

ERHA 7039

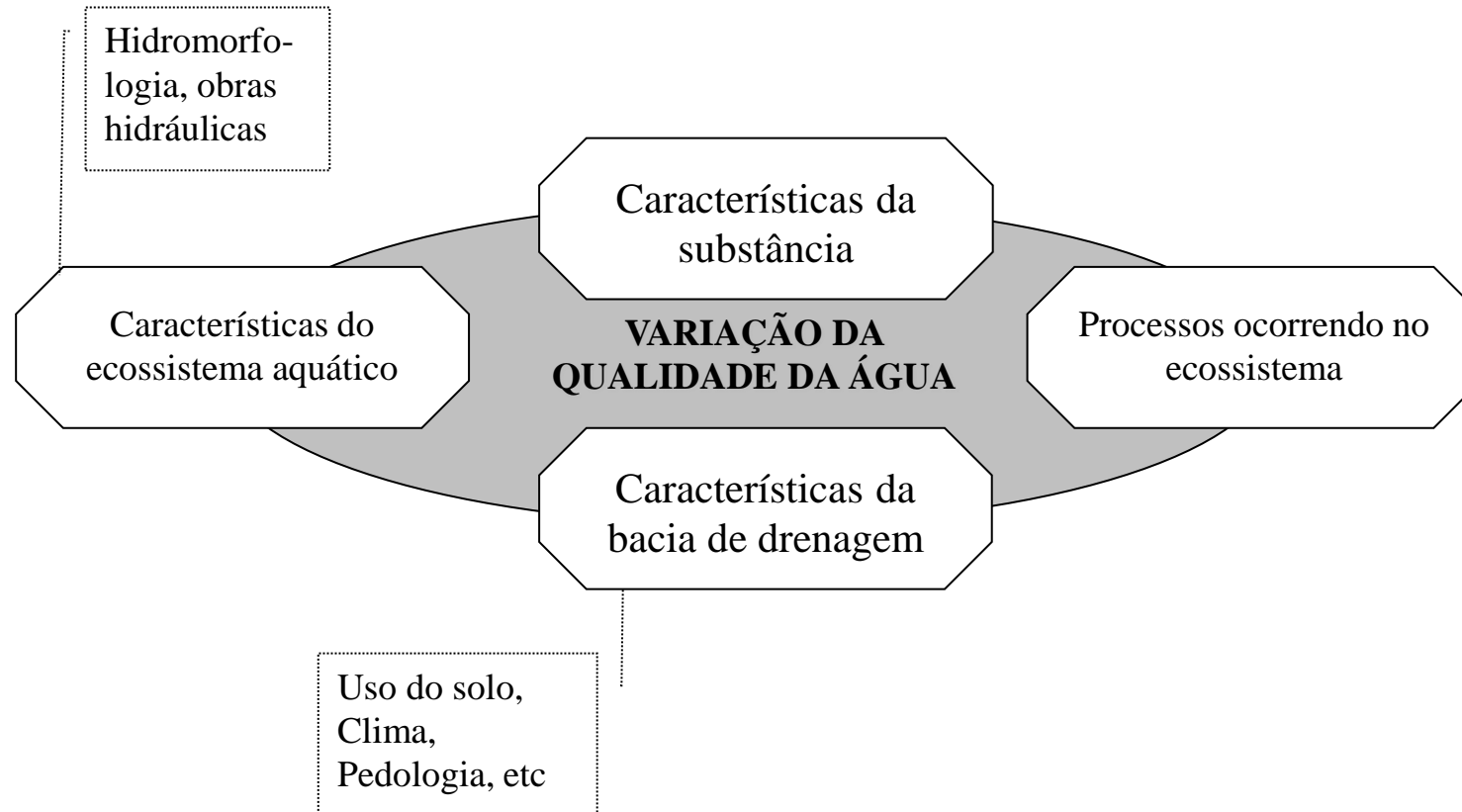
Princípios da Modelagem e Controle da Qualidade da Água Superficial

