

Desempenho de amostradores de solo em diferentes sistemas de manejo para a agricultura de precisão ⁽¹⁾.

Leandro Rampim⁽²⁾; Maria do Carmo Lana⁽³⁾; Armin Feiden⁽³⁾; Jean Sérgio Rosset⁽²⁾; Marcos Vinícius Mansano Sarto⁽⁴⁾; Paulo Vitor Dal Molin⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da FUNDAÇÃO ARAUCÁRIA; ⁽²⁾ Doutorando em Produção Vegetal (Bolsista CAPES); Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Unioeste; Marechal Cândido Rondon-PR; rampimleandro@yahoo.com.br; jsrosset@hotmail.com; ⁽³⁾ Professor Associado (Bolsista CNPq); Unioeste; maria.lana@unioeste.br; ⁽⁴⁾ Mestrando em Produção Vegetal (Bolsista CAPES); Unioeste; marcos_sarto@hotmail.com; ⁽⁵⁾ Acadêmico de Agronomia (Bolsista CNPq); Unioeste; paulo_vitor@hotmail.com.

RESUMO: Discussões sobre métodos e equipamentos de amostragem de solos, tem se intensificado com agricultura de precisão, variando com o tipo de solo, manejo, adubação e histórico da área. O objetivo do presente estudo foi avaliar quatro tipos de amostradores em vinte áreas com sistemas de manejo distintos nos municípios de Guaíra e Terra Roxa, PR a partir dos atributos químicos pH CaCl₂ e teor de P no solo. Para a avaliação 1, o delineamento utilizado foi blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial duplo 20x4 com quatro repetições, sendo vinte áreas com manejos diferenciados e 4 tipos de amostradores de solo, no qual foi determinado o pH CaCl₂ e teor de P. Para a avaliação 2, foi determinada massa seca de solo obtida com os quatro amostradores, foi estabelecido 20 repetições, sendo referida às 20 áreas da avaliação 1, analisado em DBC. Neste caso, foi verificada a massa seca de solo da amostra composta obtida com cada equipamento e a massa seca de solo por perfuração para cada equipamento. O amostrador elétrico-rosca coletam massa de solo semelhante ao trado sonda, seguido do trado holandês e a pá reta, a qual foi superior aos demais. Há variação entre os amostradores para cada sistema de manejo em relação aos atributos químicos pH CaCl₂ e P no solo, fato que evidencia a interferência de cada sistema.

Termos de indexação: geoestatística, amostrador elétrico, atributos químicos.

INTRODUÇÃO

Com a evolução dos sistemas de produção agrícola, a profissionalização do sistema se intensifica para alcançar sucesso na atividade, principalmente com a agricultura de precisão. A amostragem de solo, que é considerada a primeira etapa do processo de recomendação de adubação também merece atenção (Cantarutti et al., 1999).

Na década de 90, os amostradores de solo mais utilizados no Brasil eram o trado de rosca, o trado calador, o trado holandês e a pá de corte, sendo que os três primeiros coletam volume pequeno de solo e são mais práticos (Raij et al., 1996; Oliveira et al., 2007). Porém, é constante a discussão sobre

amostrador para cada tipo de manejo, principalmente no sistema plantio direto (SPD).

Para as análises químicas, existem algumas diferenças nos resultados em relação ao tipo de amostrador. Alvarez V. & Guarçoni (2003), observaram que a ordem decrescente de variabilidade com a pá de corte, foi: P > Mg⁺² > Ca⁺² > K⁺ > P-rem > H+Al > pH H₂O. A literatura sobre o assunto é escassa, não havendo estudos sistemáticos que permitam conhecer as diferenças entre amostradores e as características de cada um e, qual a melhor ferramenta a ser empregada (Rosolem et al., 2010).

Para os sistemas agrícolas adotados na região oeste do estado do Paraná, dentre eles o SPD, é indispensável determinar o equipamento adequado para os produtores de soja, milho e trigo viabilizando a sustentabilidade destas culturas, sendo necessário o acompanhamento dos atributos químicos do solo oriundo da amostragem do solo.

Desta maneira, o objetivo com este trabalho foi avaliar quatro tipos de amostradores em vinte áreas com sistemas de manejo distintos sob Latossolo Vermelho e Argissolo Vermelho Amarelo para os atributos químicos pH CaCl₂ e teor de P no solo.

