

Aula 6

QUÍMICA DE SOLOS

META

- Apresentar os solos e sua composição;
- Apresentar as funções e classificações dos solos;
- Apresentar a amostragem de solos;
- Apresentar equipamentos comuns para coleta de solos;
- Apresentar um procedimento para coleta de solo com pás;
- Apresentar uma técnica de avaliação da toxicidade de solos;
- Apresentar a legislação brasileira para solos.

OBJETIVOS

- Ao final desta aula, o aluno deverá:
 - Definir solos e sua composição;
 - Classificar os solos quanto a sua função;
 - Entender o planejamento para uma coleta de solos;
- Entender o procedimento de coleta de solo com pás e os equipamentos mais empregados;
- Conhecer uma técnica de avaliação da toxicidade de solo;
- Compreender a importância da legislação que regula qualidade dos solos brasileiros.

PRÉ-REQUISITOS

Oitenta créditos cursados.

Carlos Alexandre Borges Garcia
Elisangela de Andrade Passos

INTRODUÇÃO

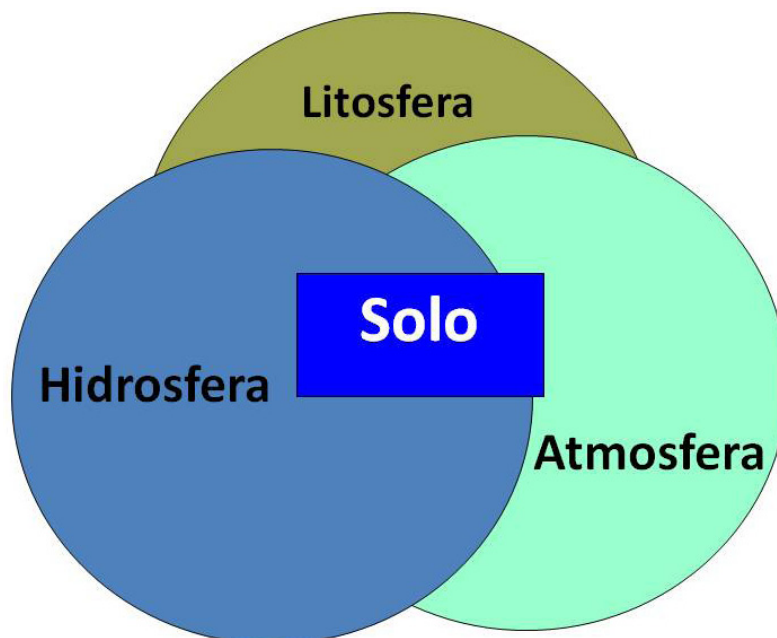
Na aula anterior foram apresentados o efeito estufa, o *Protocolo de Kyoto* e o ozônio na estratosfera. Foi ainda definido e classificado o material particulado. Ainda foram abordadas a amostragem de material atmosférico e a Resolução CONAMA N.º 003/1990.

Nesta aula definido o solo e apresentada a sua composição, classificação e função. Ainda será apresentada a amostragem de solo, a técnica de extração para avaliar a toxicidade desse ambiente e ainda demonstrar a importância da legislação que orienta a cerca da qualidade dos solos.

Ao final desta aula, você deverá compreender a importância dos solos como ambiente responsável pela habitação de várias espécies inclusive a humana. Por fim, será capaz de entender a importância de existir uma legislação baseada em valores orientadores oriundos de estudos feitos no Brasil e se possível em cada Estado brasileiro.

DEFINIÇÃO E COMPOSIÇÃO

O solo é o material que recobre a superfície terrestre emersa, entre a litosfera e a atmosfera. Estes são constituídos de três fases: sólida, representado pelos minerais e a matéria orgânica; líquida, constituído pela solução do solo, e gasosa, representado pelo ar (Figura).



Composição dos solos

FUNÇÕES E CLASSIFICAÇÃO

As principais funções dos solos são que estes servem como principal substrato utilizado pelas plantas para o seu crescimento (H_2O , O_2 e nutrientes) e disseminação. É responsável pela reciclagem e armazenamento de nutrientes e detritos orgânicos. Controla o fluxo da água e ação protetora da qualidade da água subterrânea. Além disso, é o *habitat* para a fauna do solo.

