA MELHOR MALHA AMOSTRAL EM CAFEICULTURA DE PRECISÃO

VC Figueiredo – Eng. Agrônoma, Universidade Federal de Lavras-UFLA, Lavras-MG, vcfigueiredo.agro@gmail.com; FM Silva - Eng Agrícola, Prof. Dpto. Engenharia/UFLA, famsilva@ufla.br; GAS Ferraz - Eng Agrícola, Prof. Dpto. Engenharia/UFLA, gabriel.ferraz@deg.ufla.br, MS Oliveira – Eng. Agrícola, Prof. Dpto. Exatas/UFLA, marcelo.oliveira@dex.ufla.br

A agricultura de precisão baseia num conjunto de técnicas que explora a variabilidade espacial dos atributos de uma área. O objetivo deste trabalho foi desenvolver e testar uma metodologia para avaliar a qualidade de malhas amostrais em áreas de tamanhos diferentes. O experimento foi desenvolvido na fazenda Três Pontas, Presidente Olegário/MG, área de 112 e 50 ha, lavoura de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cultivar Catuai 144. Demarcaram-se na área 224 e 100 pontos georreferenciados, respectivamente, (2,0 pontos/ha), os atributos químicos do solo testados foram: fósforo e potássio. Para aplicação da metodologia foi desenvolvido e testado o índice de exatidão padronizado (IEP), índice de precisão padronizado (IPP) e o indicador de malha ótima padronizado (IMOP). A partir da malha 1 (2 pontos/ha) foram adotadas mais 3 malhas amostrais (1,0; 0,7 e 0,5 ponto/ha). No ano de 2015 a amostragem foi feita a partir da malha 2, com 1 ponto por ha, visando redução de custos.

Resultados e conclusões

De acordo com as Tabelas abaixo, para as áreas de 112 e 50 ha pode-se observar que o IDE foi na maioria fraco e que o IMOP foi mais alto na malha 1, com maior número de pontos amostrados. Na avaliação de malhas amostrais para uma área de 22 ha, Ferraz et al. (2017) aplicando outra metodologia encontrou como mais indicada a malha de três pontos por hectare, analisando as variáveis de fertilidade do solo Fósforo (P), Fósforo remanecente (P-rem), Potássio (K) e Capacidade de Troca de Cálcio a pH 7,0 (T).

Tabela 1. Parâmetros estimados pelo semivariograma ajustado pelo Método dos Mínimos Ponderados para os atributos Fósforo (P), Potássio (K), na área de 112 ha nos anos de 2014 e 2015.

Malha	Modelo	NPG	C ₀	C ₁	C ₀ + C ₁	a	IDE	CV(%)	M _(EP)	DP _(EP)	IEP	IPP	IMOP	
Fósforo 2014														
1*	Esférico (*)	224	2100,03	103,02	2203,05	166,31	0,50	Fra	33,45	0,0119	0,9697	0,5704	0,0260	29,82
2*		112	1395,83	833,87	2229,70	174,12	4,18	Fra	33,03	0,0139	0,9817	0,4982	0,0140	25,61
3*		79	1941,97	0,00	1941,97	1093,17	0,00	Fra	31,22	0,0073	0,9580	0,7365	0,0377	38,71
4*		57	2008,40	0,00	2008,40	434,93	0,00	Fra	31,54	0,0277	0,9956	0,0000	0,0000	0,00
Fósforo 2015														
2**	Exponencial (**)	112	536,18	615,51	1151,69	228,23	6,62	Fra	25,87	0,0084	1,0118	0,5307	0,0180	27,43
3**		79	527,63	490,51	1018,14	176,39	4,62	Fra	25,75	0,0179	1,0303	0,0000	0,0000	0,00
4**		57	805,02	193,85	998,87	246,24	2,61	Fra	26,07	0,0015	1,0086	0,9162	0,0211	46,86
Potássio 2014														
1*	Esférico(*)	224	1516,27	343,21	1859,48	167,95	1,99	Fra	33,29	0,0061	0,9796	0,8365	0,0000	41,82
2*		112	1476,09	808,29	2284,38	522,04	11,87	Fra	33,48	0,0122	0,9562	0,6729	0,0239	34,84
3*	Exponencial(**)	79	640,22	1508,17	2148,39	161,53	7,31	Fra	34,63	0,0096	0,9125	0,7426	0,0685	40,56
4**		57	1897,91	0,00	1897,91	258,26	0,00	Fra	37,02	0,0373	0,9555	0,0000	0,0246	1,23
Potássio 2015														
2*	Esférico (*)	112	1035,23	854,72	1889,95	281,92	8,18	Fra	65,58	0,0077	0,9748	0,6435	0,0000	32,18
3*		79	1677,76	242,76	1920,52	289,83	2,35	Fra	68,60	0,0216	0,9429	0,0000	0,0327	1,64
4*		57	0,00	1351,08	1351,08	264,97	17,09	Mod	59,26	0,0025	0,9637	0,8843	0,0114	44,78

NPG – Número de pontos da malha amostral; C₀ – Efeito pepita; C₁ – Contribuição; C₀+C₁ – Patamar; a – alcance; IDE – Índice de dependência espacial; For – Forte; Mod – Moderada; Fra – Fraca; CV(%) – Coeficiente de variação; M_(EP) – Média do erro padronizado; DP_(EP) – Desvio padrão do erro padronizado; IEP – Índice de exatidão padronizado; IPP – Índice de precisão padronizado; IMOP – indicador de malha ótima padronizado.

