

SOLOS

Pedro L.O. de A. Machado¹
Amoacy Carvalho Fabrício²
Ana Cândida Primavesi³
Cesar de Rosso⁴
Celso João Alves Ferreira⁴
Hélio Teixeira Prates⁵
Marcos Roberto Ferraz⁶
Maria José Aguirre Armelin⁷
Mário Miyazawa⁸
Odo Primavesi³
Paule Jeanne Mendes⁹
Vera Lúcia Ferracini⁴

1. INTRODUÇÃO

Considerando as atividades passíveis de serem uniformizadas nas diferentes situações de uso e manejo do solo, decidiu-se sugerir procedimentos de coleta e preparo de amostras a serem utilizadas em determinações de rotina. Exceção se faz para o caso da determinação de nitrato. Não estão incluídas as orientações para amostras utilizadas em investigações científicas, cujos métodos encontram-se ainda em fase de estudos, não permitindo, até o presente momento, a uniformização.

¹ Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

² Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS

³ Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP

⁴ Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP

⁵ Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

⁶ Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, USP, Pirassununga, SP

⁷ Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN, São Paulo, SP

⁸ Instituto Agronômico do Paraná, IAPAR, Londrina, PR

⁹ Embrapa Pantanal, Corumbá, MS

2. SOLO

2.1. INTRODUÇÃO

Qualquer tipo de análise de solo tem por objetivo determinar quantitativamente características químicas, físicas ou biológicas, que representam os reais valores da respectiva característica dentro de uma faixa de dispersão confiável e estatisticamente fundamentada. A condição para isto é que o procedimento analítico, juntamente com os preparativos pertinentes, não contenha erros sistemáticos (também entendidos como declinações) ou até erros graves (p.ex., segregantes não considerados). Mesmo que estas condições sejam atendidas, o dado analítico encontrado somente irá representar o valor real se o material ou substrato utilizado para a análise for representativo do todo ao qual ele pertence.

O problema da representatividade poderia ser evitado se pudesse ser analisado todo o universo do material investigado. Isto, entretanto, é pura teoria, exceto para aquelas determinações em amostras de pequenos volumes em que se pretende avaliar as condições imediatamente adjacentes ao ponto de amostragem. Na prática, as determinações podem ser conduzidas apenas em “partes do todo”, ou seja, em amostras, em que os resultados possam permitir inferir a concentração ou a característica do todo. Destarte, a amostragem, obedecendo a um dos princípios estatísticos para a minimização de erros, é de grande importância para a exatidão do valor encontrado pela análise, ou seja, a aproximação máxima possível do valor real.

Quanto mais passos ou procedimentos houver para a coleta da amostra (composição de uma amostra a partir de subamostras, acondicionamento, transporte, secagem, preparo em laboratório, etc.) mais difícil será a obtenção do valor real. A obtenção do valor real também é dificultada quando determinado elemento ou substância analisada não é uma grandeza constante, alterando-se até o momento da análise, podendo levar, assim, à alteração do valor real (p.ex., teor de água, concentração de nitrato ou amônio, atividade de microrganismos).

A amostragem de solo não é prática simples e deve ser rigorosamente executada, seguindo as instruções baseadas em considerações de ordem científica (HOFFMAN, 1991).

2.2. AMOSTRAGEM

2.2.1. CRITÉRIOS PARA A DIVISÃO DA ÁREA DE AMOSTRAGEM

Um requisito importante para que a amostragem seja bem sucedida é a escolha da área da qual serão retiradas as amostras simples (também denominadas de subamostras).

O tipo de solo é um critério utilizado para a divisão da área ou gleba, mas, dentro de um mesmo tipo de solo, devido a diferentes coberturas vegetais, cor do solo, posição no relevo, drenagem e histórico da área, nova subdivisão deve ser procedida, pois cultivos diferentes exigem manejos diferentes, tais como a adubação (mineral ou orgânica) ou o controle de plantas daninhas, pragas e doenças. Esta nova subdivisão é importante, principalmente quando se pretende quantificar os teores de nutrientes para as plantas ou os resíduos de pesticidas em culturas subseqüentes.

Áreas mal drenadas, formigueiros, área com acúmulo de esterco, depósitos de adubos, área de acúmulo de palhada próxima à ação de trilhadeira, etc., que não representem a superfície utilizável, devem ficar de fora da amostragem. Deve-se delimitar a área a ser amostrada longe o suficiente (2 a 5 metros) de rodovias, estradas rurais, cercas ou depósitos em geral. Para solos em que se pratica a olericultura, o princípio é o mesmo, mas, pelo fato de possuir áreas menores, o distanciamento deve ser menor, porém, não menor do que 1,0 metro.

Mesmo quando se divide ou escolhe uma área considerada homogênea no sentido acima exposto, a heterogeneidade ainda pode ocorrer, dependendo da característica a ser determinada. Segundo HEMINGWAY (1955), a variância do erro na determinação de nutrientes aumenta quando esterco, calcário ou adubo mineral são aplicados ao solo.

Havendo esta heterogeneidade dos solos, que pode ser acentuada em solos arenosos, em que a fertilidade química é intimamente relacionada com o manejo do material orgânico, surge a questão a respeito da quantidade de subamostras a coletar para preparar uma amostra composta.

2.2.2. NÚMERO DE AMOSTRAS SIMPLES OU SUBAMOSTRAS

Quando se fala em número de amostras simples a coletar, sempre surge a questão referente ao nível de exigência na amostragem sem causar, todavia, volume de trabalho impraticável ou economicamente inviável.

Em estudos sobre a coleta de amostras, pode-se identificar a magnitude do erro da amostragem e calcular o número de subamostras necessário para que haja equivalência entre o volume de trabalho (laboriosidade) e o nível representativo do erro da amostragem. Em geral, a confiabilidade dos resultados aumenta com o número de subamostras. Entretanto, para a quantificação de nutrientes visando recomendação de adubação, 10 a 20 subamostras da camada arável (0-20 cm) de uma área de 1 a 2 hectares (em casos de grande uniformidade do terreno, até 4 ha) são consideradas suficientes (OLSON et al., 1958; CAMERON et al., 1971; ILK & NIMMERVOLL, 1974). As subamostras são coletadas em ziguezague, em pontos distanciados de 15-20 passos um do outro e acondicionadas num recipiente plástico limpo (p.ex., balde de 5-10 litros), para posterior composição da amostra propriamente dita.

Procedimentos mais refinados de amostragem dos solos podem ser adotados em áreas de investigação científica, áreas críticas ou em áreas agrícolas, em que a intensificação do processo produtivo, associado ao uso mais criterioso de insumos, vai se consolidando.

Tais procedimentos englobam o estudo da variabilidade espacial das propriedades do solo consideradas, objetivando a interpolação dos seus valores, possibilitando, assim, a espacialização e maior precisão das adubações.

2.2.3. PROFUNDIDADE DE COLETA DE SUBAMOSTRAS

De maneira geral, a amostra é retirada à profundidade de 20 cm, devendo representar uma porção uniforme de 0 a 20 cm. Em áreas ainda não preparadas mecanicamente (aração, gradagem, etc.) ou com cobertura morta, deve-se limpar a superfície do solo nos locais escolhidos para retirar as subamostras, removendo-se folhas, ramos ou galhos com cautela suficiente para não remover parte significativa do solo.

A adoção das amostragens a 20 cm apresenta vantagens na uniformização do procedimento, que permite a comparação de resultados obtidos no passado, visando a constituição de um histórico da fertilidade química, e também possibilita a comparação com resultados de análise de solos de outras localidades.

Amostragem nessa profundidade vem sendo normalmente adotada em sistemas de cultivo convencional, em que o preparo do solo, para a semeadura da cultura anual, consiste numa aração e duas gradagens. Nesse sistema, o solo sofre revolvimento na camada de 0-20 cm. Objetivando averiguar o ambiente radicular no subsolo, recomenda-se ainda que se faça a amostragem nas profundidades de 20-40 e 40-60 cm. Há evidências (RAIJ, 1988; PAVAN & VOLKWEISS, 1986) de que nestas profundidades a presença de alta quantidade de alumínio, associada à deficiência de cálcio, possa atuar como barreira química, impedindo o crescimento radicular em profundidade. Segundo OLIVEIRA et al. (1996), para o algodoeiro, o conhecimento das condições de acidez subsuperficial é muito importante, pois saturações de alumínio superiores a 20% podem comprometer ou até inviabilizar a cultura nestas áreas. Este procedimento de amostragem também é recomendado para áreas novas de cultivo.

