

DISCIPLINA: QUÍMICA ANALÍTICA AMBIENTAL

Aula 3: Química do Solo

Prof^a. Lilian Silva
2012

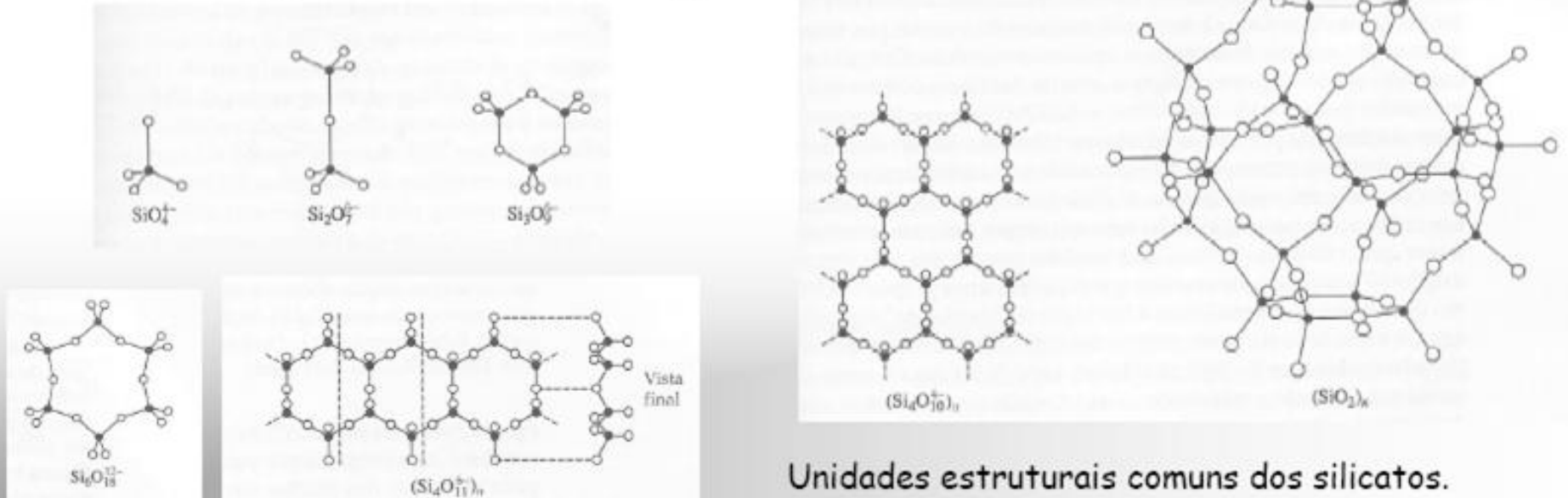
Química do Solo

Solo: O solo pode ser conceituado como um manto superficial formado por rocha desagregada e, eventualmente, cinzas vulcânicas, em mistura com matéria orgânica em decomposição, contendo, ainda, água e ar em proporções variáveis e organismos vivos.

Química do Solo

- A maioria dos solos é composta principalmente por partículas pequenas provenientes das rochas expostas ao intemperismo, que são os silicatos minerais.

Tais minerais são formados por estruturas poliméricas nas quais a unidade fundamental é um átomo de silício rodeado por um conjunto tetraédrico constituído por 4 átomos de oxigênio.



Química do Solo

Intemperismo, também conhecido como meteorização, é o conjunto de fenômenos físicos e químicos que levam à degradação e enfraquecimento das rochas.

O termo intemperismo é aplicado às alterações físicas e químicas a que estão sujeitas as rochas na superfície da Terra, porém esta alteração ocorre *in situ*, ou seja, sem deslocamento do material. Este fenômeno é de grande importância para a formação e constante mudança no relevo terrestre, junto com a erosão. O intemperismo é de grande importância também na formação dos solos, pois em algumas regiões onde há grandes formações rochosas a fixação de plantas é mais difícil em relação a regiões de solo estruturalmente menos rochosos.

Química do Solo

• Com o tempo, o intemperismo dos silicatos minerais das rochas pode envolver reações químicas com água e ácidos em que ocorre substituição de íons.



Essas reações formam substâncias que são exemplos importantes de uma classe de materiais presentes no solo conhecidos como **minerais de argila**.



Um mineral que tenha um tamanho de partícula menor que $2\ \mu\text{m}$ é por definição um componente da fração argilosa do solo.

• As partículas de argila coloidais pequenas possuem uma contracamada de cátions, que estão ligados por via eletrostática a uma camada interna carregada eletricamente.

Química do Solo

• Dependendo da concentração de cátions na água que circunda a partícula de argila, os cátions no interior da partícula são capazes de efetuar troca com aqueles em seu exterior.

➤ Exemplo: quando a partícula é exposta a uma água rica em íons potássio, mas pobre em outros íons, os íons K^+ deslocarão aqueles íons ligados à superfície da partícula de argila.

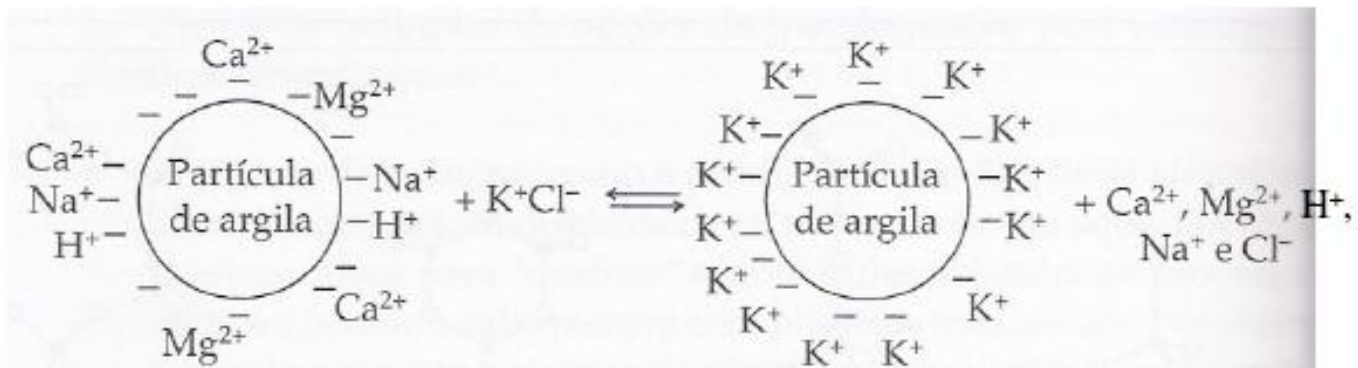


Figura 10.6

Equilíbrios de troca iônica na superfície de uma partícula de argila. A adição de íons K^+ à água do solo desloca o equilíbrio de troca para o lado direito, enquanto que a remoção de íons K^+ da solução desloca-o para a esquerda. (Fonte: R.W. Rawell, P. Brimblecombe, D.L. Dent and P.S. Liss. 1980. *Environmental Chemistry*. London: Edward Arnold Publishers)

Química do Solo

- Além dos minerais, os outros componentes importantes do solo são: matéria orgânica, água e ar.
- A proporção de cada um varia grandemente de um tipo de solo pra outro.

Química do Solo

Capacidade de Troca Catiônica (CTC)

- Quantidade total de cátions que um solo, ou algum de seus constituintes, pode adsorver e trocar a um pH específico, em geral pH 7,0.
- No solo, a CTC é devida à superfície específica e às cargas inerentes ou acidentais de colóides eletronegativos, como os minerais de argila, a sílica coloidal e o húmus.
- Fertilidade \Rightarrow $>$ CTC, $>$ adsorção de cátions

Química do Solo

Acidez de solos

- A maior parte da acidez do solo é proveniente de processos metabólicos que envolve as raízes e os microorganismos do solo.