Os solos podem ser classificados quanto ao tamanho do grão como arenosos, siltosos e argilosos. Os solos arenosos são aqueles que têm grande parte de suas partículas classificadas na fração areia (2mm e 0,05mm). Este é formado principalmente por cristais de quartzo e minerais primários. Já os solos siltosos são aqueles que tem grande parte de suas partículas classificadas na fração *silte* (0,05 e 0,002mm). Este tipo de solo geralmente são muito erosíveis. O *silte* não se agrega como as argilas e ao mesmo tempo suas partículas são muito pequenas e leves. As partículas dos solos argilosos são classificadas na sua maioria na fração argila (menor que 0,002mm). Estes solos não são tão arejados, mas armazenam mais água quando bem estruturados. Sua composição é de boa quantidade de óxidos de alumínio (*gibbsita*) e de ferro (*goethita* e *hematita*).

Os solos podem também ser classificados quanto a sua composição como latossolo, solo lixiviado e solos negros das planícies e das pradarias. O latossolo possui a capacidade de troca de cátions baixa, presença de argilas de baixa atividade, geralmente são solos muito profundos (maior que 2 m), bem desenvolvidos, localizados em terrenos planos ou pouco ondulados, tem textura granular e coloração amarela a vermelha escura. São solos zonais típicos de regiões de clima tropical úmido e semi-úmido. Sua coloração pode ser vermelha, alaranjada ou amarelada. Isso evidencia concentração de óxidos de *Fe* e *Al* em tais solos. O solo lixiviado são aqueles que a grande quantidade de chuva carrega seus nutrientes, tornando o solo pobre (pobre de potássio, e nitrogênio). Já os solos negros das planícies e das pradarias são aqueles ricos em matéria orgânica.

Os solos podem ainda ser classificados quanto a sua localização em árido, de montanhas e orgânico. O solo árido são aqueles que pela ausência de chuva não desenvolvem seu solo. Já os solos de montanhas são considerados jovens. O solo orgânico tem sua composição de material orgânico (restos de organismos mortos e em decomposição), além da areia e da argila. Esse solo é o mais apropriado para a vida das plantas.

AMOSTRAGEM DE SOLOS

A amostragem de solo não diferente de outros materiais é uma etapa muito importante do processo analítico. Esta pode influenciar significativamente em todo processo analítico, já que uma coleta errada pode influenciar

a confiabilidade e o resultado da análise. Antes de qualquer coleta de material é preciso fazer um planejamento, ou seja, um plano de amostragem. Para relembrar veja a Aula 02, que traz detalhadamente um plano de amostragem com todas as suas etapas.

Na coleta de solos, alguns fatores devem ser considerados na elaboração de um plano de amostragem. São eles: distribuição dos pontos de amostragem; número de pontos de amostragem; profundidade de amostragem e, quantidade de amostra necessária (tamanho da amostra).

Na distribuição dos pontos de amostragem é preciso evitar áreas mal drenadas, formigueiros, área com acúmulo de esterco, depósitos de adubos, área próxima à ação de trilhadeira, etc. Estas áreas não representam a superfície utilizável e por isso devem ficar de fora da amostragem. Além disso, deve-se delimitar a área a ser amostrada longe o suficiente (2 a 5 m) de rodovias, estradas rurais, cercas ou depósitos em geral.

Quanto ao número de pontos de amostragem, geralmente, são consideradas suficientes quinze subamostras de 0 a 20 cm de profundidade de uma área de 1 a 2 hectares. Em caso de grande uniformidade do terreno esse valor é de até 4 ha. As subamostras são coletadas em zigue-zague, em pontos distanciados 15 passos um do outro e acondicionadas num recipiente plástico limpo, para posterior composição da amostra propriamente dita.

A profundidade de amostragem dependerá da finalidade do estudo da qualidade do solo. Quando se deseja estudar um sistemas de cultivo convencional são coletados amostras de solos entre 0 e 20 cm de profundidade. Para lavouras de cana-de-açúcar, são necessários coletar profundidades entre 0 e 25 e entre 25 e 50 cm. Estudos de culturas perenes (ex. café e frutíferas) é preciso profundidades de 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm. Profundidades de 0-20 e 20-40 cm são suficientes para estudos de reflorestamento.