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas de solos foram realizadas nos municípios de Guaíra e Terra Roxa, região oeste do Paraná, com avaliações em LATOSSOLO VERMELHO de textura muito argilosa e ARGILOSSO VERMELHO AMARELO textura média (Embrapa, 2006).

Avaliações e tratamentos

A avaliação 1 foi realizada em outubro de 2012, seguindo delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial duplo 20 x 4, perfazendo total de 80 tratamentos, com quatro repetições, ao ponto que as repetições foram obtidas pela realização de quadruplicatas durante a análise química em laboratório.

De forma que no fator 1, foram 20 áreas com diferentes sistemas de manejo caracterizados como local de amostragem do solo (LO). De forma que os locais 1-10 e 19-20 possuem solo argiloso e 11-18 solo arenoso (**Tabela 1**).



Para o fator 2 tem-se os tipos de amostradores de solo. As amostras de solo foram retiradas na profundidade de 0 - 0,20 m com pontos de amostragem definidos em área de 0,12m² (0,40 x 0,30 m) para a avaliação dos amostradores de solo (AM): 1 - amostrador elétrico semi automático com rosca helicoidal (SACI S40, acionado por bateria) com quatro ações de perfuração em cinco pontos para obter a amostra; 2 - trado tipo sonda com três pontos; 3 - trado holandês com dois pontos; 4 - pá de corte com uma faixa.

Após a coleta, as amostras de solo foram levadas ao laboratório para secagem em estufa a 65°C por 48 horas. Posteriormente foram moídas e peneiradas em peneira de 2 mm. Em seguida foi realizado a determinação de pH CaCl₂ e dos teores de fósforo (P) das amostras, segundo Embrapa (2009).

Na avaliação 2 foi determinada a massa seca de solo obtido com cada amostrador. Assim, para a avaliação do peso de solo coletado para os quatro equipamentos (4 tratamentos), foi estabelecido 20 repetições, sendo referida às 20 áreas da avaliação 1, analisado em delineamento em blocos casualizados. De forma que foi verificado o peso de solo seco da amostra composta obtida com cada equipamento e o peso de solo seco por perfuração para cada equipamento. As amostras foram pesadas após secagem em estufa a 65°C por 48h.

Análise estatística

A análise estatística dos resultados obtidos nas duas avaliações foi realizada individualmente com o auxílio do programa Genes (Cruz, 2006). Os dados foram submetidos à análise de variância e, no caso de efeito significativo, utilizou-se o teste Scott-Knott para o agrupamento das médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao observar os dados das variáveis pH CaCl₂ e P no solo (**Tabela 1**), foi detectado interação significativa entre os tipos de amostradores de solo e os diferentes sistemas de manejo, demonstrando a variabilidade existente entre diferentes sistemas de manejo como o SPD (Dalchiavon et al., 2012).

A ordem de variação do coeficiente de variação (CV) entre os atributos avaliados foi de P > pH CaCl₂, com 22,53% e 6,06%, respectivamente; resultados semelhantes foram obtidos por Machado et al. (2007), demonstrando variabilidade maior para o P e menor para o pH CaCl₂. De fato, alguns trabalhos evidenciam a enorme variação nas análises químicas do solo em função dos diferentes tipos de amostradores (Schlindwein & Anghinoni, 2002).

Em relação ao comportamento do pH CaCl₂ nos diversos sistemas de manejo, foi verificado que ocorreu menos situações em que houve diferença entre os amostradores (**Tabela 1**). De forma que, nos sistemas de manejo 2, 3, 5, 6, 9-14, 16, 17, 19 e 20 os resultados obtidos de pH CaCl₂ para cada sistema de manejo foi semelhante estatisticamente; como exemplo, no sistema de manejo 2, o amostrador elétrico semi automático rosca apresentou pH CaCl₂ de 5,26, semelhante aos demais. Ainda, com os dados de pH CaCl₂, observa-se semelhança entre os amostradores de solo. Para o trado tipo sonda, houve diferença em relação à pá reta nos SM 4, 7, 15 e 18; e o rosca, foi diferente da pá reta nos SM 1, 7, 8, 15 e 18 (**Tabela 1**).

Os dados de P no solo, mostraram que os amostradores tiveram comportamento semelhante nos SM 2, 4, 5, 7, 8, 13, 14, 18, 19 e 20, com valor de 10,35 mg.dm⁻³ para o SM 2 para o amostrador elétrico, semelhante aos demais (**Tabela 1**). É importante ressaltar que a área com mata nativa (SM 7) apresentou menores variações entre os amostradores, os quais identificaram valores semelhantes para o teor de P no solo.

Além disto, é extremamente importante a utilização de tabelas de recomendação de adubação e calagem que contemplem faixas de interpretação, pois desta forma, pode-se reduzir erros de interpretação referente à variabilidade dos atributos químicos do solo (Raij, 1996).

Em relação à avaliação 2, para o peso total de solo amostrado com cada amostrador, foi possível verificar que a utilização da pá reta e do trado holandês amostrou maior peso de solo, sendo superior aos demais equipamentos (**Tabela 2**). Contudo, o trato tipo sonda foi semelhante ao amostrador elétrico com rosca. Não obstante, foi observado que o amostrador elétrico coletou peso de solo de 34,65 g por ponto, semelhantemente ao trado tipo sonda, com 61,40 g, em seguida o trado holandês que coletou 195,31g de solo e a pá reta com peso superior aos demais amostradores.

Assim, a utilização do amostrador elétrico rosca permite a coleta de menor volume de solo além de proporcionar agilidade, principalmente para amostrar diversas amostras simples. Por outro lado, na década de 90, Raij et al. (1996) verificaram facilidade e rapidez na amostragem com trado em relação a pá, além de menor volume de solo (Oliveira et al., 2007). Tal situação demonstra a evolução ocorrida em amostradores de solo demandada para a implantação de sistema de agricultura de precisão. Diferentemente da pá de corte, que a coleta é mais trabalhosa,



principalmente em áreas maiores (Oliveira et al., 2007; Alvarez V. & Guarçoni, 2003).

Tabela 2 – Massa seca de solo amostrado com cada equipamento e massa seca de solo relacionado a um ponto na avaliação dos equipamentos, no município de Guairá e Terra Roxa /PR, 2012

Fonte de variação (FV)	Nº de pontos	Massa total amostrado	Massa por ponto
		----- g -----	
Amostradores			
Elétrico-rosca	5	173,27 b ⁽¹⁾	34,65 c
Sonda	3	184,21 b	61,40 c
Holandês	2	390,62 a	195,31 b
Pá reta	1	403,27 a	403,27 a
FV		Valores de F	
Amostradores		85,75 **	235,35 **
CV (%)		21,17	28,27

⁽¹⁾ grupos formados pelo teste de Scott-Knott. ** teste F (P<0,01).

Tais resultados demonstram que a utilização de amostradores automático rosca e o trado tipo sonda, os quais coletam solo em menor espaço podem captar microvariações dos atributos químicos do solo, ao ponto que amostradores como trado holandês e pá reta permitem eliminar tais variações ao coletarem maior volume de solo, observadas pelo maior massa das amostras (**Tabela 2**).

É oportuno ressaltar a necessidade de realizar maior número de amostras simples com os amostradores elétrico semi automático rosca e o trado tipo sonda, proporcionando confiabilidade em sistema de agricultura de precisão. O maior peso de solo para representar com maior eficiência os atributos químicos de cada sistema de manejo, pois permite eliminar microvariações existentes nos solos geradas naturalmente pelos processos pedogenéticos (Mausbach & Wilding, 1991), histórico de calagem e adubação caracterizando cada sistema de manejo (Raij, 1996).

Desta forma, a escolha do equipamento depende do tipo de amostragem e manejo que é adotado (Oliveira et al., 2007), sendo indispensável avaliar atributos ao selecionar equipamento pertinente a cada situação para realizar amostragem de solo representativa, principalmente na agricultura de precisão.

CONCLUSÕES

O amostrador trado holandês e a pá reta coletam massa seca de solo superior, seguidos do trado tipo sonda e do elétrico com rosca, ambos semelhantes.

Há variação entre os amostradores para cada sistema de manejo em relação aos atributos químicos pH CaCl₂ e P no solo.

AGRADECIMENTOS

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Paraná (FUNDAÇÃO ARAUCÁRIA), pela concessão de bolsas de estudo.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, V. H. & GUARÇONI, M. A. Variabilidade horizontal da fertilidade do solo de uma unidade de amostragem em sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 27: 297-310, 2003.
- CANTARUTTI, R. B.; ALVAREZ, V. H. & RIBEIRO, A. C. Amostragem do solo. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G. & ALVAREZ V., V. H., eds. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5ª Aproximação)*. Viçosa, MG, 1999. p. 13-20.
- CRUZ, C.D. *Programa Genes: Análise Multivariada e Simulação*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- DALCHIAVON, F. C.; CARVALHO, M. P.; ANDREOTTI, M. & MONTANARI, R. Variabilidade espacial de atributos da fertilidade de um Latossolo Vermelho Distroférrico sob Sistema Plantio Direto. *Revista Ciência Agronômica*, 43: 453-461, 2012.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, Embrapa Produção de Informação, 2006. 306p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2.ed. Brasília, Informação Tecnológica, 2009. 628p.
- MACHADO, L. O.; LANA, Â. M. Q.; LANA, R. M. Q.; GUIMARÃES, E.C.; FERREIRA, C.V. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo em áreas sob sistema plantio convencional. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31:591-599, 2007.
- MAUSBACH, M. J. & WILDING, L. P. Spatial variabilities of soils and landforms. Madison, Soil Science Society of America, 1991. 270p. (SSSA Special Publication, 28).
- OLIVEIRA, F. H. T.; ARRUDA, J. A.; SILVA, I. F. & ALVES, J. C. Amostragem para avaliação da fertilidade do solo em função do instrumento de coleta das amostras e de tipos de preparo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 31: 973-983, 2007.
- RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. & FURLANI, A. M. C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2 ed. Campinas: Instituto Agronômico & Fundação IAC, 1996. 285p.
- ROSOLEM, C. A.; TOZI, T. S. & GARCIA, R. A. Amostragem de terra para fins de fertilidade em função da ferramenta de amostragem. *Revista Ceres*, 57: 405-414, 2010.
- SCHLINDWEIN, J. A.; ANGHINONI, I. Tamanho da subamostra e representatividade da fertilidade do solo no sistema plantio direto. *Ciência Rural*, 32: 963-968, 2002.

Tabela 1 - Valores de pH CaCl₂ e fósforo (P) na relação entre amostradores (A) e sistemas de manejo (SM) na avaliação dos equipamentos de amostragem de solo em diferentes sistemas de manejo de solo no município de Guairá e Terra Roxa/PR, 2012

