

Parte II

SOLOS

Capítulo 2

A amostragem de solos

*Heloisa Ferreira Filizola, Marco Antônio Ferreira Gomes
e Manoel Dornelas de Souza*

2.1. Técnicas de amostragem

A escolha das técnicas de amostragem está condicionada à localização dos resíduos no perfil do solo, do tipo de solo e das propriedades dos contaminantes que estão sendo monitorados. Há uma variedade muito grande de técnicas de coleta de solos na zona insaturada. Estas técnicas podem ser divididas em dois tipos: coleta de amostra contínua por meio de um tubo inserido no solo, manualmente ou por meio de um equipamento hidráulico; e coleta segmentada do solo por tradagens sucessivas.

2.1.1. Amostragem contínua com tubo

Na amostragem contínua de solo não perturbado são utilizados tubos de no mínimo 50 mm de diâmetro para garantir a quantidade necessária de solo para mais de uma análise, caso seja necessário repeti-la. Tubos deste diâmetro, geralmente podem ser inseridos manualmente até uma profundidade aproximada de 0,5 m. De 1 a 2 m de profundidade é necessária a utilização de sondas pequenas de impacto e em maiores profundidades deve ser utilizado equipamento de perfuração convencional. O tubo de amostragem deve ser cuidadosamente limpo antes da sua inserção no solo, conforme o item 1.2. Esta forma de coleta é usada para a coleta de um perfil completo de solo, o qual, após a coleta, é seccionado nas profundidades de interesse.

Existem dois problemas relacionados a esta técnica. O primeiro está relacionado à estrutura do solo do horizonte superior. Geralmente a

estrutura é solta ou em grânulos, o que favorece o deslocamento destes ao longo das laterais do tubo, quando este é pressionado para baixo, contaminando assim o solo em maior profundidade. Segundo Norris et al. (1991), uma forma de evitar este inconveniente é congelar o tubo com o solo coletado, abri-lo e manualmente retirar o material deslocado ao longo do tubo.

Ainda segundo os autores acima, outra forma de evitar o problema seria coletar o horizonte superior separadamente, alargar o furo de coleta, forrá-lo para impedir que o material de cima se desloque e inserir um novo tubo a partir desta profundidade.

O segundo problema é a possibilidade de compactação ou expansão do solo dentro do tubo, o que faz com que o comprimento da amostra no tubo não seja equivalente à profundidade coletada. Esta alteração normalmente está ligada a uma mudança da textura do solo, ou quando a rocha é encontrada.

2.1.2. Amostragem por tradagens sucessivas

É a mais utilizada, permitindo que a coleta ultrapasse os 10m de profundidade sem necessidade de equipamentos pesados ou sofisticados. O formato da extremidade do trado manual de aço inox a ser utilizado vai depender do tipo de solo a ser amostrado: normalmente utiliza-se rosca para materiais coesos (argilosos) e caneco para materiais granulares (arenosos). Esta forma de coleta não compacta o solo, permitindo que a profundidade amostrada seja realmente aquela que o trado atingiu. Outra vantagem é que dado o diâmetro do trado (entre 7 e 8,5cm) a quantidade de solo retirada, além de ser mais do que suficiente para as análises, será, dada a quantidade, mais representativa.

Um aspecto importante é o cuidado que o tradador deve ter ao introduzir o trado no solo para evitar que material de superfície e de profundidades menores sejam incorporados aos de maior profundidade.

Os demais equipamentos de coleta são: enxada para limpeza da superfície do solo, espátulas de aço inoxidável para retirada das amostras e bandejas de polietileno para homogeneização das amostras, no caso de amostras compostas.

A amostragem de solos

A cada ponto de amostragem, a vegetação, a cobertura vegetal morta e o material grosseiro da superfície do terreno devem ser removidos com a enxada, tomando-se o devido cuidado para não remover uma camada muito espessa da superfície do solo. A camada superficial (1 a 5 cm) deve ser coletada manualmente, com o auxílio de um anel também de aço inoxidável, com diâmetro de 5 cm e a altura de acordo com a profundidade a ser coletada.

Após cada trado, o solo deve ser retirado do trado com o auxílio de uma espátula e colocado na bandeja de homogeneização, no caso de amostras compostas. A porção superior da amostra deve ser descartada, quando esta não for a coleta dos 10 primeiros centímetros; a porção aderida ao trado também deverá ser desprezada, de modo a evitar a contaminação da amostra com metais originários da ferramenta, assim como as laterais da amostra, para eliminar ao máximo qualquer possibilidade de contaminação do solo acima. As amostras simples deverão ser colocadas diretamente no saco plástico ou no frasco de boca larga, etiquetadas e identificadas.

