



Universidade de São Paulo - USP
Centro de Energia Nuclear na Agricultura – CENA
Análise de Solo e Planta – CEN 0409



AMOSTRAGEM DE SOLO
PARA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE

Professores: **Cassio Hamilton Abreu Junior** – cahabreu@cena.usp.br
Takashi Muraoka – muraoka@cena.usp.br

Estagiário PAE: **Dalila Lopes da Silva** – dalila.ls@usp.br
Supervisor: **Juan Ricardo Rocha** – jr.rocha@usp.br

Piracicaba – SP 27/04/2023

➤ **Tópicos da Aula**

1. FUNDAMENTOS DA AMOSTRAGEM

2. FUNDAMENTOS DA AMOSTRAGEM DE SOLO

3. AMOSTRAGEM DO SOLO

3.1. Seleção da área de amostragem

3.2. Coleta da amostra de solo

3.3. Época de amostragem

3.4. Processamento das amostras

3.5. Frequência de amostragem

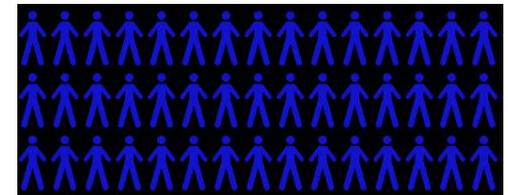
AMOSTRAGEM DE SOLO PARA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE

1. FUNDAMENTOS DA AMOSTRAGEM

➤ O desenvolvimento de técnicas de amostragem deve-se à impossibilidade ou à não-praticidade de caracterizar as populações por meio de caracterização de todos seus indivíduos.

✓ **População com indivíduos idênticos**

análise de um indivíduo pode caracterizar a população



✓ **População com indivíduos diferentes**

análise de mais de um indivíduo é necessária para caracterizar a população



AMOSTRAGEM DE SOLO PARA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE

1. FUNDAMENTOS DA AMOSTRAGEM

- A amostragem é uma técnica utilizada em pesquisas para coletar informações de uma população de interesse por meio da seleção de uma amostra representativa dessa população. A amostra é um subconjunto da população que é selecionado de forma aleatória ou não-aleatória, dependendo do método de amostragem escolhido.

AMOSTRAGEM DE SOLO PARA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE

1. FUNDAMENTOS DA AMOSTRAGEM

- ✓ Quando todos os indivíduos da população são avaliados, são obtidas medidas estatísticas exatas ou paramétricas (média, desvio-padrão...)
- ✓ Quando uma amostra da população é avaliada, são obtidos estimadores das medidas paramétricas (estimador da média, estimador do desvio-padrão...)
- ✓ A avaliação de todos os indivíduos não assegura que os resultados obtidos sejam exatos, porque há erros nas medições das características

$$\bar{X} = \mu + E \quad \left\{ \begin{array}{l} \bar{X} \rightarrow \text{Valor médio} \\ \mu \rightarrow \text{Média real ou paramétrica} \\ E \rightarrow \text{Erro} \end{array} \right.$$

AMOSTRAGEM DE SOLO PARA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE

1. FUNDAMENTOS DA AMOSTRAGEM

✓ Existem dois tipos de erro (E):

1. **Erro de amostragem (Eam)** → decorrente, por exemplo, de um número insuficiente de indivíduos amostrados

2. **Erro de determinação analítica (Ean)** → inerente ao método de medição, é afetado pelo equipamento e pelo operador

$$E = E_{am} + E_{an}$$

✓ **Em geral, o Eam é muito maior que o Ean.** A exatidão na caracterização de uma população depende mais de cuidados na amostragem

AMOSTRAGEM DE SOLO PARA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE

1. FUNDAMENTOS DA AMOSTRAGEM

- Os fundamentos da amostragem incluem a definição da população-alvo, a escolha do método de amostragem adequado, a definição do tamanho da amostra, a seleção dos indivíduos que farão parte da amostra e a análise dos dados coletados.

AMOSTRAGEM DE SOLO PARA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE

2. FUNDAMENTOS DA AMOSTRAGEM DE SOLO

- ✓ Deve-se considerar o solo uma **população naturalmente heterogênea** em suas características, cuja variabilidade decorre de processos pedogenéticos, expressando-se, horizontal e verticalmente, em razão dos fatores: mineralogia, vegetação e topografia e intensamente afetada pela atividade antrópica
 - O que é o “*indivíduo*” na “*população*” solo?
- ✓ **Para classificação** → é o *Pedon*, definido como um corpo tridimensional no qual se deve descrever e amostrar o solo para representar a natureza e o arranjo dos horizontes. Suas dimensões laterais devem ser grandes o bastante para incluir as variações representativas na forma dos horizontes e na composição do solo.