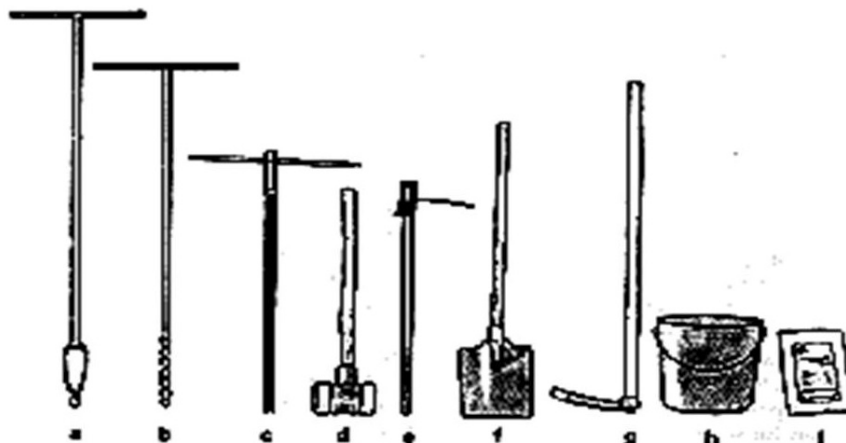
A quantidade de amostra coletada dependerá do parâmetro a ser analisado, assim como o frasco de armazenamento e as condições e tempo de armazenagem. Na Figura a seguir estão apresentados os tipos de contaminantes, frascos utilizados para armazenar, tipo de preservação e tempo de espera para a análise.

Contaminante	Frasco	Preservação	Tempo de espera
Acidez	P,V	Resfriamento 4°C	14 dias
Alcalinidade	P,V	Resfriamento 4°C	14 dias
Amônia	P,V	Resfriamento 4°C	28 dias
Sulfato Sulfeto	P,V	Resfriamento 4°C	28 dias
Sulfeto	P,V	Resfriamento 4°C	28 dias
Nitrato	P,V	Resfriamento 4°C	48 horas
Nitrato-nitrito	P,V	Resfriamento 4°C	48 horas
Nitrito	P,V	Resfriamento 4°C	28 dias
Óleos e graxas	V	Resfriamento 4°C	48 horas
Carbono orgânico	P,V	Resfriamento 4°C	28 dias
Metais			
Cr (VI)	P,V	Resfriamento 4°C	48 horas
Mercurio	P,V	Resfriamento 4°C	28 dias
Cianeto	P,V	Resfriamento 4°C	28 dias
Demais metais	P,V	Resfriamento 4°C	6 meses
Compostos orgânicos			
Ftalatos	V, tampa de Teflon	Resfriamento 4°C	
Nitrosaminas	V, tampa de Teflon	Resfriamento 4°C	
Pesticidas organoclorados	V, tampa de Teflon	Resfriamento 4°C	7 dias até a extração
PCBs	V, tampa de Teflon	Resfriamento 4°C	
Nitroaromáticos	V, tampa de Teflon	Resfriamento 4°C	
Isofurano	V, tampa de Teflon	Resfriamento 4°C	30 dias após a extração
Hidrocarbonetos aromáticos polinucleares	V, tampa de Teflon	Resfriamento 4°C	
Éteres halogenados	V, tampa de Teflon	Resfriamento 4°C	
Hidrocarbonetos clorados	V, tampa de Teflon	Resfriamento 4°C	
Dioxina	V, tampa de Teflon	Resfriamento 4°C	
Hidrocarbonetos halogenados	V, septo de Teflon	Resfriamento 4°C	14 dias
Hidrocarbonetos aromáticos	V, septo de Teflon	Resfriamento 4°C	14 dias
Acroleína	V, septo de Teflon	Resfriamento 4°C	3 dias

Figura 2. Recomendações das condições do frasco de amostragem, tempo de espera e tipos de contaminantes para solos. P = plástico, G = vidro, PTFE = politetrafluoretileno, R = refrigeração, F = congelamento.

EQUIPAMENTOS MAIS COMUNS PARA COLETA DE SOLOS

Os equipamentos comuns para coleta de solos são: trado holandês, trado de rosca, calador, marreta, trado tubular, pá de corte ou pá reta, enxadão e balde. Na Figura 3 está apresentado cada equipamento citado. Os mais utilizados são a pá, a enxada e o balde.



Equipamentos comuns para coleta de solos.

Fonte: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_centrosul/solos.htm

Acessado em 09/01/2012

O trado holandês (a) tem bom desempenho em qualquer tipo de solo, mas exige grande esforço físico. Já o trado de rosca (b) é mais adequado para solos arenosos e úmidos. O calador (c) é ideal para amostragem em terra fofa e ligeiramente úmida, enquanto a marreta (d) e o trado tubular (e) são instrumentos normalmente utilizados para solos secos e compactados. A pá de corte ou pá reta (f) é um equipamento mais disponível e simples para o agricultor, e que deve ser usado isoladamente em terra úmida e fofa. O enxadão (g) é empregado em solo seco e compactado. Por fim, temos o balde (h) que é muito utilizado para transportar amostras e para preparo de amostras compostas.