REGINA TIEMY KISHI

<http://www.ufpr.br/~rtkishi.dhs/ERHA7039>

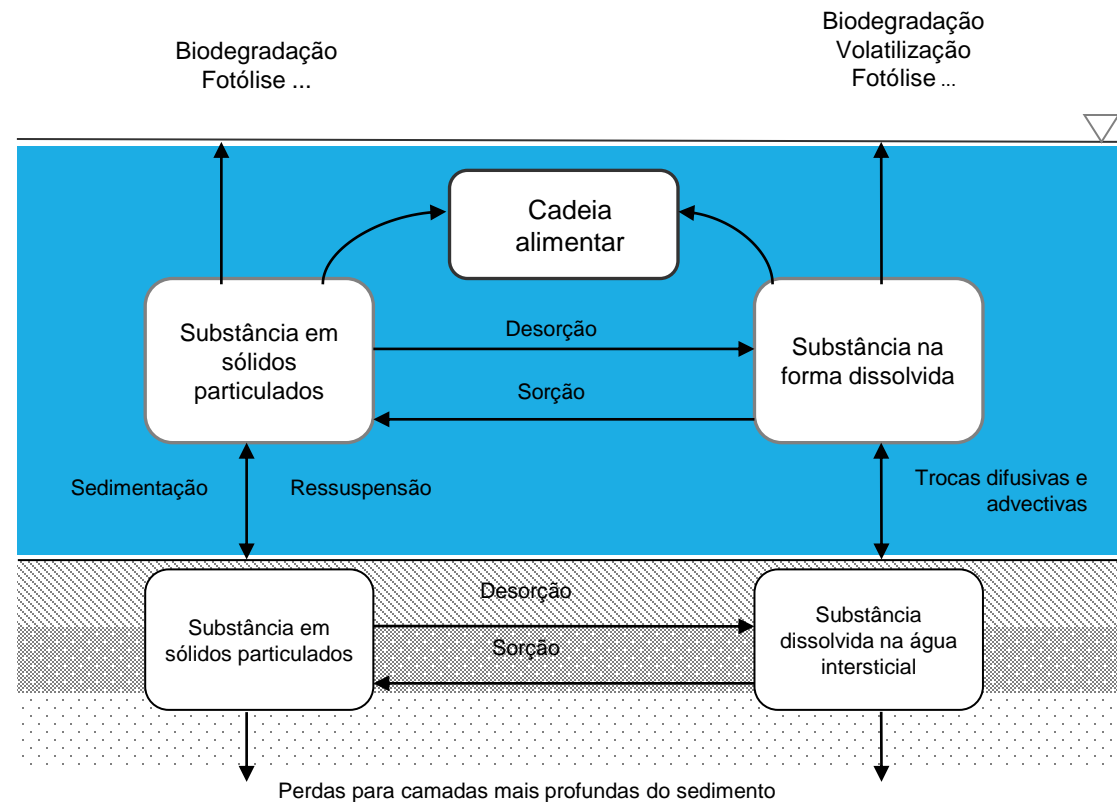
18 – Substâncias Tóxicas

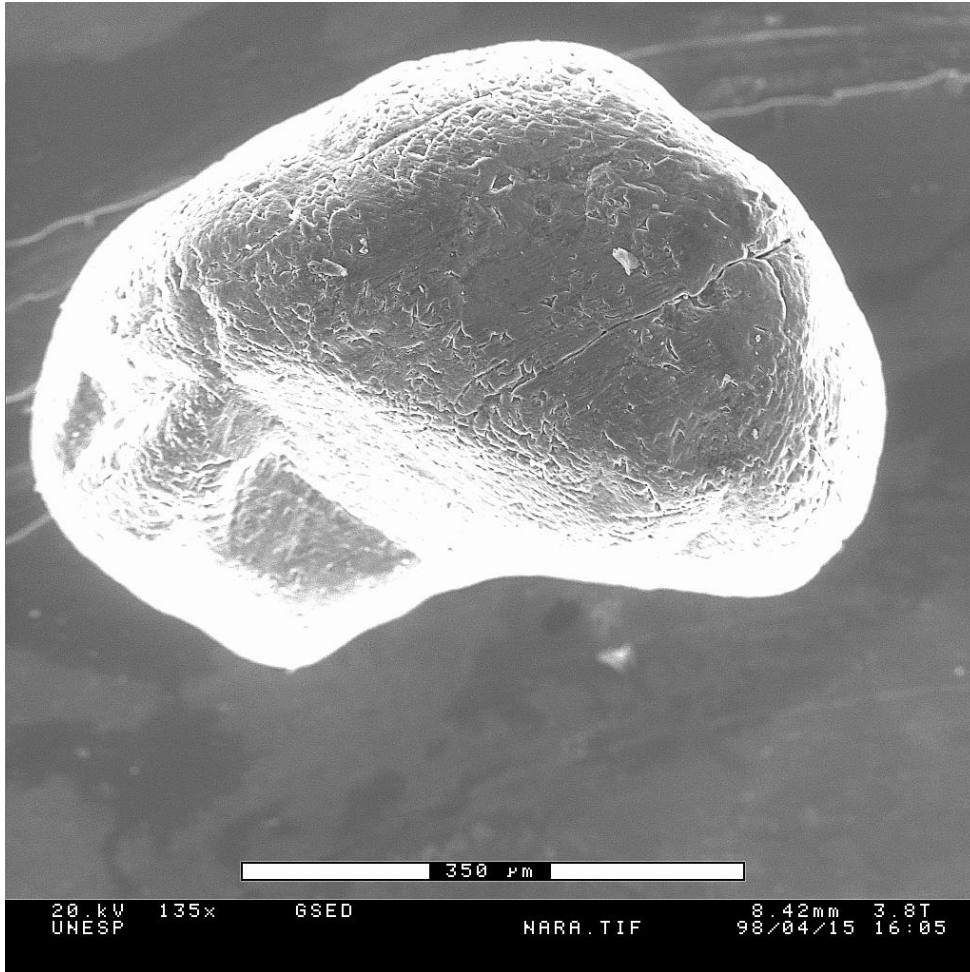
Fatores de influência na qualidade da água



Substâncias tóxicas – principais processos

Ecossistemas aquáticos





Grão de Areia (135x)

<http://igce.rc.unesp.br/#!/departamentos/geologia-aplicada/laboratorios/labesem/>