Tabela 2. Parâmetros estimados pelo semivariograma ajustado pelo Método dos Mínimos Ponderados para os atributos Fósforo (P) e Potássio (K) na área de 50 ha nos anos de 2014 e 2015.

Malha	Modelo	NPG	C ₀	C ₁	C ₀ + C ₁	a	IDE_Seidel	CV(%)	M _(EP)	DP _(EP)	IEP	IPP	IMO	
Fósforo 2014														
1*	Esférico(*)	100	900,11	553,15	1453,26	120,48	3,50	Fra	49,68	0,0193	1,0116	0,5896	0,0455	31,76
2*		50	881,78	885,71	1616,41	658,95	12,19	Fra	44,28	0,0150	1,0318	0,6809	0,0264	35,36
3**	Exponencial (**)	33	782,41	1166,08	1856,10	770,09	16,39	Mod	42,69	0,0333	1,0598	0,2915	0,0000	14,57
4*		25	1287,53	0,00	1287,53	1058,60	0,00	Fra	41,58	0,0470	1,0313	0,0000	0,0269	1,34
Fósforo 2015														
1*	Esférico(*)	100	247,47	203,37	450,84	167,56	5,77	Fra	43,09	0,0115	0,9871	0,6338	0,1016	36,77
2*		50	365,64	150,74	516,38	910,77	10,62	Fra	42,99	0,0119	1,0785	0,6210	0,0184	31,97
3**	Exponencial (**)	33	381,34	264,56	645,90	993,74	16,31	Mod	45,47	0,0314	1,0987	0,0000	0,0000	0,00
4*		25	295,88	327,65	623,53	705,73	14,81	Mod	46,39	0,0009	1,0787	0,9713	0,0182	49,48
Potássio 2014														
1*	Esférico(*)	100	1185,50	729,43	1914,93	386,94	11,25	Fra	32,09	0,0103	1,0379	0,6971	0,0332	36,51
2*		50	1440,04	500,16	1940,20	1092,93	11,25	Fra	28,99	0,0289	1,0665	0,1500	0,0065	7,83
3**	Exponencial (**)	33	1523,92	191,04	1714,96	287,65	2,57	Fra	31,20	0,0340	1,0735	0,0000	0,0000	0,00
4*		25	1692,79	0,00	1692,79	705,73	0,00	Fra	30,73	0,0214	1,0328	0,3706	0,0379	20,42
Potássio 2015														
1*	Esférico(*)	100	159,29	439,32	598,61	134,91	7,55	Fra	46,04	0,0092	0,9539	0,8999	0,1334	51,67
2*		50	482,20	86,29	568,49	176,40	2,14	Fra	46,93	0,0306	0,9918	0,6670	0,0990	38,30
3**	Exponencial (**)	33	626,58	76,05	702,63	203,50	1,76	Fra	51,33	0,0079	1,0264	0,9140	0,0676	49,08
4*		25	122,17	203,09	325,26	213,44	10,64	Fra	42,02	0,0919	1,1008	0,0000	0,0000	0,00

NPG – Número de pontos da malha amostral; C_0 – Efeito pepita; C_1 - Contribuição; C_0+C_1 – Patamar; a - alcance; IDE – Índice de dependência espacial; For – Forte; Mod – Moderada; Fra – Fraca; CV(%) – Coeficiente de variação; $M_{(EP)}$ – Média do erro padronizado; DP_{EP} - Desvio padrão do erro padronizado; IEP – Índice de exatidão padronizado; IPP – Índice de precisão padronizado; IMOP – indicador de malha ótima padronizado.

A partir dos resultados obtidos pode-se **concluir que**: - Com a aplicação da metodologia, por meio dos IEP, IPP e IMOP, foi possível identificar a malha mais recomendada para os atributos testados. - Para os atributos da fertilidade do solo, fósforo e potássio foi possível identificar que a malha mais recomendada, de acordo com IMOP, foi a malha 1. - Com base nas condições deste trabalho, recomenda-se que, na cafeicultura de precisão, a retirada de amostras georreferenciadas seja realizada obedecendo à retirada de 2,0 pontos por hectare.