Absorção de íons pelas raízes → Libera H^+ → solo mais ácido



Resulta na formação de ácido carbônico e ácidos orgânicos fracos

Química do Solo

Remediação de solos alcalinos

• Solos alcalinos demais para fins agrícolas podem ser remediados por:

1) Enxofre elementar: emite íons hidrogênio à medida que é oxidado para sulfato pelas bactérias:



2) Pela adição de sulfato de um metal como Fe(III) ou alumínio: reação com a água do solo para extrair íons hidróxido e liberar íons hidrogênio:



Química do Solo

- **Sedimentos:** camadas de partículas minerais e orgânicas que se encontram em contato com a parte inferior dos corpos de água natural (por exemplo, lagos, rios e oceanos)



São de grande importância ambiental: local onde se depositam muitos produtos químicos (metais pesados e compostos orgânicos, como PAHs e pesticidas)



A partir deles os produtos tóxicos podem ser transferidos para os organismos que habitam essa região.



Por isso, a proteção da qualidade dos sedimentos é um componente do gerenciamento global da água.

Química do Solo

A fixação de Metais Pesados aos Solos e Sedimentos

- Destino final dos metais pesados e também de muitos compostos orgânicos tóxicos



Deposição e soterramento em solos e sedimentos

- Os metais pesados acumulam-se frequentemente na camada superior do solo



Acessíveis para as raízes das plantas cultivadas em plantações



Por essa razão, é importante conhecer a natureza desses sistemas e seu mecanismo de funcionamento.

Química do Solo

- A fixação de cátions metálicos ocorre, em grande parte, por meio da formação de complexos com os íons metálicos através dos grupos -COOH dos ácidos húmicos e fúlvicos.

Complexo formado entre o metal pesado M^{2+} substituindo dois íons H^+ com ácidos fúlvicos

- Os ácidos húmicos formam normalmente complexos insolúveis em água, ao passo que os complexos dos ácidos fúlvicos, de menor tamanho, são solúveis em água.

Química do Solo

- Os metais pesados são retidos no solo por três vias:
 - 1) Por adsorção sobre as superfícies das partículas minerais
 - 2) Por complexação pelas substâncias húmicas das partículas orgânicas
 - 3) Por reações de precipitação
- Precipitação de íons mercúrio e cádmio envolvem a formação de sulfetos insolúveis (HgS e CdS) quando o íon livre em solução encontra-se com um íon sulfeto, S^{2-} .



Concentrações significativas de íons sulfeto aquoso ocorrem nas regiões mais profundas dos lagos nos meses de verão, quando a água em geral contém um baixo teor de oxigênio.

- Em solos ácidos a $[\text{Cd}^{2+}]$ pode ser substancial



Acima de pH 7, porém, o Cd precipita como sulfeto, carbonato ou fosfato



Tratamento com cal (\uparrow pH) fixa o Cálcio no solo e impede sua absorção pelas plantas.

Química do Solo

- As concentrações de metais pesados frequentemente são mais altas em lodo de esgoto que no solo.



Alguns cientistas estão preocupados com o fato de que as colheitas cultivadas em solo fertilizado com lodo de esgoto possam incorporar uma parte das quantidades crescentes de metais pesados



A absorção de chumbo pelo alface é particularmente grande, mas a do pepino é desprezível

- A concentração de arsênio em solos de uso agrícola é grandemente aumentada quando são aplicados pesticidas baseados em arsênio



As culturas plantadas sobre esses solos absorvem subsequentemente uma parte do arsênio adsorvido

Química do Solo

A Análise e a Remediação de Sedimentos Contaminados

- Muitos dos sedimentos de rios e lagos estão altamente contaminados por metais pesados e/ou compostos orgânicos tóxicos.