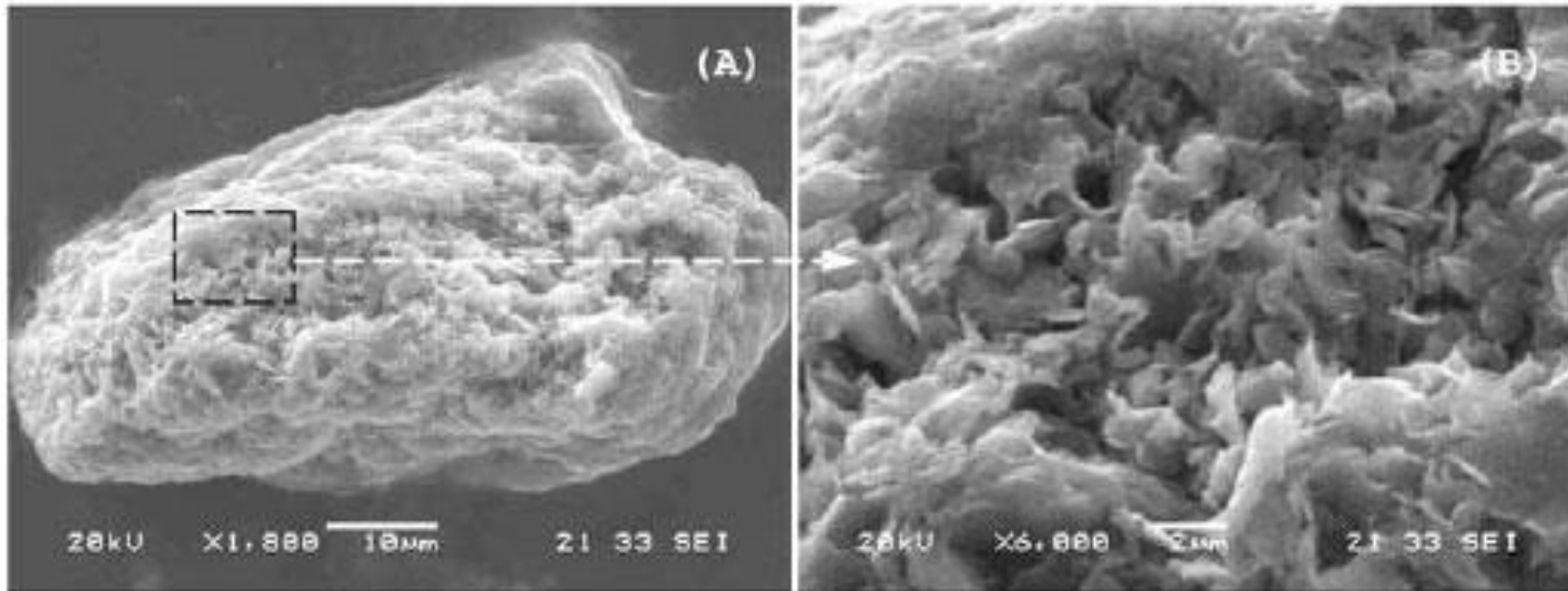