(Soil Survey Staff, 1975)

AMOSTRAGEM DE SOLO PARA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE

2. FUNDAMENTOS DA AMOSTRAGEM DE SOLO

✓ A heterogeneidade do solo é detectável pela variabilidade entre indivíduos:

1. Macrovariações: detectáveis a distâncias **maiores que 2,0 m**;

São decorrentes, naturalmente, dos processos pedogenéticos, mas podem ser acentuadas pela atividade antrópica, em decorrência do uso e manejo do solo (topografia, vegetação, textura e cor do solo, condição de drenagem e tipo de uso)

2. Mesovariações: detectáveis a distâncias **entre 2,0 e 0,5 m**;

Também decorrem da ação dos fatores de formação do solo, porém são mais intensificadas pelas práticas de manejo (preparo do solo, aplicação localizada de fertilizantes, deposição de resíduos orgânicos)

3. Microvariações: detectáveis a distâncias **menores que 0,5 m**;

Podem ser mais importantes para culturas de ciclo curto, mas têm menor significado para culturas perenes e de porte arbóreo, em razão da grande extensão do sistema radicular destas plantas.

AMOSTRAGEM DE SOLO PARA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE

2. FUNDAMENTOS DA AMOSTRAGEM DE SOLO

- ✓ **A heterogeneidade das características do solo é uniformemente distribuída em toda a área de amostragem**

(Hend e Cottenie, 1960)

OU SEJA:

- Para uma grande área (centenas de hectares) ou para uma pequena área de uma parcela experimental, o número de amostras a serem coletadas para caracterizar a fertilidade do solo deve ser o mesmo.



AMOSTRAGEM DE SOLO PARA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE



AMOSTRAGEM DE SOLO PARA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE

2. FUNDAMENTOS DA AMOSTRAGEM DE SOLO

- ✓ A amostragem deve ser composta por 15 a 20 subamostras, pois a redução de pontos amostrais implica no aumento do erro de amostragem.
- ✓ A definição do número de subamostras para compor uma amostra composta baseia-se em estudos estatísticos, que buscam conciliar o número mais viável de subamostras a serem coletadas com a menor variabilidade aceitável;