A quantidade de amostra não precisa ser muito grande, 100g são suficientes, pois normalmente são utilizados de 10 a 20g de Terra Fina Seca ao Ar (TFSA), para a quantificação de metais pesados ou de agrotóxicos existentes.

A cada nova amostragem, em maior profundidade, os equipamentos de campo devem ser tratados com ácido nítrico e enxaguados com água deionizada (CASARINI et al., 2001).

Após a coleta das subamostras, o solo coletado deverá ser homogeneizado manualmente, utilizando-se um par de luvas descartáveis específicas para cada bandeja, formando uma amostra composta para cada profundidade. Esta deverá então ser colocada no frasco ou saco plástico etiquetado e identificado e acondicionada para o transporte ao laboratório.

2.2. O Planejamento da Amostragem

Como já dito, em áreas agrícolas, a avaliação e o monitoramento são geralmente feitos a partir de microbacias, mas em função da situação a

ser avaliada, o monitoramento poderá ainda ser executado na escala da vertente, ou em parcelas.

2.2.1. Avaliação por microbacia

Uma microbacia pode comportar mais de um tipo de solo e de atividades agrícolas. A variação do solo, quando existir, tem como consequência um funcionamento hídrico diferenciado dentro da microbacia, assim em solos arenosos a infiltração vertical da água é mais intensa que em outros tipos de solos e, deste ponto de vista, seriam os solos que teriam maior capacidade de lixiviação de agrotóxicos para as águas subterrâneas, enquanto que, nos solos argilosos, a tendência maior seria o retardamento da infiltração da solução do solo com a retenção, pela argila e pelos óxidos de ferro, de alguns compostos orgânicos, ou ainda a mudança de direção do fluxo de água que pode passar de vertical a lateral.

As atividades agrícolas são o ponto de partida para a seleção das moléculas/compostos a serem monitorados, sejam elas orgânicas (agrotóxicos,) ou inorgânicas (nitrato, nitrito, amônio e metais pesados) já que mesmo que existam aqueles comuns a várias culturas, alguns deles são específicos para certos tipos de culturas. Assim, nas áreas cultivadas com soja, não há razão para monitoramento do N, enquanto potencial contaminante. Assim, o primeiro passo é delimitar as áreas com solo e culturas diferentes. Em seguida, deverá ser feito o levantamento dos agrotóxicos utilizados em cada cultura e as épocas de aplicação.

Os agrotóxicos levantados deverão ser então agrupados em classes segundo seu grau de toxicidade, sua meia vida, seu K_{oc} , seu potencial de lixiviação, que são os parâmetros utilizados para a seleção daqueles que devem ser monitorados e em que matriz – solo, solução do solo ou água subterrânea. No capítulo 5, estes parâmetros serão melhor definidos.

A partir da delimitação dos tipos de solos, da definição dos agrotóxicos que serão monitorados e da época de aplicação pode-se então definir os locais onde o solo deverá ser coletado, a profundidade e a periodicidade das coletas. A profundidade e os períodos de coleta deverão

A amostragem de solos

estar relacionados às datas de aplicação e de acordo com os parâmetros físico-químicos citados acima.

2.2.2. Amostragem ao longo de vertentes (Fig. 1)

Na amostragem ao longo de uma vertente é importante o conhecimento dos solos, dos fluxos hídricos internos ao longo da mesma e da profundidade e declividade do lençol no terço inferior da vertente. Este tipo de avaliação é muito utilizado quando a microbacia selecionada é homogênea, tanto em termos de solos, como em termos de cultura, pois a amostragem feita ao longo de uma vertente, seria representativa de toda a microbacia. Permite também, a partir dos resultados das análises, juntamente com os dados acima (tipo de solo, hídricos e cultura), a formulação de modelos de previsão de contaminação da água subterrânea.

Em qualquer um dos casos acima, a amostragem dos solos pode ser feita por amostras simples ou pontuais, por amostras múltiplas, em torno e próximas a um ponto, que será considerado o ponto de coleta ou por amostra composta, cuja coleta é feita em vários pontos da área ou das parcelas e que depois são misturadas. Na condição de amostras múltiplas ou de amostra composta, cada porção amostrada é denominada de subamostra.

