

VARIABILIDADE DO SOLO NUMA UNIDADE DE AMOSTRAGEM EM SOLOS DE CASCAVEL E DE PONTA GROSSA, PARANÁ*

Victor Hugo Alvarez V.
Ivo Marcos Carraro**

1. INTRODUÇÃO

A análise química de solos é, atualmente, fator de grande importância não só para avaliar a fertilidade do solo mas também para recomendar o uso de corretivos e adubos, recursos estes que concorrem para o aumento da produtividade (3, 9).

Uma das maiores dificuldades da recomendação da adubação, baseada em análise química do solo, depende primeiramente da representatividade da amostra (5, 7, 9); é por isso que o erro do resultado final na análise do solo depende muito da amostragem, uma vez que o erro analítico pode ser mais facilmente controlado (2).

A dificuldade de se fazer uma amostragem adequada prende-se à grande variabilidade existente no solo (1), que, por mais uniforme que seja na sua aparência, pode apresentar uma variação pronunciada em outros fatores que influenciam diretamente seu grau de fertilidade (2). Surge daí a necessidade de se estudar esta variação, pois, como acertadamente indica PRATT (6), os dados de análise definem especificamente as características de uma pequena amostra, cujo valor se aproxima da característica exata do solo apenas na extensão em que, entre outros fatores, a amostra seja representativa do volume do solo no campo.

Por outro lado, VAN DEN HENDE e COTTENIE (7), comparando a variabilidade do solo existente dentro de parcelas de tamanho limitado com a existente dentro de terrenos de maior extensão, concluíram que a ordem de grandeza dos coeficientes de variação se aproximam sensivelmente entre si, chegando à conclusão, que a variabilidade da amostragem se deve, especialmente, às diferenças de composição a curtas distâncias do terreno.

O presente trabalho tem como objetivo verificar até que ponto podemos generalizar o conceito de variabilidade a curta distância do terreno. Para isto, foi estudada a variabilidade do solo dentro de parcelas de diferentes tamanhos, em unidades de amostragem de dois latossolos: um de Cascavel e outro de Ponta Grossa, Paraná. A variabilidade foi estudada em relação a diferentes características químicas dos solos. Foi também determinado o número de amostras simples que permite ter uma amostra composta representativa.

* Recebido para publicação em 15-06-1976.

** Respectivamente, Professor Assistente e Acadêmico do curso de Agronomia da U.F.V.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Escolheram-se duas unidades de amostragem, de aproximadamente 1,5 hectares, num Latossol Roxo (LR) de Cascavel e num Latossol Vermelho-Amarelo, textura média (LVm), de Ponta Grossa, Pr.

As unidades de amostragem foram constituídas de terrenos com características de cor, topografia, vegetação e textura semelhantes.

Dentro de cada unidade de amostragem foi escolhido um quadrado de 102,9 m de lado, que foi dividido em 49 retículos quadrados de 14,7 m de lado. No centro de cada retículo foram tomadas amostras simples, dando um total de 49 amostras. No LVm de Ponta Grossa foram eliminadas quatro amostras na borda do quadrado, visto apresentarem diferente textura.

Num retículo limitado pelos pontos de amostragem de quatro amostras próximas, e previamente selecionado ao caso, foi realizada nova divisão em 49 retículos quadrados de 2,1 m de lado. No centro de cada retículo foram tomadas amostras simples (49 amostras).

Novamente num retículo limitado pelos pontos de amostragem de quatro amostras próximas da 2.^a amostragem, também previamente selecionado ao caso, foi realizada outra divisão em 49 retículos quadrados de 0,3 m de lado. No centro destes retículos foram tomadas amostras simples (49 amostras).

Todas as amostras foram tomadas à mesma profundidade, de 0 a 20 cm, contendo o mesmo volume de solo.

Em cada unidade de amostragem, as amostras da primeira série guardaram uma da outra a distância de 14,7 m, as da segunda série, 2,1 m e as da terceira série, 0,3m.

Estas amostras foram analisadas determinando-se pH em água (1:2,5), P e K «disponíveis» com o extrator de Mehlich (10 cc de terra: 100 ml do extrator), Ca^{++} e Mg^{++} expressos em eq. mg/100 cc, determinados no mesmo extrato em que foram analisados P e K. O Al^{+++} foi extraído com KCl 1N (10 cc de terra: 100 ml do extrator) (8), e a Matéria Orgânica, pela combustão por via úmida do carbono orgânico do solo, pelo método de Walkley e Black, citados por JACKSON (5).

Para cada determinação e para cada grupo de 49 amostras foram calculadas as médias (\bar{X}), as variâncias (S^2) e os coeficientes de variação (C.V.). Posteriormente, para cada unidade de amostragem, foram testadas as diferenças entre médias e variâncias das três séries de amostragem, pelos testes de t ($\bar{X} \rightarrow t, S\bar{X}$) e de F , respectivamente.

Em função dos C. V. e para cada série de amostragem e determinação, foi calculado o número de amostras simples necessárias para que uma amostra composta apresente uma porcentagem de variação (f) em torno do valor médio verdadeiro ($n = (t \cdot C.V./f)^2$ (1)).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 1 são apresentados as médias (\bar{X}), as variâncias (S^2) e os coeficientes de variação (C.V.) dos resultados analíticos obtidos nas três séries de amostragem nos solos mencionados.

A Figura 1 permite observar as diferenças significativas entre as médias dos resultados analíticos das três séries de amostragem dos solos em estudo. Os intervalos de confiança que se observam na Figura 1 dão idéia, também, da intensidade de variação entre as amostras tomadas a 14,7 m uma da outra, entre amostras tomadas a 2,1 m e entre amostras tomadas a 0,3 m.

Pelo teste de significância das variâncias e pelas diferenças entre os C.V. (Quadro 1), observa-se que a variabilidade das séries de amostragem vai diminuindo à medida que decresce a distância em que é retirada uma amostra de outra. Esta diferença de variabilidade foi mais marcante quando passamos de 14,7 m a 2,1 m, do que quando passamos de 2,1 a 0,3 m, caso em que para pH, K e Mg^{++} não existiu diferença entre as variâncias nos dois solos estudados.

As diferenças entre as médias das três séries de amostragem, que são observadas na Figura 1, não apresentam maior importância, em razão de que as sub-unidades usadas na amostragem poderiam ter o mesmo valor médio, ou não, da série anterior, em consequência da variabilidade dos solos.

De modo geral, podemos dizer que o LVm de Ponta Grossa foi mais uniforme do que o LR de Cascavel.

Nos Quadros 2 e 3 são apresentados os números de amostras simples a serem retiradas, para que uma amostra composta apresente uma porcentagem de va-