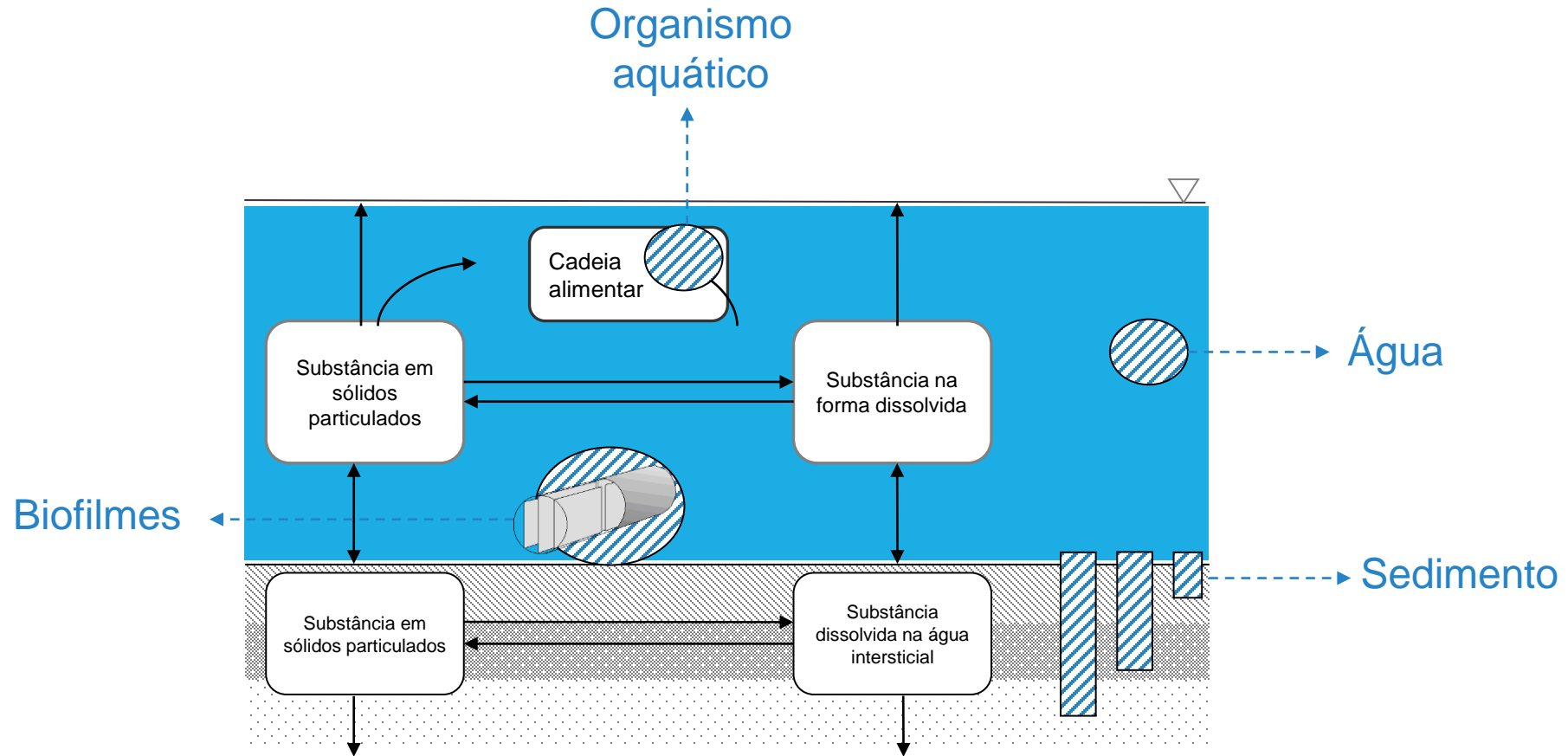


Figura 2 - Fotomicrografias obtidas por microscopia eletrônica de varredura da fração argila da amostra GA1. (A): Um aglomerado; (B) detalhe da região assinalada no aglomerado mostrando lamelas típicas das esmectitas aglomeradas.

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-44672008000100015

Monitoramento de metais pesados

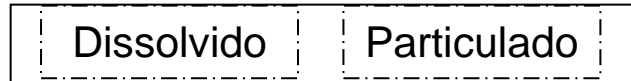


Representatividade da amostra

Tipo de amostra	Representatividade temporal	Representatividade espacial
Biofilmes	Período de formação do biofilme	Definida
Organismos aquáticos peixes, mexilhões, plantas aquáticas	Idade do organismo	Sem definição espacial, quando organismo tem mobilidade
Sedimento	Difícil de delimitar (recente ou remota)	Definida
Água	Instantânea	Definida

Modelagem

Concentração separada por dois componentes:



Matematicamente:

$$C = C_d + C_p$$

Assume-se componentes representam frações **F** fixas do contaminante total:

A diagram showing a single point on the left with two arrows pointing to the right. The top arrow points to the equation $C_d = F_d C$ and the bottom arrow points to the equation $C_p = F_p C$.

$$F_d = \frac{1}{1 + K_d m}$$

$$F_p = 1 - F_d = \frac{K_d m}{1 + K_d m}$$

m – concentração de SS (gm^{-3})

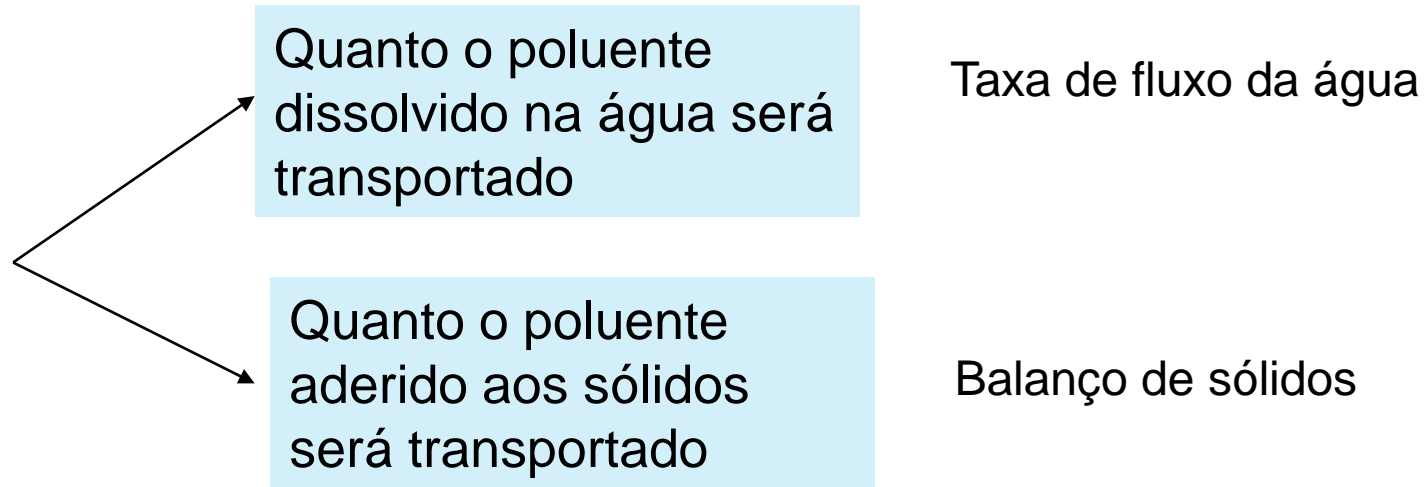
K_d – coeficiente de partição (m^3g^{-1})