Esses sedimentos atuam como fontes de recontaminação da água que flui sobre os mesmos



Extração de uma amostra das substâncias que são solúveis em água ou em solução fracamente ácida e análise do líquido resultante



Os agentes tóxicos permanentemente ligados podem ser mantidos fora do cálculo.



O efeito dos sedimentos sobre os organismos que habitualmente vivem em seu interior ou nas regiões adjacentes pode ser determinado mediante a adição de organismos a uma amostra de sedimento e a observação se eles sobrevivem e se reproduzem normalmente.

Química do Solo

- A contaminação do solo por resíduos não é um fenômeno exclusivo dos tempos modernos.

- Na época dos romanos foram escavados minérios para a extração de metais.



Que foram refinados por fusão, poluindo os territórios próximos com resíduos provenientes das minas.

- A produção de materiais e produtos químicos na Europa, mesmo no começo da revolução industrial, causou considerável poluição.

- Contudo, a extensão da contaminação e o risco dos materiais descartados têm se expandido grandemente no século 20, particularmente a partir da Segunda Guerra Mundial.

Química do Solo

A Natureza dos Resíduos Perigosos

- Uma substância é chamada de **perigosa** quando constitui um risco para o ambiente, especialmente para os seres vivos.
- Resíduos perigosos são substâncias que foram descartadas ou designadas como resíduos e que, em essência, representam um risco.
- Entre os outros tipos comuns de materiais perigosos, incluem-se aqueles que são:
 - ◆ **Inflamáveis** e que queimam pronta e facilmente;
 - ◆ **Corrosivos**, desde que seu caráter ácido ou básico permita que causem facilmente a corrosão de outros materiais;
 - ◆ **reativos** no sentido não abrangido pelos termos ignição ou corrosão, por exemplo, os materiais que apresentam risco de explosão
 - ◆ **radioativos**

Química do Solo

Resíduos inflamáveis

- Muitas substâncias, especialmente produtos químicos orgânicos



Participam em reações de oxidação, nas quais o oxigênio atmosférico atua como oxidante, e que são auto-sustentadas pelo calor da reação, uma vez tenham sido iniciadas.

- A inflamabilidade de um líquido é medida por seu **ponto de ignição**



Menor temperatura na qual o vapor do líquido inflama-se quando exposto a uma chama

Química do Solo

Tabela 1 – Pontos de ignição de algumas substâncias comuns

<i>Substância</i>	<i>Ponto de ignição (°C)</i>
Metanol	+12
Acetona	-20
Dietiléter	-43
Butano	-60
Tolueno	+4
Cloreto de metila	+333

Química do Solo

Substâncias Reativas

- As substâncias reativas são aquelas que experimentam reações violentas.

- ◆ Algumas delas não necessitam de outros material para reagir



Partes diferentes da substância contêm agentes oxidantes e redutores que podem reagir entre si de maneira exotérmica: **trinitrotolueno (TNT) e nitroglicerina**.

- Compostos que reagem violentamente com a água: **metais alcalinos**

- Reagem com a água ou soluções ácidas ou básicas despreendendo gases venenosos: **cianeto de hidrogênio ou sulfeto de hidrogênio**

Química do Solo

Substâncias Corrosivas

• São aquelas que resultam da deterioração dos materiais com os quais entram em contato.



Algumas dessas substâncias operam em virtude de serem ácidos ou bases fortes, e algumas das que atacam tecidos vivos também por serem agentes desidratantes, além de oxidantes.

◆ Ácidos fortes corrosivos: H_2SO_4 , HCl , HF e HNO_3

◆ Bases fortes corrosivas: NaOH e KOH

Química do Solo

Substâncias Tóxicas e Radioativas

- Resíduos tóxicos: são aqueles que podem causar prejuízo à saúde das pessoas ou de outros seres vivos, ao entrar em contato com seus organismos.



Metais pesados, pesticidas organoclorados, solventes orgânicos e PCBs

- Substâncias Radioativas: Urânio, Césio