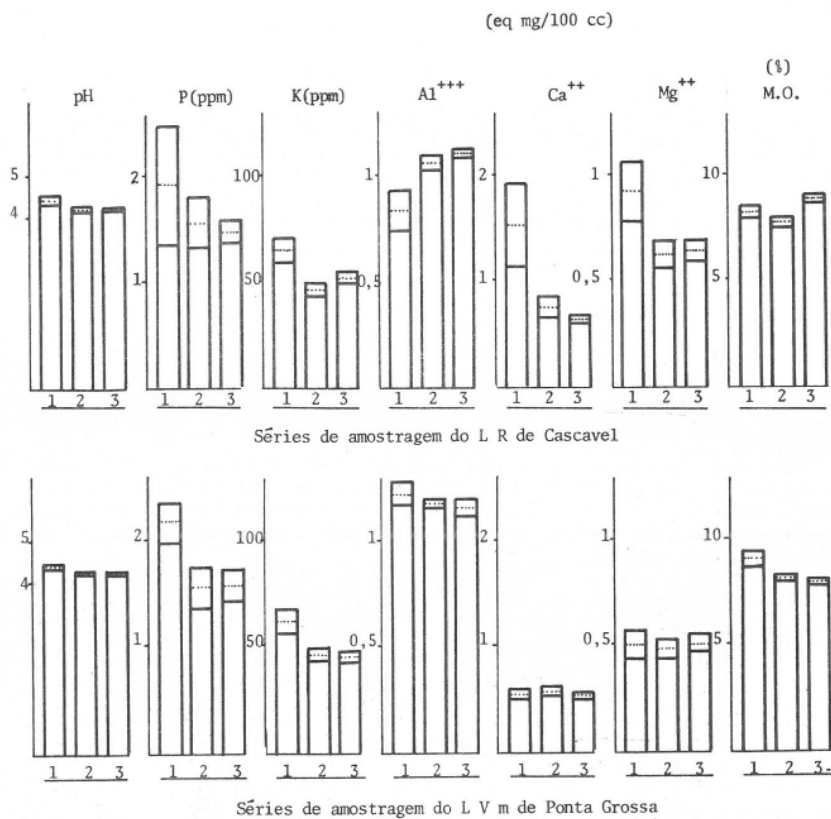


FIGURA 1 - Histogramas para testar as diferenças de médias das diferentes séries de amostragem (1, 2 e 3) nos solos de Cascavel e Ponta Grossa, Paraná.

QUADRO 1 - Médias (\bar{X}), variâncias (S^2) e coeficientes de variação (C.V.) dos dados obtidos nas 3 séries de amostras (1, 2 e 3) nos solos de Cascavel (LR) e de Ponta Grossa (LW).

	pH			P(ppm)			K(ppm)			Al ⁺⁺⁺ (eq.mg/100cc)			Ca ⁺⁺ (eq. mg/100cc)			Mg ⁺⁺ (eq. mg/100cc)			M.O.(%)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
\bar{X}	4,52	4,30	4,28	1,93	1,58	1,49	65,88	47,39	53,08	0,84	1,07	1,11	1,54	0,77	0,65	0,93	0,63	0,65	8,25	7,80	8,89
S^2	0,099	0,015	0,009	3,856	0,675	0,147	435,235	121,367	89,410	0,116	0,018	0,005	1,866	0,131	0,013	0,237	0,051	0,028	0,860	0,782	0,361
Solo L.R. *	A	B	Bc	A	B	C	A	B	B	A	B	C	A	B	C	A	B	Bc	A	A	B
C.V.	6,98	2,81	2,05	101,25	52,11	25,63	31,67	23,25	17,81	40,42	12,51	6,55	88,53	47,28	17,60	52,41	35,76	25,86	11,25	11,33	6,75
\bar{X}	4,50	4,35	4,32	2,20	1,58	1,60	62,80	47,39	46,10	1,23	1,18	1,16	0,55	0,58	0,54	0,51	0,49	0,51	9,10	8,23	7,96
S^2	0,039	0,013	0,025	0,357	0,460	0,267	328,255	94,534	90,094	0,034	0,007	0,017	0,026	0,024	0,012	0,051	0,026	0,021	1,591	0,257	0,279
Solo LW *	A	B	Ab	A	A	Ab	A	B	B	A	C	B	A	Ab	B	A	B	B	A	B	B
C.V.	4,37	2,63	3,64	27,13	42,89	32,27	28,85	20,52	20,36	15,06	7,01	11,23	28,97	26,40	20,48	43,91	32,73	23,13	13,85	6,16	6,64

* As letras maiúsculas indicam diferença significativa, ao nível 1%, e as minúsculas, ao nível 5% de probabilidade.

QUADRO 2 - Número de amostras simples a serem retiradas para que uma amostra composta apresente uma percentagem de variação (f) em torno do resultado analítico médio verdadeiro, com 95% de probabilidade, nas 3 séries de amostragem no LR de Cascavel, Paraná

f %	pH			P			K			Al ⁺⁺⁺			Ca ⁺⁺			Mg ⁺⁺			M.O.		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
5	8	2	1	1657	439	107	162	88	52	264	26	7	1267	362	50	444	207	108	21	21	8
10	2	1	1	415	110	27	41	22	13	66	7	2	317	91	13	111	52	27	6	6	2
15	1	1	1	184	49	12	18	10	6	30	3	1	141	41	6	50	23	12	3	3	1
20	1	1	1	104	28	7	11	6	4	17	2	1	80	23	4	28	13	7	2	2	1
25	1	1	1	67	18	5	7	4	3	11	1	1	51	15	2	18	9	5	1	1	1
30	1	1	1	46	13	3	5	3	2	8	1	1	36	11	2	13	6	3	1	1	1
35	1	1	1	34	9	3	4	2	2	6	1	1	26	8	1	9	5	3	1	1	1
40	1	1	1	26	7	2	3	2	1	5	1	1	20	6	1	7	4	2	1	1	1
45	1	1	1	21	6	2	2	2	1	4	1	1	16	5	1	6	3	2	1	1	1
50	1	1	1	17	5*	2	2	1	1	3	1	1	13	4	1	5	2	1	1	1	1
60	1	1	1	12	4	1	2	1	1	2	1	1	9	3	1	3	2	1	1	1	1
70	1	1	1	9	3	1	1	1	1	2	1	1	7	2	1	3	1	1	1	1	1
80	1	1	1	7	2	1	1	1	1	1	1	1	5	2	1	2	1	1	1	1	1
90	1	1	1	6	2	1	1	1	1	1	1	1	4	2	1	2	1	1	1	1	1
100	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	1

riação (f) em torno do resultado analítico médio verdadeiro, nas três séries de amostragem, no LR de Cascavel e no LVM de Ponta Grossa.

Para o pH e Matéria Orgânica, é pequeno o número de amostras simples para se obterem resultados analíticos de amostras compostas com baixa variabilidade entre si. Para ter a mesma precisão no caso de Al^{+++} , seria necessário maior número de amostras simples, sendo que para K , Mg^{++} , Ca^{++} e P este número vai aumentando. Esta mesma sequência de variabilidade foi observada em outros trabalhos (1, 7).

Nota-se, também, que, para se obter a mesma precisão nas análises, o número de amostras simples vai aumentando à medida que cresce a distância entre uma amostra simples e outra, exceto no caso do P no LVM de Ponta Grossa.

Considerando-se que a variabilidade de uma unidade de amostragem vai diminuindo à medida que decresce a distância em que é tomada uma amostra simples em relação à outra, e que aumenta o número de amostras simples de que se necessita para que uma amostra composta apresente uma mesma porcentagem de variação, de acordo com o crescimento da distância de amostragem, conclui-se que nas amostragens para fins de avaliação de fertilidade do solo, além de se considerar com muito cuidado a determinação da unidade de amostragem, deve-se tomar em conta o tamanho desta unidade, para se definir o número de amostras simples que deve formar uma amostra composta.

Esta conclusão estaria de certa forma em contradição com o que indicam VAN DEN HENDE e COTTENIE (7), isto é, que o tamanho da unidade de amostragem não tem importância na definição do número de amostras simples para formar uma amostra composta. Esta diferente conclusão se deve ao fato de que neste trabalho chega-se ao estudo de distâncias muito curtas, o que não acontece com o trabalho de VAN DEN HENDE e COTTENIE (7).

Nas práticas, as amostragens são realizadas a distâncias iguais ou maiores do que 14,7 m; em razão disto, considerando as tolerâncias de variação com que se aceitam os resultados de análises de solos, podem ser recomendadas amostragens de amostras compostas formadas de 20 a 30 amostras simples.

Para trabalhos de pesquisa, as amostragens de solo de parcelas pequenas, pelas exigências de maior precisão, poderão ser feitas com amostras simples em número variável, em função do tamanho da parcela e da característica em estudo, segundo as orientações dos Quadros 2 e 3.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Para estudar a variabilidade do solo dentro de parcelas de diferente tamanho, foram escolhidas duas unidades de amostragem, uma em Cascavel (LR) e outra em Ponta Grossa (LVM), Paraná.

Dentro de cada unidade de amostragem foram tomadas três séries de 49 amostras simples. As amostras da primeira série foram distanciadas 14,7 m uma da outra, as da segunda série, 2,1 m e as da terceira série, 0,3 m.

Nas amostras simples, foram determinados pH, P e K «disponíveis», Ca , Mg e Al trocáveis e matéria orgânica.

Para cada determinação e em cada unidade de amostragem foram comparadas as médias e as variâncias das séries de amostras; e com base em seus C.V. foi determinado o número de amostras simples, indispensável para se obter certa porcentagem de variação em torno do valor médio verdadeiro.

Nos dados obtidos, foi possível observar que a variabilidade das séries de amostragem vai diminuindo, de acordo com o decréscimo da distância em que foi retirada uma amostra de outra. Esta diferença de variabilidade foi mais acentuada quando passamos de 14,7 a 2,1 m do que quando passamos de 2,1 a 0,3 m.

Para se ter a mesma precisão nos resultados analíticos, para pH e matéria orgânica, o número de amostras simples é pequeno; para Al^{+++} deve ser maior, e para K , Mg^{++} , Ca^{++} e P deve ir aumentando cada vez mais.

Nota-se, também, que, para se obter a mesma precisão nas análises indicadas, o número de amostras simples deve ir aumentando à medida que cresce a distância entre uma amostra e outra.

Portanto, deve-se levar em conta o tamanho da unidade de amostragem para se definir o número de amostras simples de uma amostra composta.

Pelas distâncias usadas na prática nas amostragens de solos, e considerando a variabilidade observada nestes, pode-se recomendar o uso de amostras compostas formadas de 20 a 30 amostras simples. Nas amostragens em trabalhos de pesquisa, o número de amostras simples deve estar relacionado com o tamanho da parcela e com a variabilidade da característica em estudo no solo.

5. SUMMARY

To study the soil variability within different plot size, two units of sampling were chosen, one in Cascavel (purple latosol (LR)) and other in Ponta Grossa (red-yellow latosol (LVm)), Paraná.

From each unit of sampling, three series of 49 simple samples were taken. The samples of the first series were taken 14.7 m apart, those of the second series 2.1 m apart and those of the third series 0.3 m apart.

The pH, available P and K, exchangeable Ca, Mg and Al and organic matter were determined from simple samples. For each determination and in each unit of sampling, the means and the variances of the series of samples were compared, and on the basis of coefficient of variation the number of simple samples needed in order to obtain the correct percentage of variation around the true mean.

From the results obtained, it was possible to observe that the variability of the series of samples decreases as the distance between the samples decreases. This difference of variability was more evident when we passed from 14.7 to 2.1 m than when we passed from 2.1 to 0.3 m.

In order to obtain the same accuracy with the analytical results, for pH and organic matter the number of simple samples necessary is small; for Al^{+++} it must be larger, and for K, Mg^{++} , Ca^{++} and P it must increase more each time.

It was also noted that to obtain the same accuracy in the analysis indicated, the number of simple samples must increase according to the increase of the distance between samples. Therefore, the size of unit for sampling must be taken in to consideration to define number of simple samples of a compound sample.

On basis of the distances used in the field during the time of sampling and taking in consideration the observed variability, the use of compound samples formed by 20 to 30 simple samples is recommended. With samples for research, the number of simple samples must be related to the size of unit to be sampled and the variability of the characteristics to be studied in the soil.

6. LITERATURA CITADA

1. BARRETO, A. C.; NOVAIS, R. F.; BRAGA, J. M. Determinação estatística do número de amostras simples de solo por área para avaliação de fertilidade. *Rev. Ceres* 21(114):142-147. 1974.
2. BRAGA, J. M. *Curso de Solos e Adubos. II. Química e fertilidade do solo. Guia de laboratório*. Viçosa, U.F.V., 1965, p. 80 (Apostila).
3. CATE, Jr. R. B. & VETTORI, L. *Ganancias obtenidas por medio del uso de fertilizantes — Datos baseados en información obtenida a través de los análisis de suelos*. Raleigh, North Carolina State University. 1968. p. 9. (Serie International Soil Testing. Report Preliminar 1).
4. CATANI, R. A. Amostragem de solos para estudos de fertilidade. *Bragantia* 14:19-26. 1954.
5. JACKSON, M. L. *Soil chemical analysis*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1958. 498 p.
6. PRATT, P. F. *Química do Solo*. Rio de Janeiro, 1966, p. 88. (Curso Intensivo. Convênio MA/DPFS-UDAID).
7. VAN DEN HENDE, A. & COTTENIE, A. L' estimation de la fertilité du sol par les méthodes chimiques nouvelles. In: *Comp. Rend. des Recherches; Travaux du Centre de Chemie Physique Agricole*. Bruxelles. IRSIA. n.º 25. 1960. p. 27-174.
8. VETTORI, L. *Métodos de análise de solo*. EPE, Rio de Janeiro, 1969. 24 p. (Bol. Téc., 7).
9. WAUGH, D.L. & FITTS, J. W. *Estudios de interpretación de análisis de suelo: Laboratorio y Macetas*. Raleigh, North Carolina State University. 1966. p. 36. (Serie International Soil Testing. Bol. Tec. 3).