AMOSTRAGEM DE SOLO PARA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE

2. FUNDAMENTOS DA AMOSTRAGEM DE SOLO

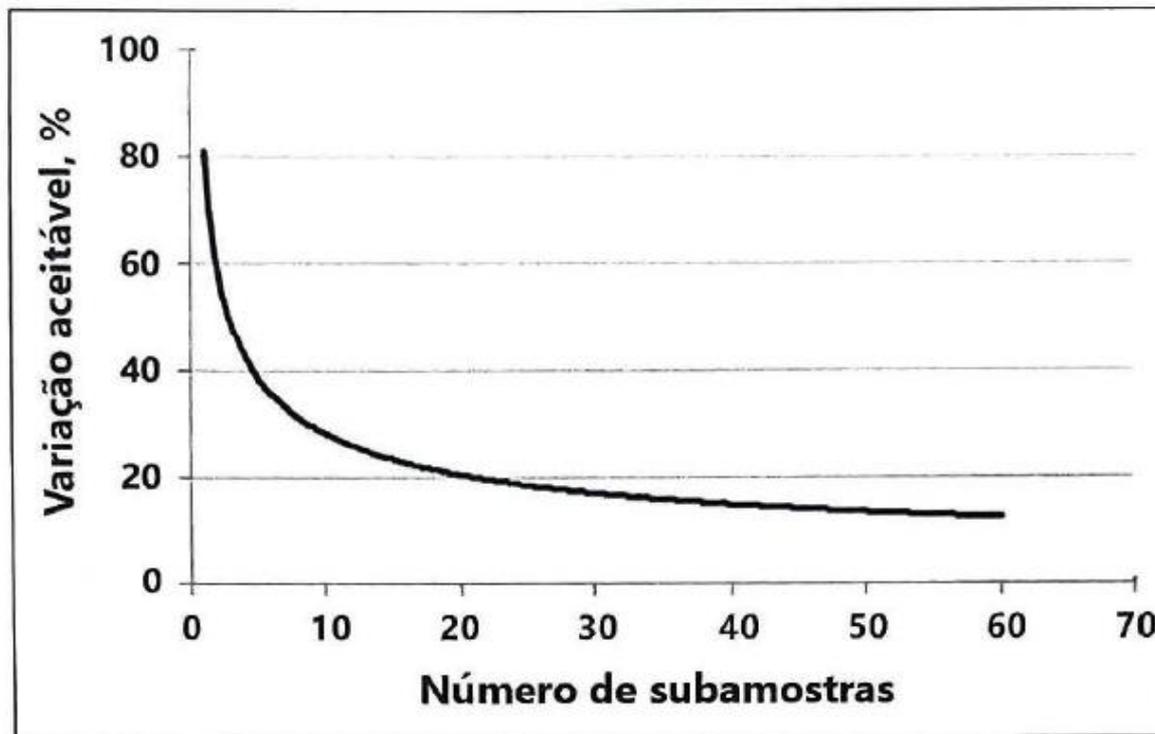


Figura 1. Variação aceitável de erro na estimativa da média do teor de P resina em função do número de subamostras para a definição de uma amostra composta de solo.

AMOSTRAGEM DE SOLO PARA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE

2. FUNDAMENTOS DA AMOSTRAGEM DE SOLO

- ✓ Acima de 20 subamostras, a variação aceitável em torno da média diminui muito pouco, enquanto o trabalho de amostragem aumenta muito.
- ✓ Então, como os demais atributos como pH, matéria orgânica, alumínio, cálcio, potássio e magnésio tendem a apresentar menor variabilidade que o fósforo, o número de 20 amostras simples para compor uma amostra composta se justifica para a maior parte das situações;

AMOSTRAGEM DE SOLO PARA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE

3. AMOSTRAGEM DO SOLO

- ✓ **É a primeira e principal etapa de um programa de avaliação da fertilidade do solo**, pois é com base na análise química da amostra do solo que se realiza a interpretação e que são definidas as doses de corretivos e fertilizantes.
- ✓ **No laboratório não é possível minimizar ou corrigir os erros cometidos na amostragem de solo.**
- ✓ Uma amostragem criteriosa requer uma observação não só do sistema agropecuário em uso, mas também de princípios relacionados com a seleção da área para amostragem e com a coleta das amostras.

AMOSTRAGEM DE SOLO PARA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE

3. AMOSTRAGEM DO SOLO

3.1. Seleção da área de amostragem

- ✓ **A área amostrada deve ser a mais homogênea possível;**
- ✓ A propriedade ou área a ser amostrada deverá ser subdividida em glebas ou talhões homogêneos;
- ✓ Na estratificação das áreas deve-se observar
 - Vegetação
 - Topografia (topo de morro, meia encosta, baixada...)
 - Características do solo (cor, textura, drenagem ...)
 - Cultura anterior, produtividade, uso de fertilizantes...)
- ✓ Para culturas perenes: observar variações de cultivar, idade das plantas, características do sistema de produção e, principalmente, produtividade.

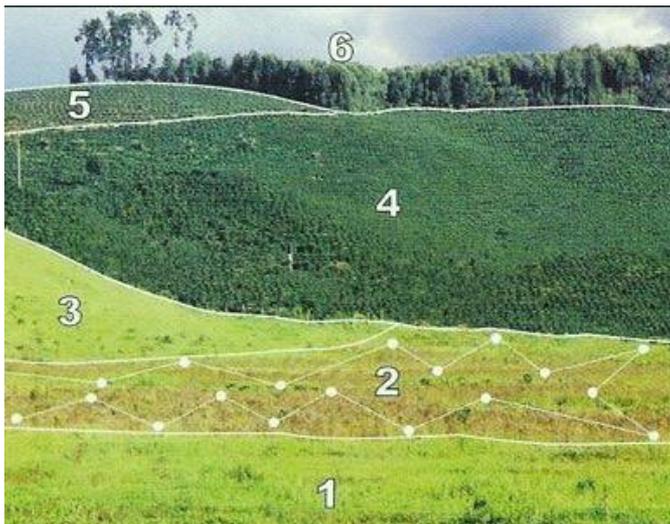
AMOSTRAGEM DE SOLO PARA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE

3. AMOSTRAGEM DO SOLO

3.1. Seleção da área de amostragem

Relembrando → Os limites de uma gleba de amostragem não devem ser definidos pela área, mas pelas características que determinam sua **homogeneidade!**