PROCEDIMENTO PARA AMOSTRAGEM DE SOLO COM PÁS

O procedimento para amostragem com pás ou amostragem de solos superficiais pode ser utilizado para a maioria dos tipos de solos existentes, sendo viável apenas para amostragens superficiais.

É um método de amostragem recomendado na coleta de solos contaminados com compostos semivoláteis, metais, pesticidas PCBs, TPH, radionuclídeos, podendo também, apesar de não ser o método ideal, pode ser utilizado na coleta de amostras contendo compostos orgânicos voláteis.

Esse método consiste em limpar a área a ser amostrada de qualquer fragmento presente em superfície. Pode ser apropriado que sejam removidos os primeiros 8 a 15 cm da superfície do solo de uma área de aproximadamente 30 cm de diâmetro ao redor do local. Além disso, deve ser removida cuidadosamente a camada superficial de solo, até a profundidade que se deseja amostrar, utilizando-se uma pá limpa previamente.

Agora utilizando uma espátula ou colher de pedreiro de aço inoxidável, limpa previamente, remover e descartar uma fina camada de solo que teve contato com a pá durante a escavação. É preciso coletar e manusear as amostras de acordo com o tipo de substância a ser investigada (voláteis, semivoláteis ou metais) e tipo de amostra pretendida (Figura 2).

Quando amostras simples são coletadas o solo é transferido diretamente para o frasco de coleta. Para amostras compostas, o solo é transferido para balde de aço inoxidável, onde será feita a homogeneização. Após isso, a amostra de solo deve ser quarteada para um frasco apropriado (Figura 2). Por fim, os equipamentos devem ser descontaminado para a próxima amostragem.

AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DE UM POLUENTE OU GRUPO DE POLUENTES NOS SOLOS

A avaliação da contaminação de um poluente ou um grupo de poluentes em solo é feita por meio de extrações seletivas desse(s) contaminante(s), como pode ser observado na Figura abaixo.

Parâmetro	Solução extratora
DETERMINAÇÃO DA ACIDEZ TROCÁVEL EM SOLO	Cloreto de potássio 1 mol L ⁻¹
DETERMINAÇÃO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO TROCÁVEIS EM SOLO	Cloreto de potássio 1 mol L ⁻¹
DETERMINAÇÃO DE FÓSFORO "DISPONÍVEL" EM SOLO	HCl 0,05 mol L ⁻¹ e H ₂ SO ₄ 0,0125 mol L ⁻¹
pH	água

Recomendações das soluções extratoras e parâmetros analisados para solos.

Segundo a Figura acima, a determinação da acidez trocável em solo pode ser feita empregando uma solução de cloreto de potássio 1 mol L⁻¹. O mesmo ocorre com a extração de cálcio e magnésio trocáveis em solo. Já a extração do fósforo disponível é feita por uma mistura ácida composta por ácido clorídrico e ácido sulfúrico. O pH é determinado pela extração do solo usando água destilada com extrator. Esses procedimentos de extração são baseados nos protocolos de extração, utilizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

ASPECTOS LEGAIS: LEGISLAÇÃO PARA SOLOS

A legislação brasileira que se refere a solos é a Resolução CONAMA No 420, de 28 dezembro de 2009. Esta resolução 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 antropogênicas. Essa resolução não se aplica a sedimento e deixa isso bem explícito no Art. 2º do capítulo 1 "Esta Resolução não se aplica em áreas e solos submersos no meio aquático marinho e estuarino".

Segunda a resolução são estabelecidos três valores para a avaliação da qualidade de solo, quanto à presença de substâncias químicas: os Valores Orientadores de Referência de Qualidade (VRQs), de Prevenção (VP) e de Investigação (VI). Segundo o Art. 8º do capítulo 2, os VRQs do solo para substâncias químicas naturalmente presentes serão estabelecidos pelos órgãos ambientais competentes dos Estados e do Distrito Federal, em até 04 anos após a publicação desta Resolução, de acordo com o procedimento estabelecido no Anexo I. Sendo assim, cada Estado ou Distrito Federal deverá estabelecer seus próprios VRQs. Esses valores devem ser estabelecidos segundo protocola o anexo 1 da resolução. Segundo o anexo 1, VRQs para as substâncias inorgânicas de ocorrência natural no solo são estabelecidos a partir de interpretação estatística dos resultados analíticos obtidos em amostras coletadas nos principais tipos de solo do Estado.