- quantifica a tendência do contaminante se associar à matéria sólida

1) Lago bem misturado

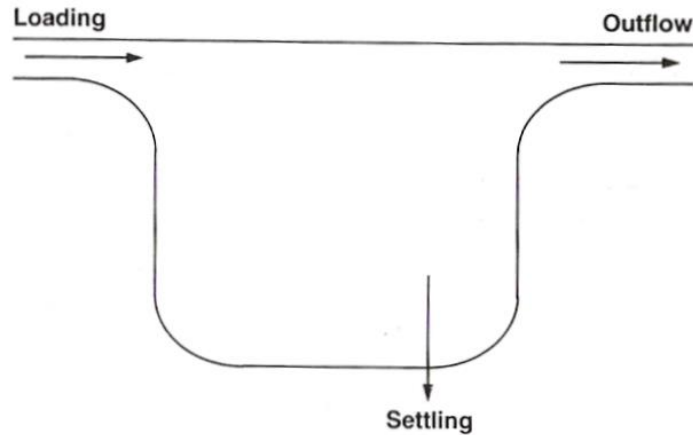
Ausência de interação sedimento-água

É requerido **balanço de sólidos!!**



Balanço de sólidos

*Lago bem misturado
Ausência de interação
sedimento-água*



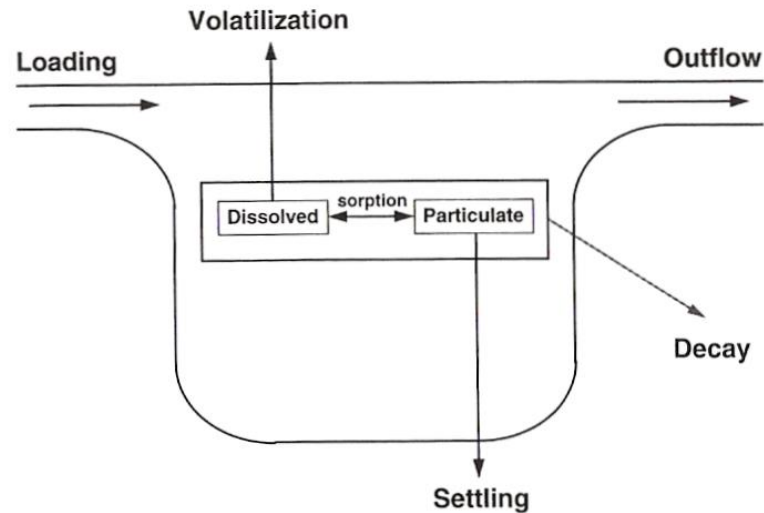
$$V \frac{dm}{dt} = Qm_{in} - Qm - v_s A m$$