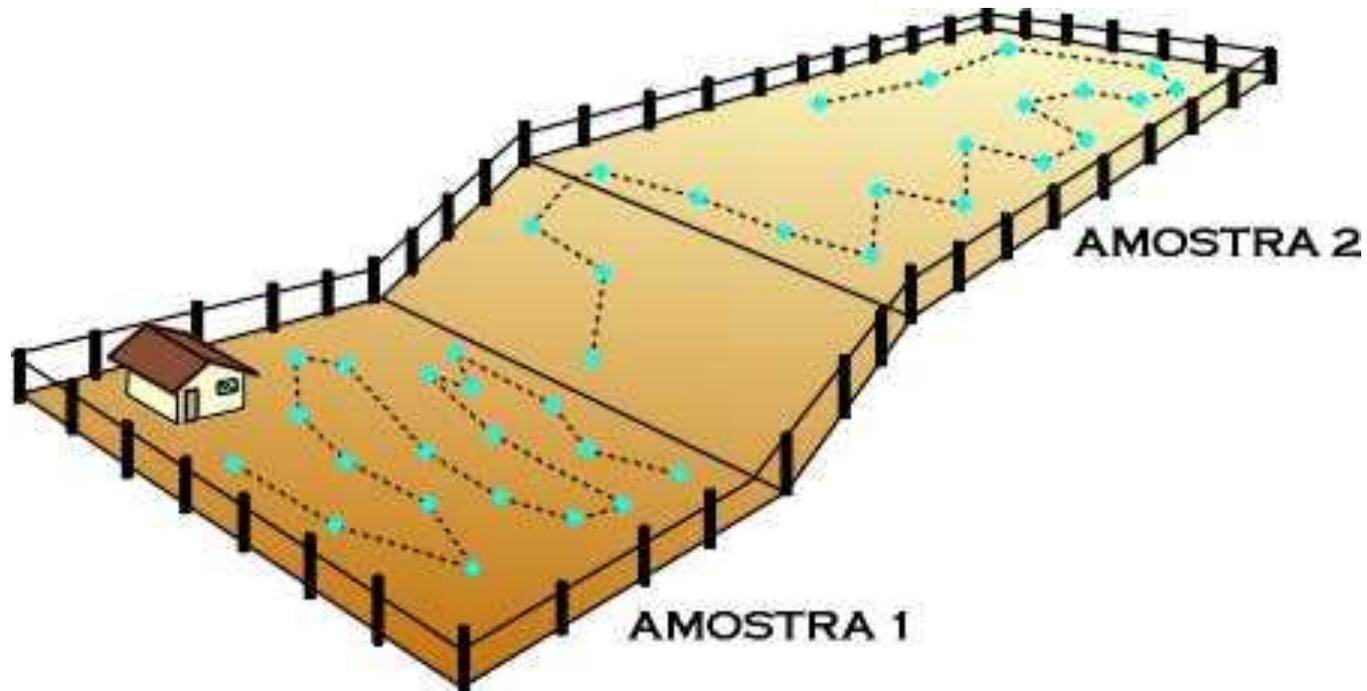
Obs → Contudo, sugere-se não amostrar áreas superiores a 10 h. Estas áreas devem ser subdivididas (devido a critérios de eficiência).



AMOSTRAGEM DE SOLO PARA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE

3. AMOSTRAGEM DO SOLO

3.1. Seleção da área de amostragem



AMOSTRAGEM DE SOLO PARA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE

3. AMOSTRAGEM DO SOLO

3.2. Coleta da amostra de solo

- ✓ Amostras simples → volume de solo coletado em um ponto da gleba;