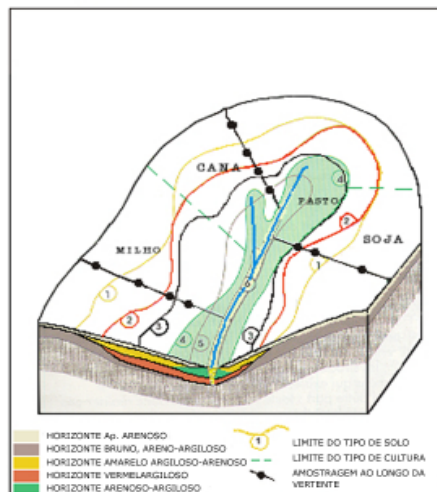


Fig. 1. Pontos de amostragem ao longo das vertentes de uma microbacia. Adaptado de Boulet (1990).

2.3. Plano de amostragem

O número e os locais de coleta devem ser definidos dentro do plano de amostragem específico de cada projeto. Este plano deverá ser preparado em função do objetivo do projeto. A primeira decisão a ser tomada para o planejamento da amostragem é se a área deverá ser seletivamente amostrada – amostragem por critérios; aleatoriamente amostrada ou dividida em subáreas para amostragem – amostragem aleatória estratificada (DICK et al., 1996).

2.3.1. Amostragem por critérios ou determinista

É apropriada para certas situações onde há claras evidências que é uma área representativa do problema, mas depende bastante da prática do investigador. Geralmente este tipo de amostragem não é recomendado por que não há maneira de avaliar a precisão/relação dos resultados já que estes são inteiramente dependentes do julgamento e bom senso do amostrador.

2.3.2. Amostragem aleatória simples

Este tipo de amostragem evita a subjetividade na amostragem. Uma das formas de executá-la é marcar uma rede ou grade de pontos (*grid*) sobre a área. A distância, horizontal e vertical, entre os pontos da rede, não é fixa pois é subordinada ao tamanho da área a ser amostrada, por exemplo, em parcelas experimentais pequenas (100 X 100m), geralmente a rede é de 10 X 10m.

Conforme a área a ser monitorada aumenta, o tamanho da grade também aumenta. É importante que esta grade seja desenhada e referenciada com as coordenadas de cada ponto de intersecção entre as linhas, com piquetes marcando, no campo, estes pontos. O ideal seria coletar o maior número de amostras possível, mas dado o custo das análises e o tempo a ser despendido,

A amostragem de solos

normalmente tratamentos estatísticos diversos são utilizados para a determinação do número mínimo de pontos a serem coletados e qual sua distribuição na rede (Fig. 2).

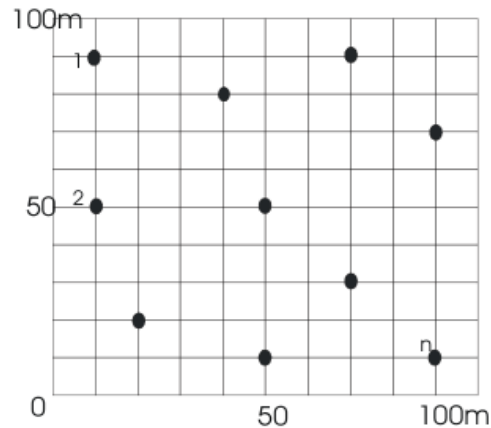


Fig. 2. Mapa de amostragem aleatória, com as dimensões, em escala, da área.

Um dos inconvenientes da amostragem aleatória é que a mesma fornece informações limitadas da distribuição espacial do que está sendo monitorado.

2.3.3. Amostragem aleatória estratificada

A amostragem aleatória estratificada é obtida coletando uma amostra aleatória dentro de cada subárea como explicado para a amostragem aleatória simples. As subáreas são definidas por suas características originais que podem ser identificadas. Estas podem ser: o tipo de solo, a topografia, ou as diferenças do uso do solo. A vantagem deste procedimento é que permite que o investigador caracterize cada subárea e melhore a precisão para estimar a área inteira da amostragem. As desvantagens são: trabalho maior para a amostragem e custos analíticos mais altos. Na Figura 1 pode ser encontrado um exemplo de delimitação das subáreas, tanto por tipo de solo, como por cultura .

2.4. Amostras simples ou pontuais

A amostragem pontual pode ser realizada de maneira determinista, aleatória ou em grade de pontos (*grid*). A amostra simples leva a resultados pontuais, já que a distribuição dos diferentes elementos no solo não é homogênea, podendo estar localmente concentrados ou mesmo não estarem presentes em outros locais.

