

BANCO DE SOLOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Coleta de Solos para Valores de Referência de Qualidade no Estado de Minas Gerais

Walter Antônio Pereira Abrahão
João José Marques

© 2013 Fundação Estadual do Meio Ambiente

Governo do Estado de Minas Gerais
Antônio Augusto Junho Anastasia
Governador

Sistema Estadual do Meio Ambiente - Sisema
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - Semad
Adriano Magalhães Chaves
Secretário

Fundação Estadual do Meio Ambiente - Feam
Zuleika Stela Chiachio Torquetti
Presidente

Diretoria de Gestão da Qualidade Ambiental - DGQA
Liliana Adriana Nappi Mateus
Diretora

Gerência de Qualidade do Solo e Reabilitação de Áreas Degradadas - GESAD
Patrícia Rocha Maciel Fernandes
Gerente

Elaboração
Dr. Walter Antônio Pereira Abrahão
Professor Adjunto Depto. Solos - UFV

João José Marques
Professor Associado Depto. Ciências do Solo - UFLA

Ficha catalográfica elaborada pelo Núcleo de Documentação Ambiental do Sisema

M493 Manual de coleta de solos para valores de referência de qualidade no Estado de Minas Gerais / Walter A. P. Abrahão, João José Marques. --- Belo Horizonte, 2013.
28 p. ; il.

1. Solo. 2. Solo – amostragem. 3. Qualidade do solo. I. Título. II. Abrahão, Walter A. P. III. Marques, João José. IV. Fundação Estadual de Meio Ambiente. V. Universidade Federal de Viçosa. VI. Universidade Federal de Lavras. VII. Universidade Federal de Ouro Preto. VIII. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais.

CDU: 631.4(815.1)

SUMÁRIO

1. Introdução	7
2. Justificativa	10
3. Fases da campanha de amostragem	10
3.1. Primeira fase da campanha de amostragem	11
3.2. Segunda fase da campanha de amostragem	12
4. O local de amostragem.....	16
5. Instrumentos de amostragem	17
6. Georreferenciamento do ponto de amostragem	19
7. Coleta da amostra.....	20
8. Identificação das amostras	22
9. Acondicionamento no campo.....	23
10. Secagem das amostras.....	23
11. Destorroamento e peneiramento	25
12. Arquivamento das amostras	25
13. Bibliografia consultada	26

APRESENTAÇÃO

ZULEIKA STELA CHIACCHIO
PRESIDENTE DA FEAM

Terra! Terra!
Por mais distante
O errante navegante
Quem jamais te esqueceria?...
Caetano Veloso

Desde 2008 a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) vem desenvolvendo sua expertise no tema Qualidade do Solo, a partir da cooperação institucional com universidades e centros de pesquisa, sem os quais este trabalho seria inviável e jamais teria chegado a este patamar de apuro técnico.

A iniciativa pessoal de nossa ex-colega e diretora Rosângela Moreira Gurgel Machado, que nos idos de 2007 fez o primeiro esboço do que viria a se transformar no Programa Solos de Minas, somada ao espírito empreendedor da equipe técnica da FEAM, têm hoje o reconhecimento de todos como uma referência na articulação de redes de cooperação técnico-científica.

Diante de uma questão tão desafiadora quanto definir os Valores de Referência de Qualidade (VRQ's) para os solos deste Estado, que em seu seio carrega riquezas minerais tão diversas, o trabalho das equipes envolvidas foi amadurecendo e frutificando, regado por muitas horas de pesquisa, estudo e discussão.

Este manual de procedimentos é mais um dos frutos da dedicação e envolvimento de todas as pessoas que fazem parte desta rede, representando não só a compilação do aprendizado conjunto nos campos e laboratórios, mas também um legado para que os futuros pesquisadores possam compreender como o conhecimento na área ambiental evoluiu a partir da necessidade de desvendarmos este nosso misterioso planeta Terra.

1. INTRODUÇÃO

Para a poluição do solo ainda não existe uma abordagem internacional padronizada, como é tratada a questão da poluição do ar e das águas superficiais, em função de sua natureza complexa e variável, sendo o solo superficial um bem econômico de propriedade privada.

A tendência mundial é o estabelecimento de uma lista de valores orientadores que incluem os Valores de Referência de Qualidade (VRQ), Valores de Prevenção (VP) e Valores de Investigação (VI).

Os VRQs são estabelecidos levando em consideração as concentrações de substâncias químicas, potencialmente tóxicas, em solos e sedimentos, com base em análises de amostras coletadas e submetidas a ensaios laboratoriais para quantificar a presença dos elementos de interesse. Esses valores servem de referência no trato da questão de monitoramento da qualidade de solos, águas subterrâneas e no controle de áreas contaminadas.

O estabelecimento de uma lista contendo esses valores apresenta-se como uma ferramenta importantíssima para a Fundação Estadual de Meio Ambiente - FEAM, no cumprimento da sua missão de prevenir e controlar a poluição para proteção da qualidade dos solos. Esses valores subsidiarão as decisões, não só no que tange a preservação, mas também no controle da poluição nas áreas já contaminadas ou sob suspeita de contaminação.

Para lidar com estas questões a FEAM criou o “Programa Solos de Minas”, que está inserido no Projeto “Valorização e Redução de Resíduos Sólidos”, que é um dos 57 Programas Estruturadores do Governo de Minas Gerais. O “Programa Solos de Minas” tem como finalidades básicas propor valores orientadores nos diferentes tipos de solos do Estado de Minas Gerais, promover o cadastro de áreas

contaminadas e estabelecer diretrizes para o gerenciamento de áreas contaminadas.

Os valores orientadores para solos se dividem em Valores de Referência de Qualidade (VRQ), Valores de Prevenção (VP) e Valores de Investigação (VI).

O Valor de Referência de Qualidade (VRQ) indica o limite de qualidade para um solo considerado limpo, a ser utilizado em ações de prevenção da poluição do solo, das águas subterrâneas e no controle de áreas contaminadas, permitindo o seu gerenciamento. O valor é estabelecido com base em análises físico-químicas dos diversos tipos de solos e tem a função de prover orientação quantitativa no processo de avaliação de áreas suspeitas de contaminação e também para a tomada de decisão sobre as ações emergenciais, com vistas à proteção da saúde humana e ao meio ambiente.

O Valor de Prevenção (VP) é a concentração de determinada substância no solo, acima da qual podem ocorrer alterações em sua qualidade, quanto às suas funções principais. Este valor, também, permite avaliar a introdução de substâncias químicas no solo.

O Valor de Investigação (VI) é a concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea, acima da qual existem riscos potenciais, diretos ou indiretos, à saúde humana e ao meio ambiente, considerando um cenário de exposição padronizado e são, também, utilizados para desencadear e definir ações de investigação e controle, indicando a necessidade de ações para resguardar os receptores de risco.

As ações previstas no “Projeto Solos de Minas” estão extrinsecamente interligadas, uma vez que o estabelecimento de diretrizes para o gerenciamento de solos prescinde-se de um cadastro que só pode existir a partir da confirmação da existência de contaminação, que é

obtida por meio de estudos complexos e onerosos, desenvolvidos na fixação dos valores de referência. A carência destes valores tem sido fator impeditivo para se gerenciar áreas contaminadas, uma vez que elas podem trazer riscos à saúde humana e ao equilíbrio do ecossistema.

Em 30 de dezembro de 2009, após seis anos de discussão nas Câmaras Técnicas do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), foi publicado a Resolução CONAMA N° 420, que dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo, quanto à presença de substâncias químicas e, estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas em decorrência de atividades antrópicas.

Para o estabelecimento dos Valores de Referência de Qualidade, a FEAM celebrou parcerias com as Universidades Federais de Viçosa, Lavras e Ouro Preto e com a Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC), considerando a sua vocação na área das ciências dos solos. Dessa maneira, a extensa área do Estado, foi dividida para atuação e estudo por estas Instituições.

Todo o conhecimento adquirido ao longo desses quatro anos de trabalho interinstitucional, nas etapas de amostragem, procedimentos e métodos analíticos para a determinação dos Valores de Referência de Qualidade, foram compilados em dois manuais:

1. Manual de Coleta de Solos para Valores de Referência de Qualidade no Estado de Minas Gerais.
2. Manual de Procedimentos Analíticos para determinação de VRQ de elementos-traço em solos do Estado de Minas Gerais.

Os Manuais têm como objetivo determinar os procedimentos de amostragem e análises químicas de solos, de forma a torná-los pa-

dronizados para o Estado de Minas Gerais possibilitando, assim, a comparação de resultados de análises de metais e semimetais em áreas minimamente antropizadas.

Os usuários que ainda tiverem qualquer dúvida sobre os assuntos tratados neste Manual podem contactar a FEAM, através da Gerência de Qualidade do Solo e Reabilitação de Áreas Degradadas. Sugestões para o aprimoramento destes Manuais serão apreciados pela Instituição.

2. JUSTIFICATIVA

Este manual tem por objetivo fixar procedimentos de amostragem de solos, de forma a torná-los padronizados para o Estado de Minas Gerais possibilitando, assim, a comparação de resultados de análises de metais e semimetais em áreas minimamente antropizadas.

Pretende-se trazer instruções de procedimentos, especialmente os de campo, para facilitar e padronizar os trabalhos, seja para os iniciantes, bem como para os profissionais experientes neste tipo de amostragem. As instruções contidas neste manual são baseadas na vivência dos autores em tais procedimentos e, também, em uma exaustiva leitura de referências nacionais e internacionais sobre o assunto. Com isso, busca-se um equilíbrio entre o que é possível de ser feito nas, nem sempre fáceis, condições de campo e a concepção ideal de quem está planejando dentro dos escritórios.