Steady-state:

$$m = \frac{Q}{Q + v_s A} m_{in}$$

Balanço de contaminantes

*Lago bem misturado
Ausência de interação
sedimento-água*



$$V \frac{dc}{dt} = Qc_{in} - Qc - kVc - v_v AF_d c - v_s AF_p c$$

Steady-state:

$$c = \frac{Q}{Q + kV + v_v AF_d + v_s AF_p} c_{in}$$

2) Lago bem misturado

Com interação sedimento-água

Caracterização da camada de sedimento:

Porosidade: $\phi = \frac{V_{d2}}{V_2}$ → Vol. da parte líquida da camada de sedimento
→ Vol. total da camada de sedimento

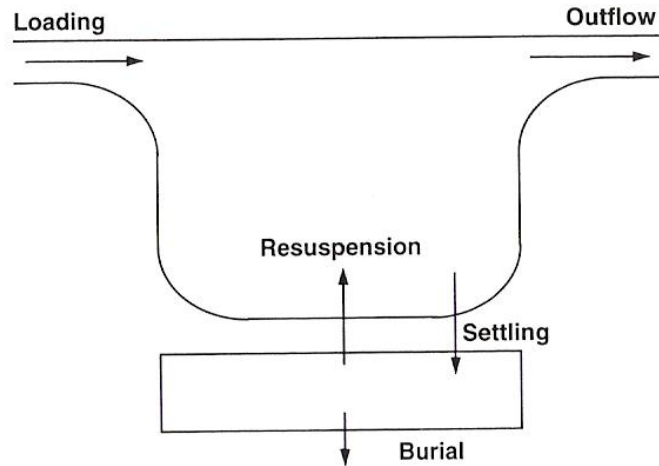
Densidade: $\rho = \frac{M_2}{V_{p2}}$ → Massa de sólidos na camada de sedimento
→ Volume da matéria sólida

Essas quantidades podem ser expressas em sólidos suspensos.

Sólidos suspensos no sedimento (m_2): $m_2 = (1 - \phi)\rho$

Balanço de sólidos

Lago bem misturado
Com interação
sedimento-água



$$V_1 \frac{dm_1}{dt} = Qm_{in} - Qm_1 - v_s Am_1 + v_r Am_2$$

$$V_2 \frac{dm_2}{dt} = v_s Am_1 - v_r Am_2 - v_b Am_2$$

Subscritos 1 e 2 indicam água e sedimento, respectivamente.

Em termos de porosidade e densidade:

$$V_1 \frac{dm}{dt} = Qm_{in} - Qm - v_s Am + v_r A(1 - \phi)\rho$$

$$V_2 \rho \frac{d(1 - \phi)}{dt} = v_s Am - v_r A(1 - \phi)\rho - v_b A(1 - \phi)\rho$$

Balanço de sólidos

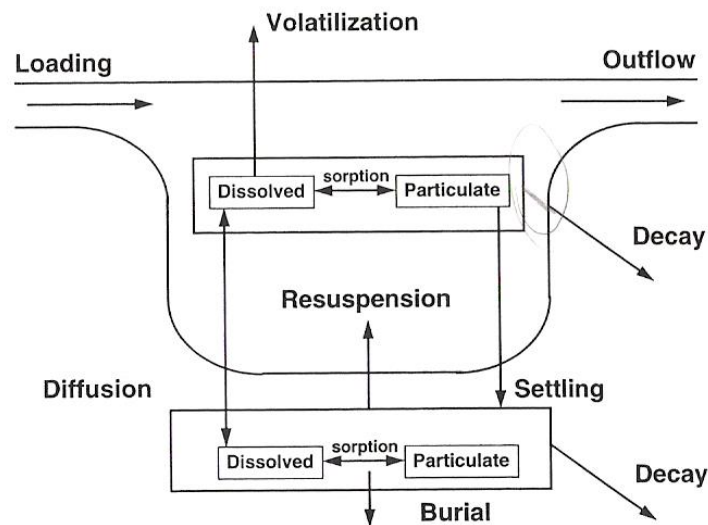
Steady-state: $(1 - \phi)\rho = \frac{v_s}{v_r + v_b} m$

$$m = \frac{Q}{Q + v_s A(1 - F_r)} m_{\text{in}}$$

Fator de ressuspensão:

$$F_r = \frac{v_r}{v_r + v_b}$$

Balanço de contaminantes



Subscritos 1 e 2 indicam água e sedimento, respectivamente.

