

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
LCE 108 – QUÍMICA INORGÂNICA E ANALÍTICA

**LISTA DE EXERCÍCIOS 6**

**DATA DE ENTREGA:** 06/05/2009

1. Considere os compostos  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$   $K_{ps} = 4,64 \times 10^{-3}$  e  $\text{BaF}_2$   $K_{ps} = 1,84 \times 10^{-7}$ . O cálculo da solubilidade de ambos os compostos pode ser feito considerando-se apenas o equilíbrio de solubilidade? Explique sua resposta. Dica:  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  = base forte;  $\text{HNO}_3$  = ácido forte;  $\text{HF}$  = ácido fraco.

2. Qual é a solubilidade do sal  $\text{AgCl}$ : **a.** em água; **b.** em solução de  $\text{NaCl}$   $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ . Explique a diferença encontrada. Dados:  $\text{AgCl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$   $K_{ps} = 1,8 \times 10^{-10}$

Respostas: a.  $1,34 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ ; b.  $1,8 \times 10^{-9} \text{ mol/L}$

3. Efetuou-se a adição de cromato de prata ( $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ) à água pura e após contínua agitação da mistura observou-se que a concentração molar de  $\text{Ag}^+$  na solução era de  $1,3 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ . Considerando a inexistência de outros equilíbrios relevantes na solução, além do de solubilização, calcule o valor de  $K_{ps}$  do  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ .

Dados:  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$  Resposta:  $K_{ps} = 1,1 \times 10^{-12}$

4. Adicionaram-se 241,5 g de  $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  a 1L de solução saturada de cloreto de chumbo ( $\text{PbCl}_2$ ). Quantas vezes a concentração de  $\text{Pb}^{2+}$  na solução foi diminuída e por que houve essa diminuição? Dados:  $\text{PbCl}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq})$   $K_{ps} = 2,4 \times 10^{-4}$

Respostas:  $[\text{Pb}^{2+}]$  antes da adição do sal:  $0,0391 \text{ mol/L}$ ;  $[\text{Pb}^{2+}]$  após a adição do sal:  $0,000026666 \text{ mol/L}$ ; diminuição de ~1460 vezes.

5. Desprezando outros equilíbrios porventura ocorrentes, calcule as solubilidades  $S$  em água a  $25^\circ\text{C}$  dos compostos pouco solúveis cloreto de chumbo [ $\text{PbCl}_2$ ] ( $K_{ps} 1,7 \times 10^{-5}$ ), sulfato de cálcio [ $\text{CaSO}_4$ ] ( $K_{ps} = 2,4 \times 10^{-5}$ ) e cloreto de prata [ $\text{AgCl}$ ] ( $K_{ps} 1,8 \times 10^{-10}$ ) expressando-as em  $\text{mol L}^{-1}$  e  $\text{g L}^{-1}$ . Analise os resultados e verifique se as afirmativas abaixo são coerentes explicando sua resposta.

a. Quanto maior o valor de  $K_{ps}$  de um composto, maior é a sua solubilidade molar em água.

b. Um composto A poder apresenta solubilidade molar menor que a de um composto B; todavia, a solubilidade do composto A expressa em  $\text{g L}^{-1}$  pode ser maior que a do composto B.

6. O cloreto de prata é um sal pouco solúvel em água ( $K_{ps} 25^\circ\text{C} 1,8 \times 10^{-10}$ ); ao se adicionar cloreto de sódio ( $\text{NaCl}$ ) e nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ), sais completamente solúveis em água, aumenta-se a força iônica da solução e adiciona-se um cátion ( $\text{Ag}^+$ ) e um ânion ( $\text{Cl}^-$ ) que são comuns ao sal  $\text{AgCl}$ . A solubilidade do  $\text{AgCl}$  aumentará ou diminuirá após a adição dos demais sais supracitados? Explique sua resposta.

7. Calcule o valor de pH de uma solução saturada de hidróxido de cálcio [ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ] ( $K_{ps} = 6,5 \times 10^{-6}$ ).