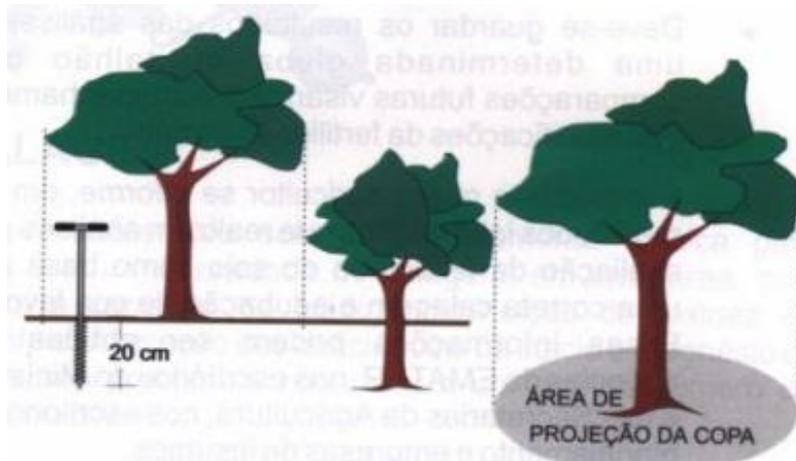


AMOSTRAGEM DE SOLO PARA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE

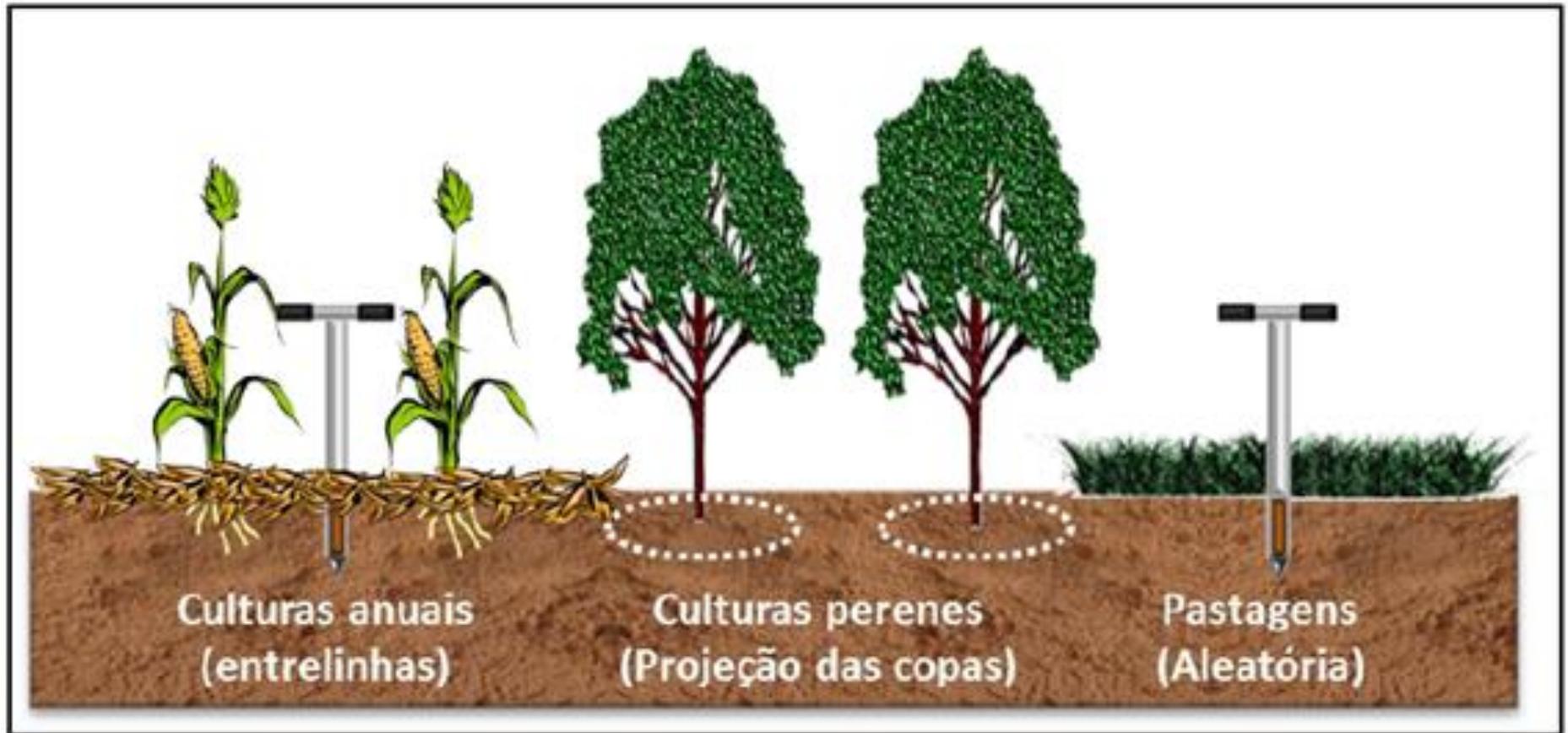
3. AMOSTRAGEM DO SOLO

3.2. Coleta da amostra de solo

- ✓ Distribuição espacial das amostras simples na gleba em culturas perenes: os pontos de coleta das amostras simples devem ser localizados na área adubada, em geral, sob a projeção da copa.



AMOSTRAGEM DE SOLO PARA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE



AMOSTRAGEM DE SOLO PARA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE

3. AMOSTRAGEM DO SOLO

3.2. Coleta da amostra de solo

- ✓ **Amostras compostas** → mistura homogênea de várias amostras simples coletadas na gleba.



AMOSTRAGEM DE SOLO PARA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE

3. AMOSTRAGEM DO SOLO

3.2. Coleta da amostra de solo

- ✓ É importante que as amostras simples coletadas em uma gleba tenham o mesmo volume de solo. **Deve-se padronizar a área e a profundidade da coleta.**
- ✓ Uma boa padronização é conseguida utilizando trados, mas eficiência satisfatória pode ser conseguida utilizando instrumentos mais simples.
- ✓ Para a maioria das culturas, as amostras simples são coletadas na camada de 0 – 20 cm de profundidade, contudo, deve-se levar em consideração a camada onde se concentra maior volume do sistema radicular da cultura.
- ✓ Café implantado → 0 – 20 cm
- ✓ Pastagens estabelecidas → 0 – 5 cm
- ✓ Batata → 0 – 30 cm
- ✓ Cana de açúcar → 0 – 30 cm

Observar valores de níveis críticos nas tabelas de interpretação!