$$V_1 \frac{dc_1}{dt} = Qc_{in} - Qc_1 - k_1 V_1 c_1 - v_v A F_{d1} c_1 - v_s A F_{p1} c_1 + v_r A c_2 + v_d A (F_{d2} c_2 - F_{d1} c_1)$$

$$V_2 \frac{dc_2}{dt} = -k_2 V_2 c_2 + v_s A F_{p1} c_1 - v_r A c_2 - v_b A c_2 + v_d A (F_{d1} c_1 - F_{d2} c_2)$$

F_{d2} – razão da concentração nos poros do sedimento com a concentração total do contaminante no sedimento

Razão da concentração nos poros do sedimento com a concentração total do contaminante no sedimento:

$$F_{d2} = \frac{1}{\phi + K_{d2}(1 - \phi)\rho}$$

Porosidade

Coefficiente de partição do contaminante no sedimento

Densidade

Velocidade de difusão:

$$v_d = 69.35\phi M^{-2/3}$$

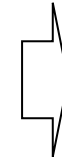
Unidade: m/ano

Peso molecular do composto

Steady-state:

$$(Q + k_1V_1 + v_vAF_{d1} + v_sAF_{p1} + v_dAF_{d1})c_1 - (v_rA + v_dAF_{d2})c_2 = Qc_{in}$$

$$-(v_sAF_{p1} + v_dAF_{d1})c_1 + (k_2V_2 + v_rA + v_bA + v_dAF_{d2})c_2 = 0$$



$$c_2 = \frac{v_sF_{p1} + v_dF_{d1}}{k_2H_2 + v_r + v_b + v_dF_{d2}}c_1$$

$$c_1 = \frac{Q}{Q + k_1V_1 + v_vAF_{d1} + (1 - F'_r)(v_sF_{p1} + v_dF_{d1})A}c_{in}$$

F'_r – razão entre o retorno do contaminante para a coluna de água e o total de perda do sedimento

$$F'_r = \frac{v_r + v_dF_{d2}}{v_r + v_b + v_dF_{d2} + k_2H_2}$$

3) Sistema não completamente misturado

Assumindo:

- Concentração de sólidos suspensos constante.
- Condições de equilíbrio dinâmico com características hidrogeométricas constantes.
- Sistema predominando advecção.

Na coluna de água:

$$0 = -U \frac{dC_1}{dx} - k_1 C_1 - \frac{V_v}{H_1} F_{d1} C_1 - \frac{V_s}{H_1} F_{p1} C_1 + \frac{V_d}{H_1} (F_{d2} C_2 - F_{d1} C_1) + \frac{V_r}{H_1} C_2$$

Advecção

Decomposição

Volatilização

Sedimentação

Difusão

Ressuspensão

No sedimento:

$$0 = \frac{V_s}{H_1} F_{p1} C_1 - \frac{V_d}{H_1} (F_{d2} C_2 - F_{d1} C_1) - k_2 H_2 C_2 - v_r C_2 - v_b C_2$$

Controle de substâncias tóxicas

Controle nas fontes de poluição

- Tratamento de efluentes
 - Adsorção por carvão ativado
 - Oxidação química
 - Fotólise ultravioleta e catalização
 - Tratamento biológico
- Controle de escoamento superficial urbano e agrícola (pesticida)
- Controle de uso de produtos tóxicos (agrotóxicos)
- Modificação do produto de forma a:
 - Aumentar biodegradação
 - Diminuir bioconcentração

Controle dentro do corpo de água

- Dragagem e tratamento do sedimento
- Fixação no local do sedimento contaminado

Controle no uso:

- Tratamento da água de abastecimento antes da distribuição
- Consumo de até determinados tamanhos de peixes onde concentrações das substâncias são aceitáveis