Segundo o Art. 20 do capítulo 3, o solo pode ser classificado em quatro classes. O solo classe 1 não requer ações, o solo classe 2 poderá requerer uma avaliação do órgão ambiental, o solo classe 3 requer identificação da fonte potencial de contaminação, avaliação da ocorrência natural da substância, controle das fontes de contaminação e monitoramento da qualidade do solo e da água subterrânea; e classe 4, requer as ações mais drásticas.

LEIA MAIS

A Resolução CONAMA No 420, de 28 dezembro de 2009, é uma sugestão de leitura para melhorar a compreensão do tema aspectos legal para solos. Esta está disponível na plataforma. Em seguida, faça um resumo sucinto das principais idéias do texto.

CONCLUSÃO

Nessa sessão foram definidos os solos e demonstrado sua importância, formação e classificação. O planejamento adequado para uma amostragem correta foi apresentada e as ferramentas empregadas na literatura especializada para a avaliação da toxicidade de poluentes em solo.

A legislação pertinente foi apresentada através da Resolução CONAMA No 420. Esta resolução estabelece 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 antropogênicas.



RESUMO

O solo é o material que recobre a superfície terrestre emersa, entre a litosfera e a atmosfera. Estes são constituídos de três fases: sólida, líquida e gasosa. As principais funções dos solos são que estes servem como principal substrato utilizado pelas plantas para o seu crescimento, disseminação, e habitação para várias espécies. Os solos podem ser classificados quanto ao tamanho do grão como arenosos, siltosos e argilosos. Quanto a sua composição como lotossolo, solo lixiviado e solos negros das planícies e das pradarias. E quanto a sua localização em árido, de montanhas e orgânico. A coleta de solos alguns fatores devem ser considerados na elaboração de um plano de amostragem do solo. São eles: distribuição dos pontos de amostragem; número de pontos de amostragem; profundidade de amostragem e, quantidade de amostra necessária (tamanho da amostra). Os equipamentos comuns para coleta de solos são: trado holandês, trado de rosca, calador, marreta, trado tubular, pá de corte ou pá reta, enxadão e balde. Os mais utilizados são a pá, a enxada e o balde. O procedimento para amostragem com pás ou amostragem de solos superficiais pode ser utilizado para a maioria dos tipos de solos existentes, sendo viável apenas para amostragens superficiais. A avaliação da contaminação de um poluente ou um grupo de poluentes em solo é feita por meio de extrações seletivas desse(s) contaminante(s). Esses procedimentos de extração são baseados nos protocolos de extração utilizados pela EMBRAPA. A Resolução CONAMA No 420, 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 antropogênicas.



ATIVIDADES

A RESOLUÇÃO CONANA No 420, de 28 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 antropogênicas. Comente acerca dessa resolução no que diz respeito aos valores orientadores.

COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

A RESOLUÇÃO CONANA No 420 estabelece os valores de previsão (VPs) e os valores de investigação (VIs). Os valores de referência de qualidade (VRQ) deverão ser estabelecidos por cada ESTADO. Segundo o capítulo II e Art. 11, os órgãos ambientais ESTADUAIS poderão requerer a revisão dos VPs e VIs estabelecidos nesta Resolução, bem como estabelecer VPs e VIs estaduais ou regionais para substâncias químicas listadas ou não no Anexo II. Para isso, é preciso seguir os protocolos apresentados no anexo I, dessa mesma resolução. Amostras de solos distribuídas em todo ESTADO devem ser coletadas e os valores de concentrações dos parâmetros analisados deverão ser interpretados por profissionais especializados.



AUTO-AVALIAÇÃO

- Consigo definir solos e sua composição?
- Sou capaz de classificar os solos quanto a sua função?
- Consigo entender o planejamento para uma coleta de solos?
- Sinto-me capaz de entender o procedimento de coleta de solo com pás e os equipamentos mais empregados?



PRÓXIMA AULA

Na próxima aula iremos abordar acerca de Química de Sedimentos.

REFERÊNCIAS

- BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2ª ed. Porto Alegre, Bookman, 2002.
- ROCHA, J.C.; ROSA, A.H.; CARDOSO, A.A. **Introdução à Química Ambiental**. 1ª ed. Porto Alegre, Bookman, 2004.
- MANAHAN, S.E., **Fundamentals of Environmental Chemistry**, 2ª ed. Florida: Lewis Publishers, 2001.
- Resolução CONAMA No 420/2008