AMOSTRAGEM DE SOLO PARA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE

3. AMOSTRAGEM DO SOLO

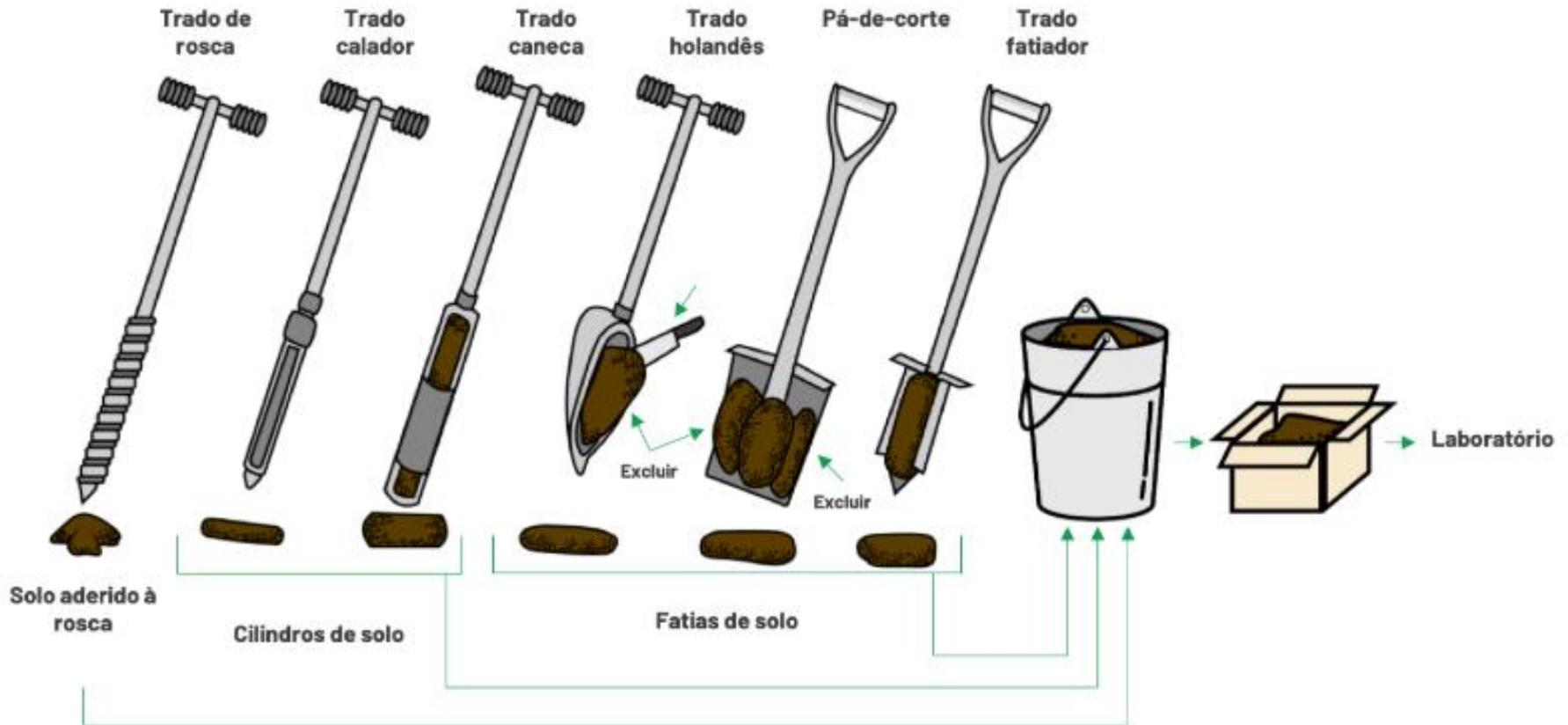
3.2. Coleta da amostra de solo

- ✓ Para área de implantação de culturas perenes: coletas amostras simples nas camadas de 0 – 20; 20 – 40 e 40 – 60 cm, pois permite avaliar a necessidade da correção de impedimentos químicos ao desenvolvimento radicular (elevada acidez, elevados teores de Al^{3+} e baixos teores de Ca^{2+});
- ✓ No ponto de coleta das amostras simples a superfície deve ser limpa sem, contudo, remover a camada superficial do solo;
- ✓ Os pontos de coleta das amostras simples não devem ser localizados próximos a acidentes atípicos na área (cupinzeiros, local de queimadas de restos culturais, deposição de fezes, cochos ou saleiros...)