3. FASES DA CAMPANHA DE AMOSTRAGEM

Há que se considerar que na primeira fase da campanha de amostragem é necessária uma escolha de pontos que contemplem:

- As maiores unidades de mapeamento geológico e aquelas geoquimicamente discrepantes.
- As unidades de mapeamento pedológico maiores e, ou, mais discrepantes entre si, dentro de uma dada província geoquímica.
- As bacias hidrográficas a serem eleitas como unidades principais dentro das quais as outras variações serão consideradas e ponderadas.

3.1. Primeira fase da campanha de amostragem

Aconselha-se separar as bacias hidrográficas como unidades ambientais primárias.

Dentro de cada bacia, ponderar, com base nos conhecimentos prévios, se a variabilidade geoquímica dos grupos geológicos é maior do que os efeitos dispersivos da pedogênese, no que tange à redistribuição da composição química do material de origem. Tal efeito da pedogênese pode ser observado nos grandes domínios relativamente homogêneos de Latossolos.

Caso os aspectos do material de origem sejam mais marcantes na composição química do solo, eleger as formações geológicas como uma segunda ordem de unidade amostral.

Caso exista dominância de solos velhos, com intensa movimentação de material, eleger os grupos de solos a serem amostrados dentro das unidades geológicas.

Em quarta e quinta ordem categórica de unidade amostral, eleger as fases de vegetação e de relevo, conforme o Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (Santos et al., 2005).

Ressalta-se que este procedimento é válido também para explorações em micro bacias, onde os pontos já analisados e disponibi-

lizados pelo Banco de Solos do Estado de Minas Gerais (site a ser criado) não servirem de referência, devido ao maior rigor da escala de mapeamento geoquímico de solos.

3.2. Segunda fase da campanha de amostragem

Quando já se tem resultados analíticos de amostras georreferenciadas, como produtos de uma anterior campanha de amostragem, deve-se proceder diferentemente na escolha dos pontos a serem amostrados.

Nesta primeira aproximação de recomendação de amostragem de solos, para subsidiar o melhor estabelecimento de VRQ para metais e semimetais, recomendamos que se faça uma análise geoestatística para detectar as áreas onde uma nova amostragem possa reduzir o erro estatístico para valores aceitáveis, estipulados em torno de 20%, para a grande maioria dos elementos dentro do Estado de Minas Gerais.

Os valores de erro podem ser mais ou menos rigorosos tomando por base um elemento isolado, ou um grupo destes que se elejam como de maior risco ao ambiente e à saúde humana (como As, Pb, Cr, Cd, Hg), ou, pela sua dinâmica nos solos ou, que se necessite de maior volume de dados para aprimoramento do VRQ ou, ainda, outros elementos que apresentem maior eminência de risco de contaminação em uma dada região particular do Estado, devido às anomalias geoquímicas já observadas.

Como já existe uma grande malha de pontos coletados e analisados no Estado de Minas Gerais, a segunda fase de amostragem de solos deverá contemplar a seguinte ordem de prioridade de exame:

a) Escolher pontos dentro das áreas onde o erro ao se aplicar uma

interpolação, com base na equação preditiva determinada pela krigagem, é maior do que aquele estipulado como aceitável para cada elemento. Vale ressaltar que este erro tende a diminuir quanto mais próximos espacialmente forem os pontos amostrados e mais homogênea for a distribuição de concentração do elemento no solo.

- b) Dentro destas áreas de maior erro, observadas em um mapa de erro geoestatístico, escolher maiores manchas de solos, ou de geologia, conforme seja o efeito de concentração ou de dispersão do(s) elemento(s) de interesse.

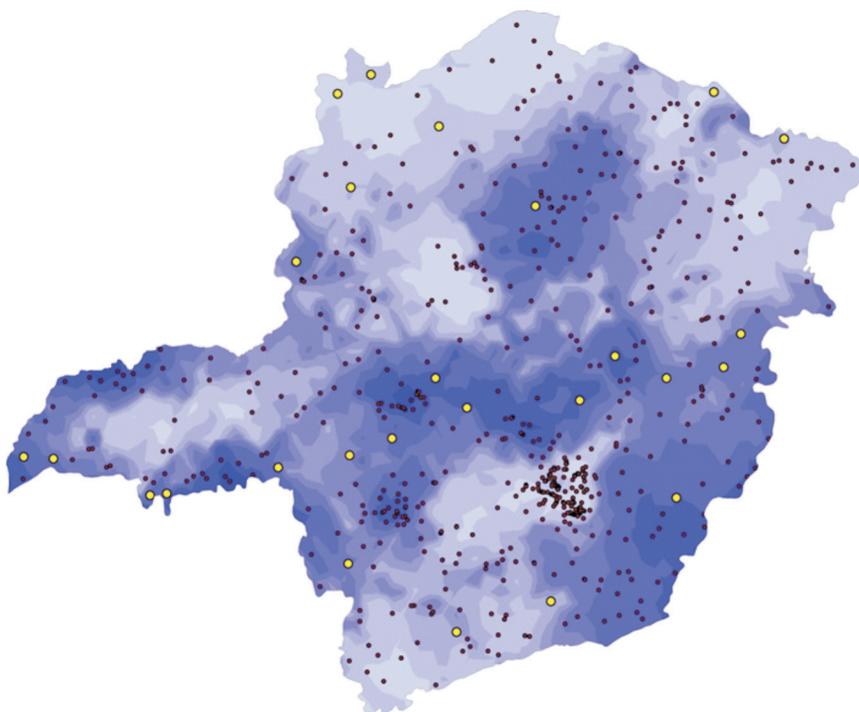


Figura 1. Mapa de erro geoestatístico de um dado elemento químico, com a localização das amostras já analisadas (em preto) e das futuras amostragens (em amarelo) nos locais de maior erro (mancha azul escuro).

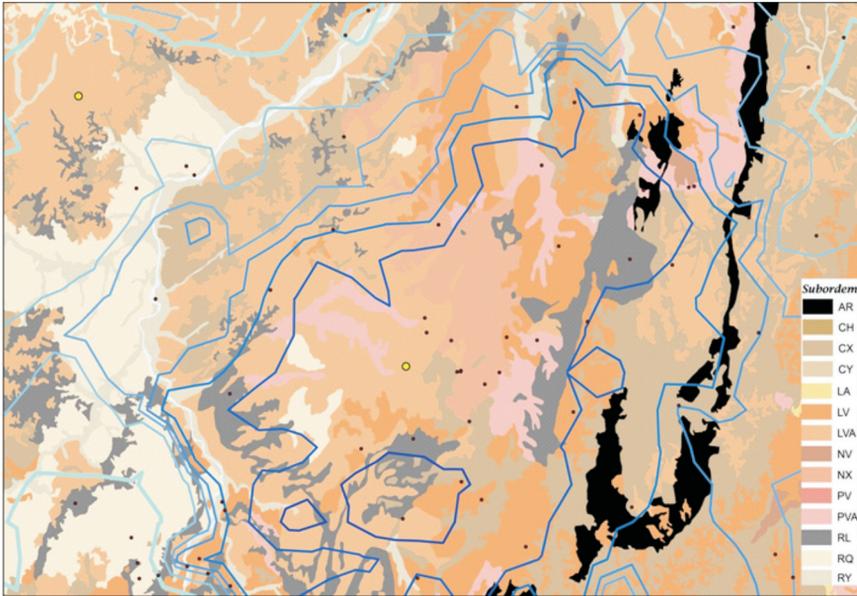


Figura 2. Detalhe de um mapa de erro (linhas azuladas) sobreposto ao de solos, mostrando área a ser reamostrada. O ponto de reamostragem (amarelo) pode ser deslocado, dentro da área de mesmo erro, para se localizar dentro da mancha de solo mais representativa.

c) Já no campo, ao chegar ao ponto de amostragem que foi escolhido no mapa, deslocar sua localização até onde exista o solo selecionado dentro da unidade de mapeamento, dando prioridade para a classe de solo dominante nesta unidade e, dentro de uma área não antropizada, marcar com um receptor de GPS, que tenha sensibilidade aceitável (3 a 4 m) mesmo dentro de uma mata, a localização deste ponto de coleta. Escolher outros quatro pontos em torno deste, a uma distância de cerca de 3 a 5 metros na direção dos pontos cardiais (N, S, L, O) ou, se se o propósito for fazer um teste de variabilidade espacial, coletar em mais quatro semi-quadrantes (NE, SE, SO, NO). Estas 5, ou 9, subamostras irão originar a amostra composta, correspondente ao ponto central onde se coletou e marcou o georreferenciamento do ponto.



Figura 3. Coleta das cinco sobamostras: uma amostra central (C) e outras na direção dos pontos cardeais (N,S,L, O).

Este procedimento de composição da amostra tem o objetivo de evitar erros grosseiros, como àqueles que podem ocorrer na coleta de um único ponto, pois tem sido verificado que o coeficiente da variação entre amostras de longa distância é muito maior do que aqueles de curta distância, dentro de uma grande unidade amostral. Assim, é preferível coletar vários pontos, minimamente compostos, localizados a longas distâncias do que fazer uma grande composição de subamostras que tente representar toda a unidade.

Vale ainda salientar que os valores de concentração muito diferentes daqueles da vizinhança serão considerados anomalias e devem ser eliminados da análise que pretenda espacializar os teores de metais e semimetais em um mapa para Estado de Minas Gerais.

4. O LOCAL DE AMOSTRAGEM

Como o objetivo dessa amostragem é estabelecer valores de referência para metais e semimetais, bem como de outros elementos, visando refletir a condição natural do solo, deve-se buscar um local de amostragem que esteja o menos antropizado possível. Isto é posto, pois existem regiões do Estado em que esta condição é difícil de ser plenamente satisfeita, dificultando a execução do que foi planejado. Neste caso, a orientação é de que se dê preferência por coletar em áreas de vegetação nativa do bioma onde o solo está inserido, seja floresta, campo, cerrado ou outra vegetação nativa. Se isto não for possível dentro de um raio razoável de proximidade do ponto de coleta planejado, eleger a sequência de menor efeito provável da antropidade, como uma mata secundária, uma capoeira de regeneração, uma pastagem nativa e, no pior dos casos, até mesmo uma pastagem plantada já que o uso de insumos, na maior parte destas, se limita à adição de sementes sem mesmo uma calagem ou fosfatagem.

Áreas onde se observam marcas de plantio em que possam ter sido usados adubos ou pesticidas (como nos antigos cafezais onde se usou muito inseticida persistente (BHC - na década de 40 e 50)) ou mesmo pastagens plantadas bem manejadas, não devem ser amostradas sob nenhuma hipótese, já que isto compromete o objetivo da amostragem.

Qualquer situação que fuja da condição ideal deve ser anotada, para ser registrado na ficha da amostra no banco de solos, de modo que alguma anomalia encontrada nos resultados das análises seja ponderada à luz da informação mais completa da amostra.

Deve-se atentar para a distância entre o local de coleta e o de uma fonte contaminante conhecida ou presumida. Neste caso, deve-se ponderar sobre a carga poluidora lançada ao ar (poeira, cinza, fu-

maça), os tipos de elementos poluentes, a direção e a velocidade dos ventos dominantes, bem como o histórico da fonte poluidora com o ambiente circundante.

Em se tratando de estradas, para uma orientação geral, recomenda-se resguardar um mínimo de 200 m de rodovias asfaltadas de grande fluxo, de 100 m de rodovias asfaltadas de menor fluxo e 50 m de rodovias vicinais de terra. Não se recomenda coletar amostras a menos de 1 km de centros urbanos ou industriais.

Tais distâncias têm o sentido de orientar a busca de procedimentos que permitam a comparação de resultados, uma vez que faltam estudos que respaldem uma tomada de decisão que sirva para todos os casos já registrados na literatura. No entanto, pode-se entender como sendo uma margem de segurança para seguirmos.

5. INSTRUMENTOS DE AMOSTRAGEM

O bom estado de funcionamento, limpeza e carga de energia (pilhas e baterias) dos equipamentos a serem usados no campo deve ser verificado diariamente e ao fim de toda jornada, durante a campanha de amostragem.

Como as distâncias percorridas geralmente são grandes, para evitar transtornos, deve-se ter todos os materiais em duplicata e um mínimo de ferramentas para reparos emergenciais, tais como alicate, chave de fenda, soldador elétrico e outros mais.

Lista do Material de Campo:

- a) Um exemplar impresso deste manual de coleta.
- b) Caderneta de Campo com canetas e lápis.
- c) Receptor manual de GPS (é desejável que se tenha dois aparelhos destes).

- d) Câmera fotográfica digital com baterias de reserva, carregador e cartões de memória.
- e) Câmera de vídeo digital com baterias de reserva, carregador e cartões de memória.
- f) Conversor 12 volts CC para 110/220 volts CA, para ligar carregadores na tomada de energia elétrica do carro.
- g) Trado holandês e de caneco, inoxidáveis, que consigam coletar cerca de 400 mL de solo, até 20 cm de profundidade.
- h) Enxada de cabo curto, preferencialmente de aço inoxidável.
- i) Picareta de aço inoxidável ou de ferro fundido sem pintura.
- j) Facão (no 14 ou 16) com bainha.
- k) Escova com cerdas de piaçava ou de plástico para limpeza dos instrumentos de amostragem.
- l) Luvas de couro ou tecido forte, para lidar com vegetação espinhosa.
- m) Faca de aço inoxidável com lâmina de 20 cm.
- n) Régua de 20 cm, plastificada, para fotografia da minitrincheira de solo.
- o) Caderneta de cores de solo (Munsell Soil Color Charts).
- p) Luvas descartáveis de látex livres de impregnação por metais.
- q) Sacolas plásticas resistentes e limpas. Caso encontre no mercado, dar preferência por aquelas feitas de material não derivado de petróleo (RILSAN®).
- r) Canetas para escrever em plástico de cor preta, que é mais aderente.
- s) Computadores portáteis e seus carregadores.
- t) Mapas rodoviário, geológico e pedológico.
- u) Garrafas de água (para exame morfológico do solo e para lavar os materiais usados).

6. GEORREFERENCIAMENTO DO PONTO DE AMOSTRAGEM

O ideal seria que se coletassem as coordenadas do ponto central de amostragem com um GPS diferencial e que os valores coletados fossem corrigidos para uma base do IBGE, localizada a menos de 200 km do ponto de coleta. No entanto, o preço muito elevado destes equipamentos ainda dificulta seu uso nesse trabalho. Sendo assim, os GPS de navegação podem ser usados, dando preferência por aqueles que tragam maior sensibilidade de captação de sinal de satélite, mesmo sob condição de mata fechada, ou mesmo usar antena acessória que aumente sua sensibilidade. Para se precaver contra possíveis perdas de dados, registrar o ponto na memória interna e em um cartão de memória de dados, ou mesmo marcar o ponto em dois GPS simultaneamente, não excluindo a anotação na caderneta de campo.

O modelo do receptor GPS usado deve constar na ficha da amostra para se ponderar sobre a acurácia da localização.

Para a uniformização do georreferenciamento, todos os GPS devem ter suas tomadas de dados baseados no sistema de coordenadas métricas WGS-84. Isto deve ser checado com rigor para garantir a confiabilidade do dado ao ser transmitido.

Nos casos de estudos sobre variabilidade amostral entre as amostras simples e a sua composição em torno do ponto central, cada amostra simples deve ser georreferenciada, permitindo a verificação da variação espacial de concentração. Para a maioria dos equipamentos de navegação, hoje disponíveis no mercado, esse erro, sob mata, não é menor que 3 m. Alternativamente, pode-se medir, com uma fita métrica, a distância entre esses quatro pontos e o ponto central.

7. COLETA DA AMOSTRA

Usar um facão para a limpeza de galhos e cipós em torno do ponto de coleta evitando acidentes com o uso das ferramentas, principalmente o enxadão.

Remover a vegetação, a serapilheira e as folhas mortas, mas evitando raspar a superfície do solo (Figura 4).

Conforme a consistência do solo, usar a ferramenta conveniente para retirar as amostras. Em caso de solos bem friáveis, a tradagem é eficiente e rápida, no entanto, em casos de solos secos e muito argilosos ou Argissolos com horizonte A decapitado ou solos com argila de atividade alta ou mesmo quando o solo é epicascalhento, concrecionário ou pedregoso, o uso de trados é desaconselhável por não retirar uma amostra representativa da camada de 0 a 20 cm. Nestes casos, a abertura de uma minitrincheira com uma picareta ou enxadão e a retirada de fatias de solo com uma faca ou pá inoxidável, após a limpeza da parede da trincheira, é uma alternativa mais viável (Figuras 5 e 6). Quando o solo não apresentar nem 20 cm de profundidade, como é o caso de alguns Neossolos Litólicos, aconselha-se coletar a camada de solo disponível e anotar a espessura desta camada para



Figura 4. Limpeza do local de amostragem com remoção da vegetação e da serapilheira.

que a informação seja considerada nas futuras ponderações quando da interpretação dos resultados analíticos. Em quaisquer outras situações, mesmo nos Neossolos Regolíticos ou nos Neossolos Flúvicos (solos aluviais), onde o horizonte superficial pode ter características químicas e físicas muito diferentes da camada subjacente, deve ser amostrada a camada terrosa até 20 cm de profundidade.

Deve-se procurar coletar, em cada subamostra, aproximadamente a mesma quantidade de solo, para não ter que haver descarte no momento de fazer a amostra composta. Recomenda-se coletar cerca de 400 g em cada uma das 5 subamostras, no entanto, quanto maior a quantidade coletada melhor, lembrando que esta amostra poderá compor um banco de dados e de amostras de referência.

Escolhido o local do ponto central da coleta, georreferenciar nos dois GPS este ponto. Em seguida, consultando a própria bússola do GPS, marcar no chão a linha Norte-Sul geográfica. Feito isso, sugerimos coletar sempre na mesma ordem: centro, norte, oeste, sul, leste; para evitar erros na identificação das amostras.



Figura 5. Amostragem utilizando trado tipo holandês e enxadão de aço inoxidável



Figura 6. Abertura da minitrincheira utilizando picareta de ferro fundido e a limpeza da face de coleta com o uso de enxadão confeccionado em aço inoxidável. **As ferramentas não devem ter pintura em nenhuma parte que entre em contato com a amostra.**

Na coleta, feita por gradagem ou em minitrincheira, deve-se evitar todo tipo de contaminação, seja pelos instrumentos, pelo contato com suor, ou mesmo com outros metais como relógio, anel ou outro objeto qualquer. No contato direto das mãos com a amostra, recomenda-se o uso de luvas plásticas descartáveis, de boa qualidade e livre de contaminantes.

8. IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS

As amostras devem ser identificadas por um número escolhido previamente nos trabalhos de escritório. Excepcionalmente, a identificação pode ser alfanumérica no caso de se decidir em campo por coletar alguma amostra que não tenha sido programada. Neste caso, o número é o mesmo da amostra anterior imediatamente coletada, seguido por letras sequenciais A, B, C... Esta numeração será modificada posteriormente, mas seu registro de campo sempre a acompanhará.

A identificação deve ser anotada de forma clara e segura, em mais de um local dos sacos plásticos das subamostras, bem como no próprio saco plástico que reunirá as subamostras. Caso se queira maior segurança, recomenda-se escrever com lápis em plaquetas de PVC previamente lavadas, ou mesmo lascas de madeira, e colocá-las dentro dos sacos plásticos, uma vez que é muito comum que a identificação escrita nos sacos plásticos seja apagada durante o transporte da amostra.

9. ACONDICIONAMENTO NO CAMPO

Sempre se lembrando de garantir a não contaminação das amostras, ou pelo menos adotando práticas de redução, acondicionar as amostras de solos em sacolas plásticas resistentes e limpas. Caso encontre no mercado, dar preferência àquelas feitas de material não derivado de petróleo e que apresentam controle de qualidade química e física (RILSAN®).

Tomar cuidado para retirar pedras e, ou, outros materiais pontiagudos que possam perfurar os sacos plásticos.

10. SECAGEM DAS AMOSTRAS

A secagem da amostra de solo tem por objetivo reduzir as reações químicas e biológicas que se processam na amostra quando ela está úmida. Quando o solo está encharcado estes processos passam a ser anaeróbios e as reações de redução química promovem alterações mais fortes na amostra. Portanto, se o solo está pingando água, a secagem deve começar imediatamente durante a campanha de campo, mantendo abertos os sacos plásticos sempre que possível.

Ao final da campanha de coleta, em no máximo dez dias, quando as amostras chegarem ao local de processamento, espalhar o solo sobre pano ou papel limpo e livre de contaminantes, mantendo o saco plástico com a identificação da amostra por baixo. O ideal seria usar papel toalha de alta qualidade, no entanto, papéis de embrulho para alimento são satisfatórios. Recomenda-se ainda uma digestão e análise do papel para o melhor controle de eventual risco de elevada contaminação.

Para a quantidade de solo coletado recomendada (400 g) e um teor não muito elevado de umidade (solo próximo da capacidade de campo), o tempo de contato com o papel, durante a secagem, não chega a oferecer risco de contaminação pelo contato. Para pequenas quantidades de solo e maiores umidades, recomenda-se a secagem prévia, dentro do próprio saco plástico de coleta, com revolvimento mais frequente, para depois fazer a secagem sobre o papel.

O local de secagem tem que ser protegido de ventilação forte para evitar contaminação entre as amostras ou mesmo de fontes de partículas externas. Neste caso, a proximidade de ruas e rodovias muito movimentadas deve ser observada.

Dar preferência pela secagem à sombra e somente em casos inevitáveis, como épocas do ano em que a umidade do ar mantém-se muito alta por longos períodos, é que as amostras de solo podem ser secas em estufa, dentro de sacos de papel permeável, a uma temperatura máxima de 40oC e com cuidados redobrados para evitar contaminação pelas paredes ou por outra fonte que esteja dentro da estufa. Vale ressaltar que estufas com ventilação forçada apresentam maior risco de contaminação das amostras de solo.

Ao mesmo tempo em que se observa a redução da umidade das amostras, deve-se proceder ao revolvimento e destorroamento, com as mãos protegidas, para acelerar o processo.

11. DESTORROAMENTO E PENEIRAMENTO

Estes dois procedimentos podem ser feitos ao mesmo tempo. A amostra seca deve ser passada, com movimentos suaves, em peneira de 2 mm de malha, de material plástico ou de aço inoxidável, limpa e seca. Não usar peneiras de ferro e nem de latão.

A porção de solo que ficou retida na peneira deve ser destorroada com macetes de teflon, nylon ou madeira devidamente limpos para cada amostra, tomando o cuidado para não triturar a amostras e não quebrar grãos de cascalho ou areia, o que viria a alterar fisicamente e diluir quimicamente a composição da amostra.

A fração que interessa para a análise e o arquivamento é a menor do que 2 mm de diâmetro. Frações maiores do que isto, frequentemente compostas de fragmentos de raízes, grãos de quartzo ou concreções ferruginosas podem ter uma pequena porção, de 5 a 10 g, guardada em pequeno saco plástico para ser arquivada junto com a amostra de solo. Se a quantidade de fração maior que 2 mm for significativa ($>5\%$ da massa do solo), é necessário registrar sua proporção em relação àquela <2 mm, pois se a desprezarmos simplesmente estamos desconsiderando a diluição feita por essa fração grosseira, em relação à camada de solo (0 a 20 cm) coletada.