Sistema de Manejo	Amostradores								
	Elétrico rosca		Sonda		Holandês		Pá reta		Média
	pH CaCl ₂ ⁽¹⁾								
1 ⁽²⁾	4,95	Bc	5,31	Ae	5,31	Ac	5,74	Ac	5,33
2	5,26	Ac	5,38	Ad	5,24	Ac	5,35	Ac	5,31
3	5,20	Ac	5,19	Ad	4,94	Ac	5,08	Ac	5,10
4	5,22	Bc	6,48	Ab	5,23	Bc	5,21	Bc	5,53
5	5,27	Ac	5,36	Ad	5,16	Ac	5,24	Ac	5,26
6	5,41	Ab	5,49	Ad	5,62	Ac	5,64	Ac	5,54
7	5,35	Bc	5,28	Bd	5,74	Ab	5,79	Ab	5,54
8	5,30	Ab	5,12	Be	4,74	Bc	4,96	Bc	5,03
9	4,97	Ac	5,02	Ad	5,07	Ac	5,31	Ac	5,09
10	5,06	Ac	5,20	Ad	5,10	Ac	5,05	Ac	5,10
11	4,71	Ac	4,95	Ae	5,01	Ad	5,17	Ac	4,96
12	4,97	Ac	4,91	Ae	4,99	Ac	5,16	Ac	5,01
13	4,81	Ac	4,97	Ae	5,18	Ac	5,15	Ac	5,03
14	5,19	Ac	5,22	Ad	5,03	Ac	5,24	Ac	5,17
15	5,59	Ab	5,66	Ac	5,12	Ac	4,77	Bd	5,28
16	4,68	Ac	4,91	Ae	4,33	Ad	4,67	Ad	4,65
17	5,77	Ab	5,74	Ac	5,80	Ab	5,69	Ab	5,75
18	5,58	Ab	5,64	Ac	5,24	Bc	5,40	Bc	5,46
19	6,93	Aa	7,06	Aa	6,92	Aa	7,02	Aa	6,98
20	4,15	Ad	4,47	Af	4,07	Ae	4,05	Ae	4,19
Média	5,22		5,37		5,19		5,28		5,27
	P								
	mg.dm ⁻³								
1	45,71	Bb	67,80	Ab	60,45	Ac	59,82	Ac	58,45
2	10,35	Ae	8,56	Ae	6,51	Ag	7,82	Af	8,31
3	43,03	Cb	72,80	Bb	26,24	De	102,45	Aa	61,13
4	7,19	Ae	12,19	Ae	5,70	Ag	7,07	Af	8,04
5	7,25	Ae	11,39	Ae	9,84	Ag	13,03	Ae	10,38
6	15,11	Bd	27,55	Ad	14,04	Bg	20,20	Be	19,23
7	2,70	Ae	2,13	Ae	2,34	Ag	2,37	Af	2,38
8	13,80	Ad	11,24	Ae	8,95	Ag	10,97	Ae	11,24
9	14,34	Bd	39,97	Ac	18,92	Bf	14,66	Be	21,97
10	27,38	Bc	42,14	Ac	28,00	Be	48,96	Ad	36,62
11	52,62	Bb	70,72	Ab	73,25	Ab	70,99	Ab	66,89
12	93,08	Aa	70,75	Bb	84,92	Aa	57,62	Cc	76,59
13	5,47	Ae	6,36	Ae	5,20	Ag	4,54	Af	5,39
14	9,13	Ae	10,50	Ae	9,22	Ag	11,75	Ae	10,15
15	13,32	Bd	22,34	Ad	9,13	Bg	11,87	Be	14,17
16	4,93	Ce	6,27	Ce	44,76	Ad	15,50	Be	17,86
17	9,84	Ae	6,00	Ae	5,91	Ag	5,76	Af	6,88
18	3,92	Ae	4,19	Ae	3,17	Ag	6,39	Af	4,42
19	49,20	Cb	87,42	Aa	69,17	Bb	72,18	Bb	69,49
20	6,24	Ae	6,12	Ae	4,36	Ag	2,94	Af	4,91
Média	21,73		29,32		24,50		27,34		25,73

⁽¹⁾ grupos formados pelo teste de Scott-Knott, letras maiúsculas diferentes na linha diferem os amostradores (A) e letras minúsculas diferentes na coluna diferem os sistemas de manejo (SM). ⁽²⁾ Sistemas de manejo: 1 – pousio; 2 – sistema de semeadura convencional de soja; 3 – sistema de plantio direto com mandioca/milho segunda safra/soja/mandioca; 4 – sistema de sucessão de culturas trigo/soja/milho segunda safra/soja; 5 – cultivo de cana-de-açúcar; 6 – sistema de plantio direto durante 22 anos, cultivando soja/milho segunda safra; 7 – mata nativa; 8 – cultivo de eucalipto (*Eucalyptus* sp.) sob Latossolo; 9 – sistema de plantio direto por 14 anos, cultivando soja/milho segunda safra; 10 – sistema de sucessão de culturas com soja/trigo ou milho segunda safra no inverno; 11 – sistema de semeadura convencional de milho segunda safra/soja; 12 – sistema de plantio direto por oito anos, cultivando soja/milho segunda safra; 13 – cultivo de eucalipto (*Eucalyptus* sp.) sob Argissolo; 14 – cultivo de *Brachiaria* sp.; 15 – cultivo de *Panicum* Mombaça; 16 – solo de várzea, com vegetação espontânea; 17 – sistema de integração lavoura-pecuária, quatro anos de pastagem intercalado com um ano de culturas anuais; 18 – pousio, utilizada recentemente com sistema de plantio direto com milho segunda safra/soja; 19 – cultivo de *Panicum maximum* cv. Tanzânia; 20 – solo de várzea, com vegetação natural.