AMOSTRAGEM DE SOLO PARA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE

3. AMOSTRAGEM DO SOLO

3.2. Coleta da amostra de solo

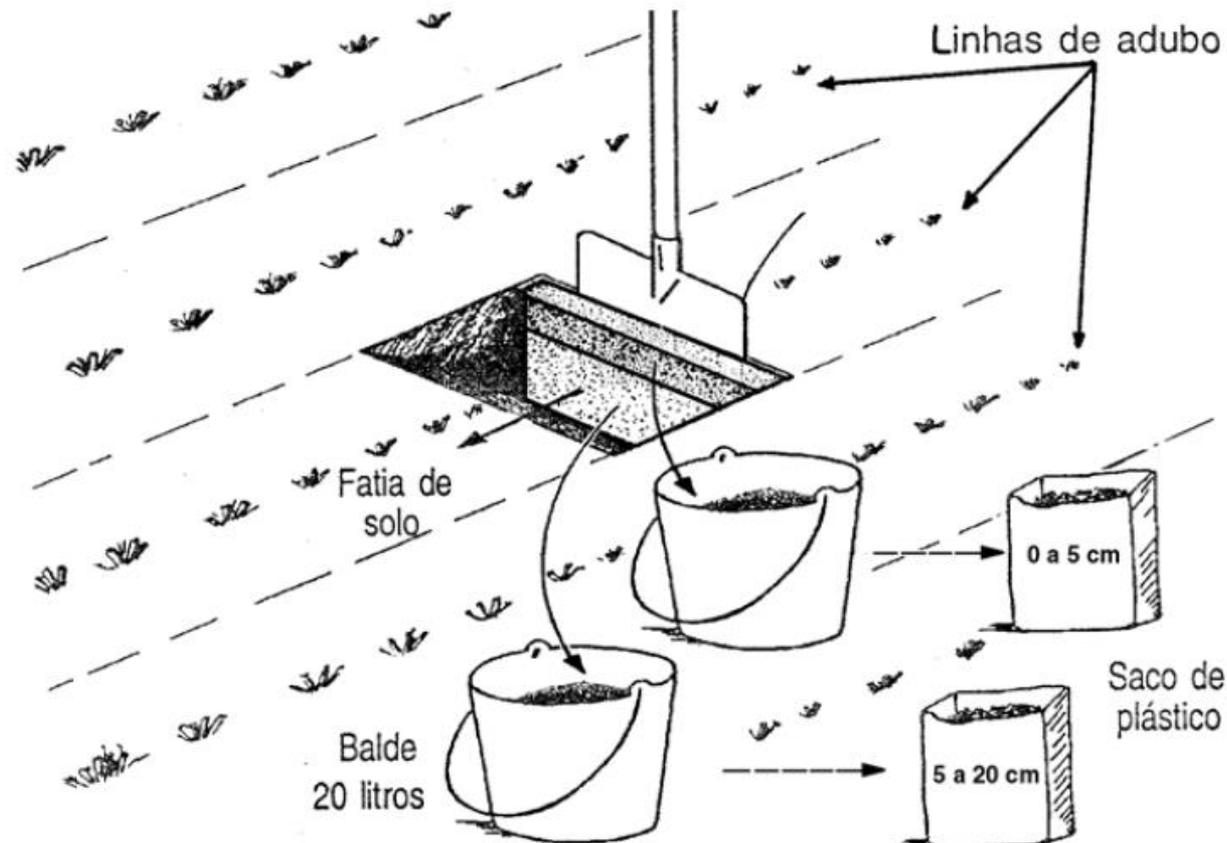


Instrumentos utilizados na amostragem de solo

AMOSTRAGEM DE SOLO PARA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE

3. AMOSTRAGEM DO SOLO

3.2. Coleta da amostra de solo



Recomendação de coleta em área de sistema de plantio direto

AMOSTRAGEM DE SOLO PARA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE

3. AMOSTRAGEM DO SOLO

3.3. *Época de amostragem*

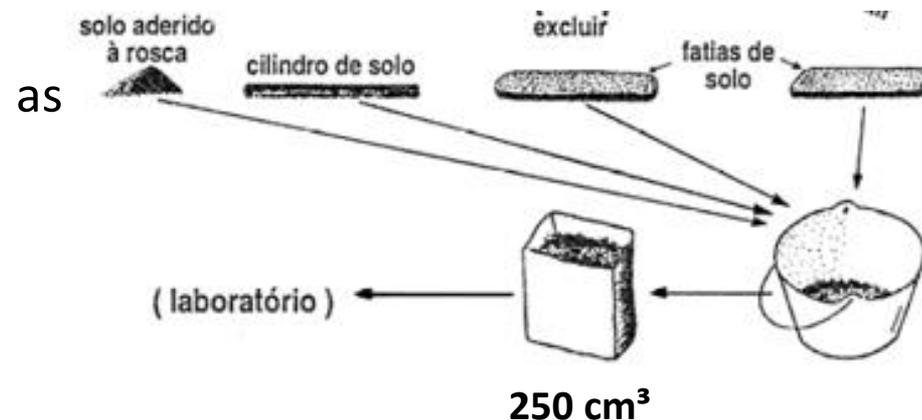
- ✓ A amostragem pode ser feita em qualquer época do ano;
- ✓ No entanto, deve ser realizada com boa antecedência da época de plantio e, ou, adubação, considerando o tempo que decorrerá entre a amostragem e a recepção dos resultados;
- ✓ Recomenda-se fazer a amostragem com o solo friável, o que facilita a retirada das amostras simples e a homogeneização das amostras compostas;
- ✓ Para culturas perenes em produção, recomenda-se que a amostragem seja feita logo após a colheita;

AMOSTRAGEM DE SOLO PARA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE

3. AMOSTRAGEM DO SOLO

3.4. Processamento das amostras

- ✓ As amostras simples devem ser reunidas em um recipiente limpo (evitar recipientes metálicos, principalmente aqueles galvanizados), dar preferência para recipientes plásticos;
- ✓ O volume de solo das amostras simples deve ser destorroado e homogeneizado para obter uma **amostra composta** representativa com volume aproximado de 250 cm^3 .
- ✓ Não peneirar as amostras.



AMOSTRAGEM DE SOLO PARA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE

3. AMOSTRAGEM DO SOLO

3.4. Processamento das amostras

- ✓ A amostra composta deve ser devidamente identificada para que os resultados possam ser relacionados com as respectivas glebas;