12. ARQUIVAMENTO DAS AMOSTRAS

Depois de processadas as amostras devem ser armazenadas em frascos de plástico de boca larga, de 1kg, como aqueles usados para comercialização de mel. Estes frascos e tampas, sempre novos, devem ser lavados da seguinte forma antes de receber as amostras:

1. Lavagem em torneira de água corrente (três vezes).

2. Deixar os frascos e as tampas imersos em solução de NaOH 0,5% (p/v) por 30 minutos.
3. Lavar em água corrente para remoção do excesso de NaOH.
4. Deixar os frascos e as tampas imersos em solução de HNO₃ a 10% (v/v) por 30 minutos.
5. Lavar em água corrente para remoção do excesso de HNO₃ até que o pH dentro do recipiente seja igual ao da água de lavagem. Isto garante que não haverá resíduo do HNO₃.
6. Passar rapidamente, por duas vezes, água destilada.
7. Secar os frascos e tampas ao ar ou em estufa, tomando os cuidados para evitar contaminação.

As amostras coletadas e processadas, com os cuidados aqui indicados, podem ser arquivadas no Banco de Solos do Estado de Minas Gerais, que tem o papel de zelar por um conjunto de amostras de solos, bem como das informações de campo, do registro fotográfico e dos resultados analíticos das amostras nele depositadas.

13. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ABREU, C.A.; ABREU, M.F.; BERTON, R.S. Análise química de solo para metais pesados. In: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. (Org.). Tópicos em Ciência do Solo. 1 ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002, v.2, p.645-692.
- BYRNES, M.E. Field sampling methods for remedial investigation. 2 ed. Boca Raton: CRC Press, 2009. 348p.
- CETESB. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Amostragem de Solo. 1999. 44p.

- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução no 420, de 28 de dezembro de 2009. “Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.”, Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, nº 249, de 30/12/2009, págs. 81-84. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano1.cfm?codlegitipo=3&ano=2009>>(Acessado em Março 2012).
- CSUROS, M.; CSUROS, C. Environmental sampling and analysis for metals. Flórida: CRC, 2002. 404p.
- EDWARDS, A.C. Soil Sampling and Sample Preparation. In: Trace Elements in Soils. HOODA, P.S. (ed.). London: Wiley, 2010. p.39–52.
- FERREIRA, V.P.; SANTOS Jr, L.; SILVA, J.; MELLO, J.W.V.; ABRAHÃO, W.A.P.; ROSADO, C.B. Determinação de mercúrio em amostras de solos e sedimentos preservadas a diferentes temperaturas. In: FertBio, 2010, Guarapari. Anais..., 2010. Online.
- IBGE (1998) Manual técnico de geologia. Manuais técnicos em geociências, nº 6. Rio de Janeiro, IBGE, 306p.
- ISO 11464. Soil quality – pretreatment of samples for physico-chemical analysis. 2006.
- KRUG, F.J. Pré tratamento de amostras. In: Workshop on methods of sample decomposition, 1. 1996, Piracicaba. Anais... Piracicaba: CENA-USP, 1996. 106p.
- MATSCHULLAT, Jörg. BraSol-2010 handbook, TUBAF, Freiberg, 2008. <<http://tu-freiberg.de/ioez/brasol>>
- SALMINEN, R. Field Methods in Regional Geochemical Survey. In: Environmental Geochemistry – Site Characterization, Data

- Analysis and Case Histories. DE VIVO, B.; BELKIN, H.E.; LIMA, A. (eds.). Amsterdam: Elsevier, 2008. p.1-12.
- SALMINEN, R. et al. 1998. FOREGS geochemical mapping. Field manual. Geologiantutkimuskeskus, Opas -- Geological Survey of Finland, Guide 47. 36p. 1998
- SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 5ªEd. (revista e ampliada). Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100p.
- SWYNGEDOUW, C.; CRÉPIN, J. M. Sampling Methods for Site Characterization. In: Environmental Geochemistry – Site Characterization, Data Analysis and Case Histories. DE VIVO, B; BELKIN, H.E; LIMA, A. (eds.). Amsterdam: Elsevier, 2008. p.13-28.
- USEPA. United States Environmental Protection Agency, Soil Sampling Quality Assurance User's Guide - Second Edition, EPA 600/8-89/046, Las Vegas, Nevada, 1989.267p. Disponível em: <<http://www.clu-in.org/download/char/soilsamp.pdf>> Acesso em: Fev. 2012.

feam
FUNDAÇÃO ESTADUAL
DO MEIO AMBIENTE



Universidade Federal de Viçosa



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS



UFOP

Universidade Federal
de Ouro Preto



Fundação Centro Tecnológico
de Minas Gerais