Do conjunto dos resultados das amostras simples pode ser extraída a média da quantidade do(s) elemento(s) na área em avaliação e saber o máximo e o mínimo de cada um dos elementos presentes, mas como a amostra simples requer uma grande quantidade de pontos de coleta e de análises, para ser representativa, acaba tornando-se mais dispendiosa.

2.5. Amostras pontuais múltiplas (Fig. 3a)

As amostras múltiplas em torno e próximas a um ponto, que será considerado o ponto de coleta, tendem a diminuir o erro que a amostra simples pode induzir. Esta forma de amostragem pode também ser feita de forma determinista, aleatória ou em grade. Definido o ponto de coleta, são retiradas, em torno deste ponto, de 3 a 5 subamostras que serão misturadas e analisadas como se fossem a mesma amostra.

2.6. Amostra composta (Fig. 3b)

Para se obter uma amostra composta, a coleta é feita em vários pontos da área ou da parcela. O resultado analítico da amostragem composta é a média, não matemática, da quantidade do(s) elemento(s) procurado(s) na área ou parcela. Este procedimento de amostragem é baseado em uma série de operações para extrair quantidades de solo, que, combinadas e reduzidas a tamanho apropriado, serão representativas da área em questão.

Para se obter amostras representativas é necessário levar em consideração que existe uma grande variedade de condições sob as quais as amostras serão coletadas; deste modo torna-se difícil estabelecer um

A amostragem de solos

procedimento que seja aceito e ideal em todas as situações. Assim, a análise de cada situação é a melhor forma de planejar e executar a amostragem.

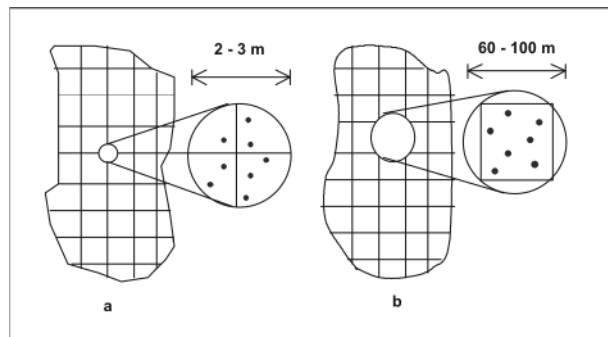


Fig. 3. a) Amostras pontuais múltiplas. b) Amostra composta.

2.7. Amostragem da água ou solução do solo

Para a coleta da solução do solo, normalmente utilizam-se extratores de solução. Estes extratores podem ser comprados no mercado (Fig. 4) ou mesmo construídos pelo usuário. Amostradores da água ou de solução do solo, também chamados lisímetros de sucção, são usados para coletar amostras da solução do solo. Os amostradores são instalados nas profundidades desejadas e ali deixados, quando não houver problemas de roubos ou depredação dos mesmos, para serem utilizados nas amostragens periódicas. Estes amostradores consistem basicamente em uma cápsula ou copo de cerâmica porosa e em um tubo ou garrafa de coleta. Uma bomba de vácuo é usada para criar vácuo no amostrador, que extrai a água da matriz do solo por meio de uma cápsula porosa.

No caso de extratores construídos pelo usuário, deve-se tomar cuidado para que o líquido coletado nas garrafas não fique exposto à luz e ao calor. Para tanto deve-se utilizar caixas de isopor com gelo, ou enterrar as garrafas no solo. Outra solução é "fazer o vácuo" no final do dia e a coleta das

garrafas de manhã bem cedo. Para se ter uma quantidade suficiente da solução o ideal é instalar vários extratores nos pontos e profundidades de coleta.

O procedimento consiste em se aplicar uma pressão de sucção (vácuo), com o uso de uma bomba de vácuo, para que a água suba, por capilaridade, pela mangueira tipo espaguete, até o frasco que encontra-se fixado na haste (PVC) principal do extrator. O frasco deve ser em vidro âmbar para proteção contra a fotodecomposição do produto amostrado. Em seguida à extração, a amostra deve ser colocada, imediatamente, em recipiente refrigerado de preferência em gelo e conduzido para o laboratório onde deverá ser guardado em câmara fria a 5°C, seguindo os mesmos procedimentos adotados para as amostras de solo.

Pode-se também coletar o solo em campo, 2 a 5kg (dependendo do estado de umidade do mesmo), e extrair a solução em laboratório via painéis de Richard. Essa não é a melhor maneira, pois requer muito material para que se consiga no mínimo 0,5L de solução.

A amostragem de solos

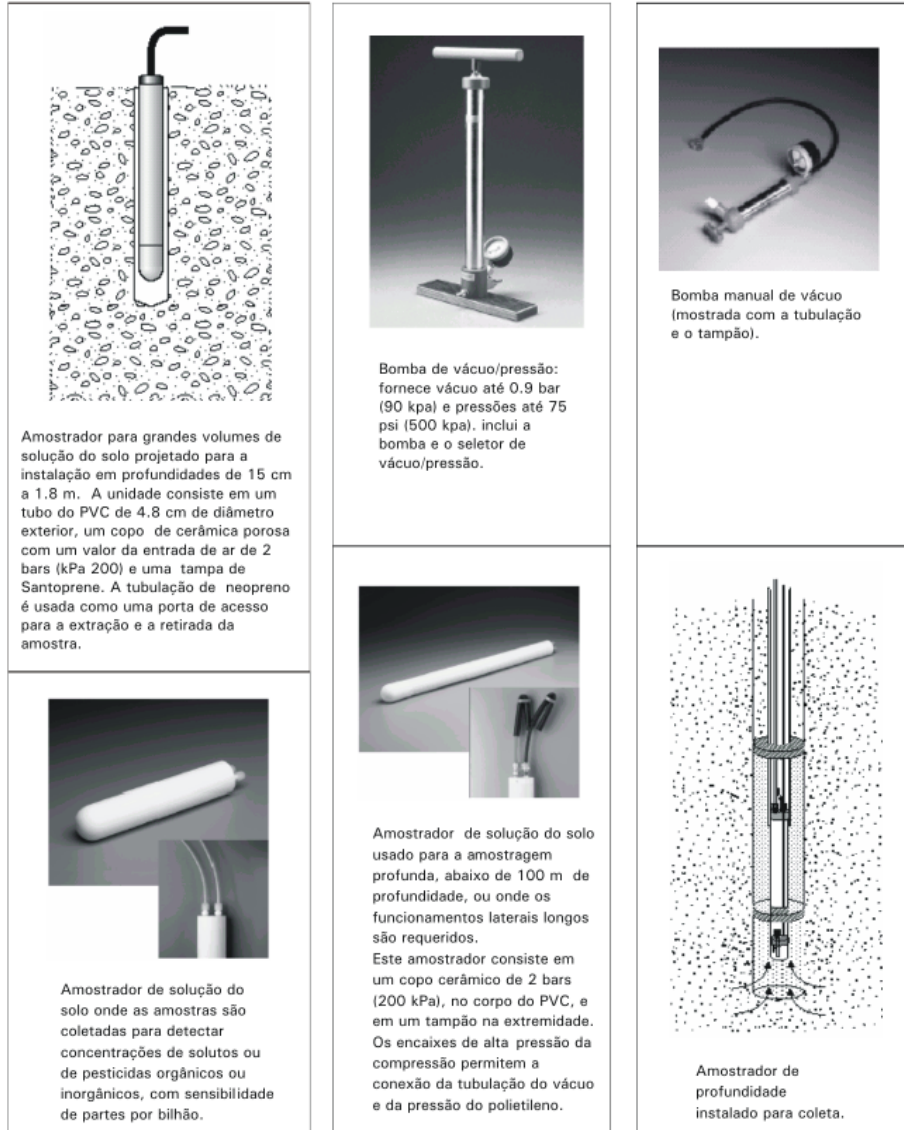


Fig. 4. Diversos tipos de amostradores de solução do solo. Cortesia da Soilmoisture Equipment Corp. <http://www.soilmoisture.com/catalog.html>

Referências

BOULET, R. Organization des couverture pédologiques des bassins versants ECEREX – Hypothèses sur leur dynamique. In: SARRAILH, J.M. (Coord.). **Mise en valeur de l'écosystème forestier guyanais (Operation ECEREX)**. Paris: INRA & CTFT, 1990. p.15-45.

DICK, R.P.; THOMAS D.R.; HALVORSON, J.J. Standardized methods sampling and sample pretreatment. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J. (Ed.). **Methods for assessing soil quality**. Madison: Soil Science Society of America, 1996. 410p. (SSSA Special Publication, 49).

NORRIS, F.A.; JONES, R.L.; KIRKLAND, S.D.; MARQUARDT, T.E. Techniques for collecting soil sample in field research studies. In: NASH, R.G.; LESLIE, A.R. (Ed.). **Groundwater residue sampling design**. Washington, D.C.: American Chemical Society, 1991. 396p.