Em pastagens sob manejo extensivo, em que raramente se fazem adubações ou renovações, também se recomenda a amostragem na profundidade de 0-20 cm.

Em sistemas de plantio direto há tendência de concentração dos nutrientes e da matéria orgânica nos primeiros centímetros de solo, devendo-se basicamente ao padrão de mobilidade dos íons no solo, não incorporação de fertilizantes e corretivos mediante o revolvimento e ao enriquecimento das camadas mais superficiais pela decomposição dos resíduos das culturas (VIEIRA, 1996). Assim, visando detectar a existência ou não de um gradiente de fertilidade, torna-se necessário executar amostragem mais estratificada: 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm. Tal procedimento deve ser adotado também para pastagens sob manejo intensivo.

Para culturas perenes (p.ex., café e frutíferas) já instaladas, amostrar de 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm na projeção da copa, que é o local da adubação, e outra entre as linhas de plantio ou no centro das ruas. Segundo PAVAN & CHAVES (1996), a aplicação de fertilizantes durante vários anos sob a projeção da copa causa não apenas um gradiente de fertilidade vertical, como no plantio direto, mas também horizontal. Segundo os mesmos autores, embora as culturas perenes tenham sistema radicular mais profundo, elas apresentam menor demanda de nutrientes por volume de solo e por unidade de tempo do que as culturas anuais, devido ao crescimento lento e à absorção diferencial de nutrientes durante o ano. Isto torna necessário que se avalie maior número de camadas para o diagnóstico da fertilidade. Na instalação das culturas, a amostragem deve ser feita na profundidade de 0-20, 20-40 e 40-60 cm.

A amostragem em lavouras de cana-de-açúcar deve ser feita nas profundidades de 0-25 e 25-50 cm. A adubação freqüente de vinhaça nesse sistema torna necessária amostragem também a 0-10 cm.

A profundidade de amostragem para solos de várzea deve ser variável com o tipo de solo e de acordo com a sua diferenciação vertical. Segundo COSTA (1996), os solos de várzea são aqueles encontrados nas planícies dos rios, onde se desenvolveram pela deposição de sedimentos. Há variações acentuadas, não só devido à sedimentação no sentido horizontal, mas também devido à vertical. Assim, a profundidade de amostragem deve ser variável com o tipo de solo e de acordo com sua diferenciação vertical. Nos solos do tipo gley pouco húmico, amostragens de 0-20 cm e 20-40 cm podem caracterizar a fertilidade do solo. Nos solos orgânicos, maiores profundidades devem ser exploradas, sendo importante determinar o substrato mineral, o que pode ocorrer a partir dos 80 cm, exigindo, assim, amostragens a 80-100 cm, principalmente no início da exploração da várzea (COSTA, 1996).

A interpretação dos resultados do solo de várzea requer cuidado especial, pois as determinações químicas são feitas na presença de atmosfera com oxigênio. Nestas condições, os elementos reduzidos vão se oxidar com O_2 atmosférico. As principais alterações químicas são: diminuição no valor de pH, aumento de Al^{3+} , diminuição nos teores de Fe^{2+} , Mn^{2+} , S^{2-} , PO_4^{3-} e outros. Portanto, os resultados das determinações químicas podem não refletir as reais condições das plantas provenientes de várzeas ou solos inundados. As principais dificuldades encontradas quando se deseja analisar amostras provenientes de solos inundados são, dentre outras: 1) amostragem sem contato com O_2 atmosférico e seu transporte até o laboratório; 2) homogeneização e pesagem das amostras; 3) acondicionamento das amostras.

Em solos em que há reflorestamento, recomenda-se a amostragem a 0-20 e 20-40 cm.

A amostragem visando a quantificação de resíduos de pesticidas em culturas subsequentes deve ser executada a profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm.

2.2.4. COMPOSIÇÃO DA AMOSTRA

A composição ideal da amostra se dá pelo quarteamento do material, ou seja, homogeneizar bem as subamostras contidas no recipiente e despejar em uma folha de plástico de aproximadamente 70-100 cm de lado. Em seguida, espalhar o material e dividi-lo em 8 áreas. Descartar duas porções de solo de cada lado, localizadas frente a frente, mas não avizinhas (Fig. 1). O material restante deve ser novamente homogeneizado repetindo-se o mesmo procedimento anteriormente descrito até que se obtenha a amostra desejada. Para a determinação de nutrientes, uma quantidade de 300-500 g de solo é o suficiente. Caso o solo apresente grande quantidade de fração grosseira (calhaus, cascalhos e maticões), há a necessidade de 1-2 kg de material.

Devido à variabilidade existente na densidade dos solos de várzea, principalmente nos orgânicos e gley húmico, é importante garantir o envio de amostra de 500 g de solo, mesmo que os volumes encaminhados para a análise sejam diferentes (COSTA, 1996).

No local, a amostra, uma vez composta, deve ser seca ao ar e à sombra sobre uma folha de plástico limpa.

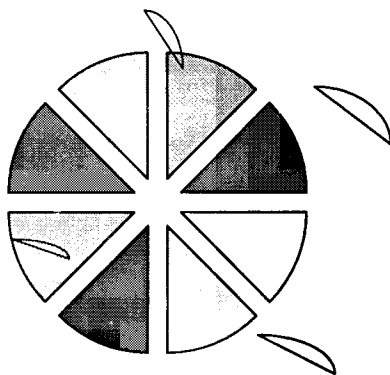


Figura 1. Sugestão de quarteamento do material e descarte de porções

Obviamente que, dependendo da característica a ser analisada (p.ex., nitrato, atividade microbiana), esta sugestão de composição de amostra de solo deve ser modificada.

2.2.5. MATERIAL PARA A AMOSTRAGEM

A coleta de amostras pode ser feita com diversas ferramentas, dependendo da disponibilidade do equipamento e da acurácia exigida.

Um equipamento adequado para a amostragem de solos é o trado, que, muitas vezes, é concebido e fabricado nas próprias instituições de pesquisa. Constitui-se de um tubo de aço leve, contendo uma fenda lateral ao longo da profundidade a ser amostrada (normalmente mede 1,50 m) e extremidade inferior cortante. Possui demarcações a cada 5 cm ao longo da fenda e, na extremidade superior, apresenta um cabo disposto em “T”. É importante frisar que existem firmas internacionais especializadas na confecção desse equipamento.

Como se pode observar na Fig. 2, existem vários tipos de equipamentos para a amostragem do solo: o trado holandês, que tem bom desempenho em qualquer tipo de solo, mas exige grande esforço físico; o trado de rosca, mais adequado para solos arenosos e úmidos; o trado caneco, ideal para solos secos e compactados, não exigindo muito esforço físico; o calador, ideal para amostragem em terra fofa e ligeiramente úmida e a pá de corte ou pá reta, equipamento mais disponível e simples para o agricultor, e que deve ser usado isoladamente em terra úmida e fofa, ou com o enxadão em solo seco e compactado (LOPES & GUIMARÃES, 1989). Há solos extremamente compactados em que se utiliza uma chibanca, que é semelhante a um pequeno alvião ou picareta. Um problema que se tem freqüentemente observado é o uso de materiais potencialmente contaminantes e relativamente pesados para a tarefa (p.ex., aço

galvanizado). Ao se proceder a coleta das 15-20 subamostras na área delimitada, a pessoa, que logo entra em cansaço devido ao peso do equipamento, passa a considerar a coleta de 7-10 subamostras como “adequada” para a análise. É importante que se colete sempre o mesmo volume para cada subamostra.

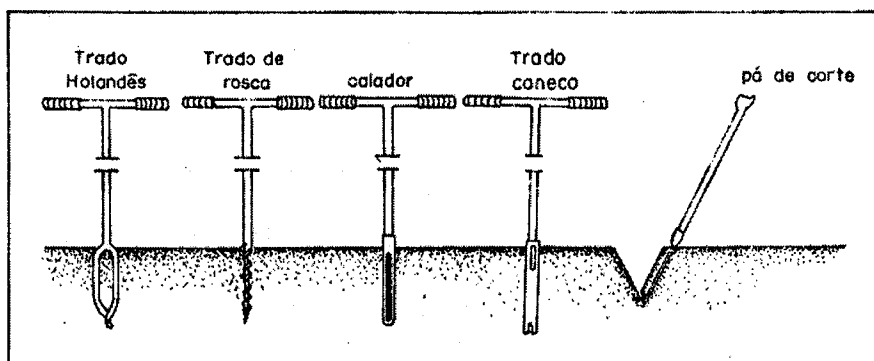


Figura 2. Equipamentos mais comuns para a coleta de amostras de solos

Fonte: LOPES & GUIMARÃES, 1989

2.2.6. ÉPOCA DE AMOSTRAGEM

A época de amostragem ideal está entre a colheita e a adubação subsequente. A última adubação, entretanto, não deve estar muito próxima da amostragem, sendo que a adubação orgânica deve ter sido executada há 8 semanas e a mineral há 4-6 semanas.

Para a amostragem deve ter havido precipitação pluviométrica mínima de 10 mm. O solo deve permitir preparo mecânico, como aração ou gradagem (ponto de sação), ou seja, quando molhado, não deve estar plástico ou muito plástico, e quando seco, não deve estar duro ou muito duro. Após chuva copiosa deve-se esperar 2 a 4 dias para atingir a consistência adequada para a amostragem para uma boa homogeneização.

2.2.7. FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM

Enquanto que para o IAPAR (1996) a amostragem de solos pode ser realizada em intervalos de 3 a 5 anos, para RAIJ et al. (1985) a amostragem deve ser repetida em intervalos que podem variar de um a quatro anos. No entanto, para ambos, o intervalo das amostragens pode ser diminuído se for observado algum comportamento diferencial no desenvolvimento da cultura, caso a gleba receba maior aplicação de adubo ou se houver emprego de novo critério de adubação ou correção do solo, indicados pelos órgãos de pesquisa ou assistência técnica.

Em áreas irrigadas recomenda-se amostrar o solo anualmente.

Em pastagens, a amostragem deve ser anual em áreas cultivadas com espécies exigentes sob pastejo (p.ex., capim-colonião, grama-estrela, napier), capineiras (p.ex., napier, cana-de-açúcar e guatemala) ou alfafa. Em áreas com forrageiras menos exigentes, como braquiárias, andropogon e capim-gordura, a amostragem pode ser feita em intervalos de 2-3 anos (MARUN, 1996).

2.2.8. ALGUMAS RECOMENDAÇÕES GERAIS PARA A AMOSTRAGEM

Bem antes da utilização da estatística na amostragem, alguns procedimentos gerais para a coleta de amostras se desenvolveram na prática e, assim, possibilitaram a diminuição de erros. Para o caso de solos são considerados importantes os seguintes procedimentos:

- independentemente do tamanho, as amostras oriundas de maior número de subamostras são melhores do que aquelas formadas de poucas subamostras;
- quanto maior for a quantidade da fração grosseira do solo (cascalhos, calhaus e matacões), maior será a quantidade de subamostras a coletar da área delimitada e mais laboriosa será a tarefa.

- com o intuito de evitar erros sistemáticos, as subamostras devem ser retiradas transversalmente à orientação da linha de plantio, preparo do solo ou da adubação;
- na amostragem e na elaboração/preparo da amostra, cada cascalho, calhau ou matacão deve ter a mesma chance de estar presente na amostra composta ou nos passos para a sua composição, ou seja, cada tipo de fração grosseira deve ter a possibilidade de constituir a amostra composta, nas mesmas proporções que as encontradas no solo amostrado;
- a amostragem do solo deve ser conduzida quando está no seu ponto de sazão, ou seja, num estado de consistência em que se possa proceder a aração ou a gradagem;
- não fumar durante a coleta das amostras, pois cinzas de cigarro de qualquer natureza podem afetar o resultado da análise de solo, principalmente com relação aos teores de potássio.

2.3. ACONDICIONAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

O acondicionamento de amostras para análise visando levantamento da fertilidade deve ser em sacos plásticos limpos para 1,0 ou 2,0 kg, dependendo da quantidade de amostra composta (v. tópico 1.4). Na falta de etiqueta, o material do saco deve possibilitar identificação com o número, origem da amostra e cobertura vegetal.

Para o acondicionamento de amostras visando a quantificação de nitrato deve se proceder da seguinte maneira: após coleta da amostra, esta, ainda úmida, deve ser acondicionada em saco plástico, identificada e armazenada em caixas térmicas contendo gelo reciclável ou em tambor contendo nitrogênio líquido para transporte até o laboratório. Para períodos mais longos de armazenamento, a amostra deve ser guardada sob temperatura de 4°C.

Para a quantificação de resíduos de pesticidas, as amostras devem ser acondicionadas em tubos de PVC utilizados na amostragem ou em saco plástico de

polietileno transparente. O transporte deve ser feito o mais rápido possível para o laboratório em caixas térmicas contendo gelo reciclável ou em tambor contendo nitrogênio líquido. Para períodos mais longos, conservar em congelador (-20°C), observando-se as características do princípio ativo.

A amostra pode ser identificada da seguinte maneira:

- nome do solicitante;
- data e período da amostragem;
- local da amostragem: estado, município, nome da propriedade e, se possível, as coordenadas locais;
- número da amostra;
- profundidade e número de subamostras;
- tamanho da área amostrada;
- tipo de relevo (encosta de morro, terra plana, alto do morro, várzea ou baixada);
- observações complementares sobre o estado atual do solo, condições climáticas, vegetação predominante, cultura anterior, idade da cultura perene ou semi-perene, etc.;
- informações sobre adubações ou pesticidas indicando tipo e quantidade aplicados.

LEMOS & SANTOS (1996) apresentam sugestões de fichas para descrição de amostras de solos, além de procedimentos para descrição e coleta de solo no campo para a execução de levantamentos pedológicos.

2.4. REGISTRO E PREPARO DA AMOSTRA

A amostra de solo, ao chegar no laboratório, deve estar devidamente identificada (v. tópico 2) para ser registrada e, posteriormente, preparada.

2.4.1. REGISTRO

Cada laboratório possui um sistema de registro específico, mas geralmente a amostra recebe um número de laboratório, que deverá ser colocado na folha de informação (folha de resultado de análise de solo) para posterior identificação. O número de registro também é colocado nas caixas contendo as amostras já preparadas.

2.4.2. SECAGEM

Para determinações química e física (fertilidade), a amostra deve ser espalhada numa mesa ou prateleira com superfície lisa de material não contaminante. A secagem ao ar se procede à sombra, em que torrões maiores e frágeis são quebrados manualmente e, em seguida, faz-se o revolvimento da amostra para agilização da secagem. A secagem também pode ser feita em estufas com circulação forçada de ar e sob temperatura não excedendo 40°C. Temperaturas mais altas podem acarretar alterações nos teores de fósforo, potássio, enxofre, ferro e manganês, dentre outros.

2.4.3. MOAGEM, PENEIRAGEM E ARMAZENAGEM

A amostra seca pode apresentar ainda alguns torrões menores, aos quais há necessidade de aplicar, com as duas mãos, um rolo de madeira ou utilizar almofarizes com pistilo de porcelana para uma perfeita moagem. Deve-se ter o cuidado de não moer cascalhos e calhaus. Em muitos laboratórios são utilizados moedores automáticos de martelo. Após a moagem de cada amostra, deve ser feita limpeza do equipamento, utilizando-se pincéis, ar pressurizado, etc. A contaminação de amostras com elementos do material do próprio equipamento é desprezível.

Após a moagem, a amostra é passada em peneira com malha de 2 mm e posteriormente acondicionada em caixa de papelão, pote de vidro ou plástico.

Embora seja pequena a quantidade de amostra necessária para todas as determinações ($< 50 \text{ cm}^3$), deve-se preparar quantidade maior ($> 300 \text{ cm}^3$), para facilitar a cachimbagem ou pesagem, além de possíveis repetições.

O armazenamento de amostras de solo deve ser feito em local seco e, normalmente, por um período de 3 meses para o caso de haver solicitação de reanálise. Em instituições de pesquisa onde são realizados estudos de adubação, os laboratórios devem ser encorajados a formar um banco permanente de solos, pois com os resultados de produção de campos experimentais e das determinações química e física, torna-se possível calibrar novos métodos que venham a ser desenvolvidos ou fazer ajustes nos já existentes. Nunca é demais reforçar que os locais onde as amostras são manuseadas devem se manter sempre rigorosamente limpos e em ordem, evitando-se manipular sacos de adubo nas salas de preparo e estocagem de amostras de solo. É importante evitar a presença de produtos de limpeza que possam contaminar as amostras.