- ✓ As etiquetas devem ser escritas a lápis e protegidas da umidade;
- ✓ É desejável que a etiqueta fique entre dois plásticos.

Identificação da Propriedade:

Nome: _____
Proprietário: _____
Município: _____ CEP: _____ Estado: _____
Remetente: _____
Endereço: _____
Município: _____ CEP: _____ Estado: _____
Endereço eletrônico: _____

Identificação da Amostra:

Cultura a ser adubada: _____
Cultura atual: _____ Última produção: _____ kg/ha
Foi adubada SIM () NÃO ()
anteriormente:
Foi feita calagem SIM () NÃO ()
Usou fosfato natural SIM () NÃO ()
Se Sim: Quando () DOSE (kg/ha)

Caracterização da Área Amostrada:

a) Vegetação Campo () Cerrado () Mata ()
Natural:
b) Localização: Baixada () Meia encosta () Parte
() alta ()
c) Drenagem: Bem drenada Mal drenada ()
()

AMOSTRAGEM DE SOLO PARA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE

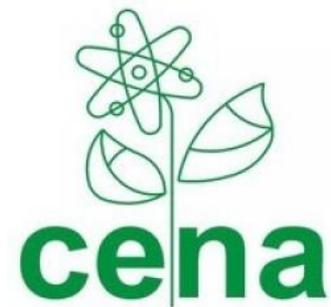
3. AMOSTRAGEM DO SOLO

3.5. Frequência de amostragem

- ✓ A frequência de amostragem depende do manejo da propriedade e, principalmente, da intensidade da adubação aplicada;
- ✓ Em glebas cultivadas anualmente com uma cultura de ciclo curto e, mantida em pousio no período seco, recomenda-se pelo menos uma amostragem a cada três anos;
- ✓ Em glebas manejadas com rotação de culturas, com maiores doses de adubação, recomenda-se amostragem anual;
- ✓ Para culturas perenes, a partir da fase reprodutiva, recomenda-se a amostragem anual, principalmente quando são aplicadas altas doses de fertilizantes;



Universidade de São Paulo - USP
Centro de Energia Nuclear na Agricultura – CENA
Análise de Solo e Planta – CEN 0409



Obrigado!

Perguntas?

Professores: **Cassio Hamilton Abreu Junior** – cahabreu@cena.usp.br
Takashi Muraoka – muraoka@cena.usp.br

Estagiário PAE: **Dalila Lopes da Silva** – dalila.ls@usp.br
Supervisor: **Juan Ricardo Rocha** – jr.rocha@usp.br