

CAPÍTULO 1 - SOLOS

Amoacy Carvalho Fabrício¹
Ana Cândida Primavesi²
César de Rosso³
Celso João Alves Ferreira⁴
Hélio Teixeira Prates⁵
Marcos Roberto Ferraz⁶
Maria José Aguirre Armelin⁷
Mário Miyazawa⁸
Odo Primavesi²
Paule Jeanne Mendes⁹
Pedro L. O. de A. Machado¹⁰, coordenador
Vera Lúcia Ferracini³

1. INTRODUÇÃO

Considerando as atividades passíveis de uniformização nas diferentes situações de uso e de manejo do solo, decidiu-se sugerir procedimentos de coleta e de preparo de amostras para utilização 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.

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 essas condições sejam atendidas, o dado analítico encontrado somente representará o valor real se o material ou o substrato utilizado para a análise for representativo do todo ao qual ele pertence.

¹Embrapa Agropecuária Oeste; ²Embrapa Pecuária Sudeste; ³Embrapa Meio Ambiente; ⁴Embrapa Soja; ⁵Embrapa Milho e Sorgo; ⁶Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, USP, Pirassununga, SP; ⁷Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN; ⁸Instituto Agrônomo do Paraná, IAPAR; ⁹Embrapa Pantanal; ¹⁰Embrapa Solos.

O problema da representatividade poderia ser evitado se todo o universo do material investigado pudesse ser analisado. Isso, entretanto, é pura teoria, exceto para aquelas determinações em amostras de pequeno volume, 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, de cujos resultados seja possível inferir a concentração ou a característica do todo. Destarte, a amostragem, obedecendo a um dos princípios estatísticos da 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 mais 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. AMOSTRAGEM

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 da gleba, mas, dentro do mesmo tipo de solo, em consequência de diferentes coberturas vegetais, cor do solo, posição no relevo, drenagem e histórico da área, nova subdivisão deve ser realizada, pois cultivos diferentes exigem manejo diferente, tais como a adubação (mineral ou orgânica) ou o controle

de plantas daninhas, pragas e doenças. Essa nova subdivisão é importante, principalmente quando se pretende quantificar os teores de nutrientes em 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 trilhadeira, etc., que não representem a superfície utilizável, não devem ser incluídas na amostragem. Deve-se delimitar a área a ser amostrada, longe o suficiente (2 a 5 m) 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 se tratar de áreas menores, o distanciamento deve ser menor, porém, não menor do que 1 m.

Mesmo quando se divide ou se escolhe uma área considerada homogênea no sentido anteriormente 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 essa 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 ser coletada, para preparar a amostra composta.

2.2. NÚMERO DE AMOSTRAS SIMPLES OU SUBAMOSTRAS

Quando se fala no número de amostras simples que deve ser coletado, 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 que visa à recomendação de adubação, 10 a 20 subamostras da camada arável (0 - 20 cm) de uma área de 1 a 2 ha (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 a 20 passos um do outro e acondicionadas num recipiente plástico limpo (p. ex., balde de 5 a 10 L), para posterior composição da amostra propriamente dita.

Procedimentos mais refinados de amostragem dos solos podem ser adotados em áreas de investigação científica, em 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 nas adubações.

2.3. PROFUNDIDADE DE COLETA DE SUBAMOSTRAS

De maneira geral, a amostra é retirada até a profundidade de 20 cm, devendo representar 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 folhas, ramos ou galhos com cautela suficiente para não descartar parte significativa do solo.

A adoção das amostragens na profundidade de até 20 cm apresenta vantagens na uniformização do procedimento, que permite a comparação de resultados obtidos no passado, visando à 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 em uma aração e duas gradagens. Nesse sistema, o solo sofre revolvimento na camada de 0 a 20 cm. Para averiguar o ambiente radicular no subsolo, recomenda-se ainda a amostragem nas profundidades de 20 - 40 e 40 - 60 cm. Há evidências (RAIJ, 1988; PAVAN & VOLKWEISS, 1986) de que nessas 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 saturação de alumínio superior a 20% pode comprometer ou até inviabilizar a cultura nessas áreas. Esse 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 a 20 cm.

Em sistemas de plantio direto, há tendência de concentração dos nutrientes e da matéria orgânica nos primeiros centímetros de solo, o que se deve basicamente ao padrão de mobilidade dos íons no solo, à 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, para detectar a existência ou não de um gradiente de fertilidade, torna-se necessário executar amostragens mais estratificadas: 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 nas mesmas camadas 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, em razão do crescimento lento e da absorção diferencial de nutrientes durante o ano. Isso 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 em 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 devidas à sedimentação no sentido horizontal, mas também devidas à sedimentação vertical. Assim, a profundidade de amostragem deve variar de acordo 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. Nessas condições, os elementos reduzidos vão se oxidar com O_2 atmosférico. As principais alterações químicas são: diminuição no valor de pH, aumento no teor de Al^{3+} e diminuição nos teores de Fe^{2+} , Mn^{2+} , S^{2-} e PO_4^{3-} . Portanto, os resultados das determinações químicas podem não refletir as reais condições das plantas provenientes de várzeas ou de solos inundados. As principais dificuldades encontradas quando se deseja analisar amostras provenientes de solos inundados são: 1) amostragem sem contato com O_2 atmosférico e seu transporte até o laboratório; 2) homogeneização e pesagem das amostras; e 3) acondicionamento das amostras.

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

A amostragem que visa à quantificação de resíduos de pesticidas em culturas subseqüentes deve ser executada à profundidades de 0 - 10 cm e de 10 - 20 cm.

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 sobre uma folha de plástico de aproximadamente 70 a 100 cm de lado. Em seguida, espalhar o material e dividi-lo em oito áreas. Descartar duas porções de solo de cada lado, localizadas frente a frente, mas não avizinhas (Figura 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, a quantidade de 300 a 500 g de solo é suficiente. Caso o solo apresente grande quantidade de fração grosseira (calhaus, cascalhos e matacões), há a necessidade de 1 a 2 kg de material.

Em razão da variabilidade existente na densidade dos solos de várzea, principalmente nos orgânicos e no 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.

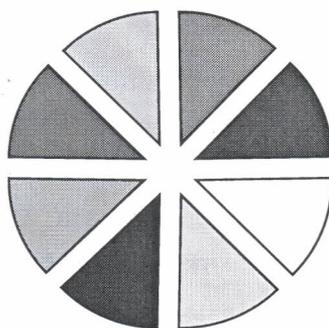


Figura 1. Sugestão de quarteamento do material e de descarte de porções.

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

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 na própria instituição de pesquisa. Constitui-se de um tubo de aço leve, com uma fenda lateral ao longo da profundidade a ser amostrada (normalmente mede 1,5 m) e com a 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 Figura 2, existem vários tipos de equipamento 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, que não exige 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 observado freqüentemente é o uso de materiais potencialmente contaminantes e relativamente pesados para a tarefa (p. ex., aço galvanizado). Ao se proceder a coleta das 15 a 20 subamostras na área delimitada, a pessoa, que logo entra em cansaço em razão da massa do equipamento, passa a considerar a coleta de 7 a 10 subamostras como "adequada" para a análise. É importante que se colete sempre o mesmo volume para cada subamostra.

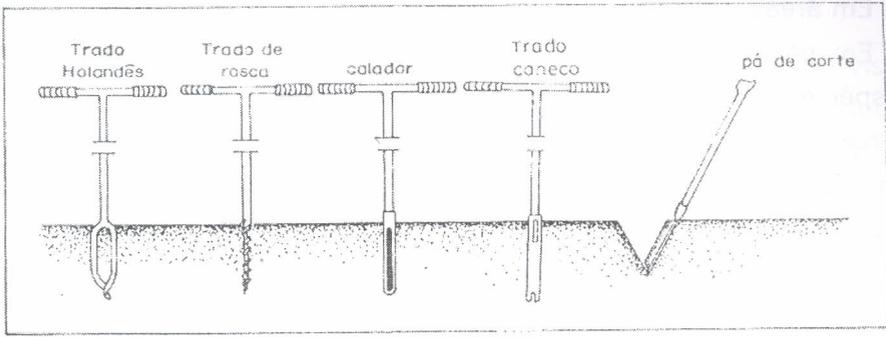


Figura 2. Equipamentos mais comuns para a coleta de amostras de solos.

Fonte: LOPES & GUIMARÃES (1989).

2.6. 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 a 6 semanas.

Para realizar a amostragem, deve ter havido precipitação mínima de 10 mm. O solo deve permitir preparo mecânico, como aração ou gradagem (ponto de sazão), 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 de 2 a 4 dias para atingir a consistência adequada para amostragem com boa homogeneização.

2.7. FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM

Enquanto segundo o IAPAR (1996) a amostragem de solos pode ser realizada em intervalos de 3 a 5 anos, de acordo com 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 de 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-colômbio, grama-estrela, capim-napier), capineiras (p. ex., capim-napier, cana-de-açúcar e capim-guatemala) ou alfafa. Em áreas com forrageiras menos exigentes, como capim-braquiária, capim-andropogon e capim-gordura, a amostragem pode ser feita em intervalos de 2 a 3 anos (MARUN, 1996).

2.8. 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), tanto maior será a quantidade de subamostras a coletar na 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, de preparo do solo ou de adubação.
- Na amostragem e na elaboração e no preparo da amostra, cada cascalho, cada calhaus ou cada 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 deve ser realizada quando o solo está no seu ponto de sazão, ou seja, no 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.

3: ACONDICIONAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

O acondicionamento de amostras para análise que visem ao levantamento da fertilidade deve ser feito em sacos plásticos limpos, com capacidade para 1 ou 2 kg, dependendo da quantidade de amostra composta (ver tópico 2.4). Na falta de etiqueta, o material do saco deve possibilitar identificação com o número, a origem da amostra e a cobertura vegetal.

Para o acondicionamento de amostras que visem à quantificação de nitrato, deve-se proceder da seguinte maneira: após a coleta da amostra, esta, ainda úmida, deve ser acondicionada em saco plástico, identificada e armazenada em caixas térmicas com gelo reciclável ou em tambor com 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 rapidamente possível para o laboratório, em caixas térmicas com gelo reciclável ou em tambor com 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 semiperene, etc.;
- informações sobre adubações ou pesticidas, indicando tipo e quantidade aplicados.

LEMOS & SANTOS (1996) apresentaram 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.

4. REGISTRO E PREPARO DA AMOSTRA

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

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 que contêm as amostras já preparadas.

4.2. SECAGEM

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

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 ou em 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 utilização do cachimbo ou a pesagem, além de permitir eventuais 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. Nas instituições de pesquisa em que 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 químicas e físicas, 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 de 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.

5. 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 Analyseergebnissen 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).