Para a determinação de resíduos de pesticidas o procedimento é idêntico ao descrito anteriormente, observando-se, contudo, as características do princípio ativo e do método de análise.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMERON, D.R.; NYBORG, M.; TOOGOOD, J.A.; LAVERTY, D.H. Accuracy of field sampling for soil tests. *Canadian Journal of Soil Science*, Ottawa, v.51, n.1, p.165-175. 1971.

COSTA, A. Várzeas. In: IAPAR **Amostragem de solo para análise química - plantio direto e convencional, culturas perenes, várzeas, pastagens e capineiras**. Londrina: IAPAR, 1996. p. 21-25. (IAPAR. Circular, 90).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de Métodos de Análise de Solos**. 2. ed. Rev. Atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p. (EMBRAPA – CNPS. Documentos, 1).

- HEMINGWAY, R.G. Soil sampling errors and advisory analyses. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.46, n. 1, p.1-8, 1955.
- HOFFMAN, G. Methodenbuch: Die Untersuchung von Boeden. Band I. 4. Auflage. Darmstadt: VDLUFA-Verlag, 1991.
- IAPAR (Londrina, PR). **Amostragem de solo para análise química - plantio direto e convencional, culturas perenes, várzeas, pastagens e capineiras**. Londrina, 1996. 28p. (IAPAR. Circular, 90).
- ILK, F.; NIMMERVOLL, W. Streuung von Analysenergebnissen von Boden und Pflanzen innerhalb eines Weizenfeldes. **Land- und Forstwirtschaftliche Forschung in Oesterreich**, Band, v.6, p.97-102, 1974.
- LEMONS, R.C.; SANTOS, R.D. 3.ed. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 84 p.
- LOPES, A.S.; GUIMARÃES, P.T.G. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Lavras: Comissão de Fertilidade do Solo de Estado de Minas Gerais, 1989. 176 p.
- MARUN, F. Pastagens e capineiras. In: IAPAR. **Amostragem de solo para análise química - plantio direto e convencional, culturas perenes, várzeas, pastagens e capineiras**. Londrina, 1996. p. 27-28 (IAPAR. Circular, 90).
- OLIVEIRA, E.L.; PARRA, M.S.; COSTA, A. Plantio convencional. In: IAPAR, **Amostragem de solo para análise química - plantio direto e convencional, culturas perenes, várzeas, pastagens e capineiras**. Londrina, 1996. p.9-10. (IAPAR. Circular, 90).
- OLSON, R.A.; DREIER, A.F.; SORENSEN, R. The significance of subsoil and soil series in Nebraska soil testing. **Agronomy Journal**, Wisconsin, v. 50, n.1, p.185-186, 1958.
- PAVAN, M.A.; VOLKWEISS, S.J. Efeitos do gesso nas relações solo-planta: princípios. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO FOSFOGESSO NA AGRICULTURA, 1., 1986, Brasília. **Anais...**Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986, p.107-118.

- PAVAN, M.A.; CHAVES, J.C.D. Culturas perenes. In: IAPAR, **Amostragem de solo para análise química - plantio direto e convencional, culturas perenes, várzeas, pastagens e capineiras**. Londrina, 1996. p. 15-19. (IAPAR. Circular, 90).
- RAIJ, B. VAN; SILVA, N.M.; BATAGLIA, O.C.; QUAGGIO, J.A.; HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELLINAZZI JR.; DECHEN, A.R.; TRANI, P.E. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1985. 107p. (IAC. Boletim Técnico, 100)
- RAIJ, B. VAN **Gesso agrícola na melhoria do ambiente radicular no subsolo**. São Paulo: ANDA,. 1988. 88 p.
- SILVA, F.C.; RAIJ, B. VAN; ARCANGELA, C.; BARRETO, W. O.; MELO, W. J.; MIYAZAWA, M.; CLAESSEN, M.E.C.; BOARETTO, A.E.; MACHADO, P.L.O.A.; NETTO, A.R.; GOMES, P.C.; SALDANHA, M.F.C.; PEREZ, D.V. **Elaboração do manual de fertilidade do solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA - CNPS, Programa 01 - Recursos Naturais. (Subprojeto 01.0.94.203-08). Projeto em andamento, 1996. 6p.
- VIEIRA, M.J. Plantio direto. In: IAPAR, **Amostragem de solo para análise química - plantio direto e convencional, culturas perenes, várzeas, pastagens e capineiras**. Londrina: IAPAR, 1996, p.11-14. (IAPAR. Circular, 90).