Resposta:  $\text{pH} = 12,4$

8. O elemento químico crômio (Cr) é utilizado no curtimento de couros animais; por essa razão os resíduos do curtimento de couros, os chamados lodos de curtumes, são ricos em Cr. Embora o lodo de curtume apresente potencial para ser utilizado como adubo orgânico, seus teores de Cr podem inviabilizar essa utilização, haja vista a ingestão de Cr ser prejudicial à saúde humana. Considerando-se um lodo de curtume rico em  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  e outro rico em  $\text{CaCrO}_4$ , explique com base na solubilidade desses compostos porque o lodo que contém  $\text{CaCrO}_4$  seria menos recomendado para utilização como adubo orgânico.

Dados:  $\text{Cr}(\text{OH})_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{OH}^-(\text{aq})$   $K_{ps} = 6,3 \times 10^{-31}$   $\text{CaCrO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$   $K_{ps} = 7,4 \times 10^{-4}$

Respostas: solubilidade do  $\text{Cr}(\text{OH})_3 = 1,2 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$ ; solubilidade do  $\text{CaCrO}_4 = 0,0272 \text{ mol/L}$ ;

9. A solução do solo de uma área onde será implantada uma cultura de milho apresentava valor de pH igual a 3,5. A calagem foi realizada de modo a elevar o pH da solução desse solo ao valor de 6,0. Pede-se:

- A partir do equilíbrio  $\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{OH}^-(\text{aq})$   $K_{ps} = 4,6 \times 10^{-33}$  e da expressão do  $K_{ps}$  desse composto, demonstre que a relação entre a concentração de  $\text{Al}^{3+}$  na solução do solo e o valor de pH dessa solução é dada por  $[\text{Al}^{3+}] = 10^{(9,7-3\text{pH})}$ . Dica: usar logaritmo decimal na expressão do  $K_{ps}$  e lembrar-se que  $\text{pH} + \text{pOH} = 14$

- O que acontece com a concentração de  $\text{Al}^{3+}$  na solução do solo à medida que o valor de pH da mesma diminui?

- Calcule quantas vezes a concentração de  $\text{Al}^{3+}$  tóxico na solução do solo foi diminuída pelo efeito da calagem por unidade de variação do pH.

*Respostas:  $[\text{Al}^{3+}]$  em pH 3,5 = 0,1585 mol/L;  $[\text{Al}^{3+}]$  em pH 6 =  $5 \times 10^{-9}$  mol/L; diminuição de 12680000 vezes para cada aumento de uma unidade de pH.*

**10.** Explique a associação de equilíbrios ácido-base e de solubilização envolvidos na precipitação do  $\text{Al}^{3+}$  fitotóxico efetuada pelo carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) contido nos corretivos da acidez do solo.

**11.** A água utilizada por um produtor de alface hidropônica apresentava pH = 6 e estava contaminada com níquel (Ni), o qual é tóxico para as plantas e animais. Para não perder toda a solução hidropônica já preparada, recomendou-se ao produtor adicionar KOH à solução até o valor de pH da mesma atingir o valor de 6,5. Explique por meio de cálculos, por que essa recomendação foi efetuada.

Dados:  $\text{Ni}(\text{OH})_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$   $K_{ps} = 6,0 \times 10^{-16}$ ; pH + pOH = 14

*Respostas.  $[\text{Ni}^{2+}]$  em pH 6 = 6,3 mol/L ;  $[\text{Ni}^{2+}]$  em pH 6,5 = 0,63 mol/L.*

**12.** A solubilidade molar do fosfato férrico  $[\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2]$  ( $K_{ps} = 1,86 \times 10^{-38}$ ) não pode ser calculada somente a partir do seu valor de  $K_{ps}$ . Caso o fosse, ela seria superestimada ou subestimada? Apresente o sistema de equações cuja resolução permite o cálculo exato, em sistema fechado, da solubilidade molar do  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ .