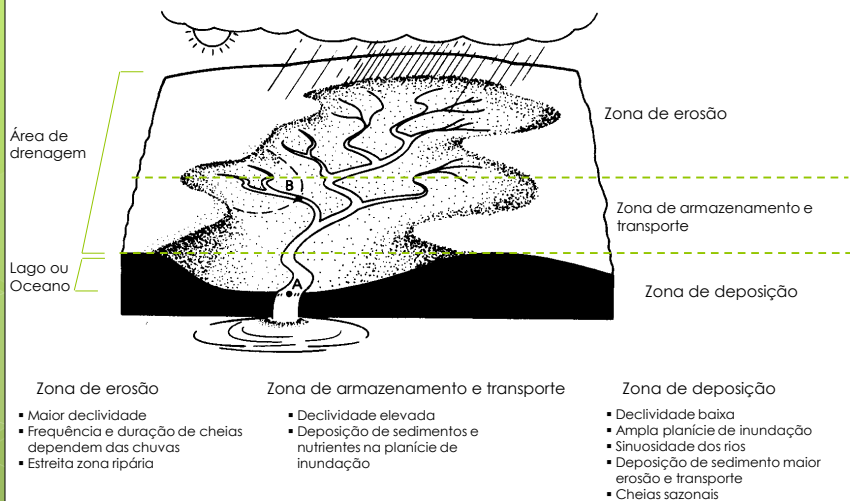


O meio aquático I

Aula 3
Prof. Dr. Joaquin Bonnecarrère
Garcia

2

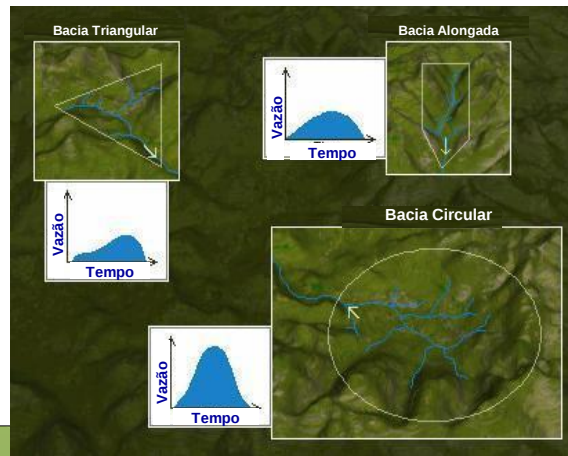
Bacia Hidrográfica



3

Características Físicas das B. Hidrográficas

- Área (influencia o regime de fluxo)
- Forma



4

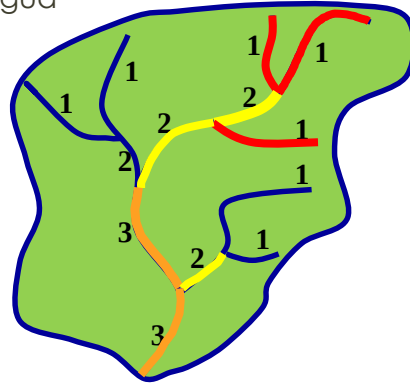
Características Físicas das B. Hidrográficas

- Tipo de solo
 - Arenoso e profundo: maior escoamento superficial
 - Argiloso e raso: menor escoamento superficial
- Uso do solo
 - Áreas de floresta: maior interceptação e maior consumo de água
 - Agricultura: redução da MO e da capacidade de armazenamento de água no solo
 - Áreas urbanas: redução da infiltração e aumento de picos de cheia

5

Características Físicas das B. Hidrográficas

- Declividade da bacia e dos rios
- Densidade de drenagem
- Ordem dos cursos d'água



6

Dinâmica da planície de inundação

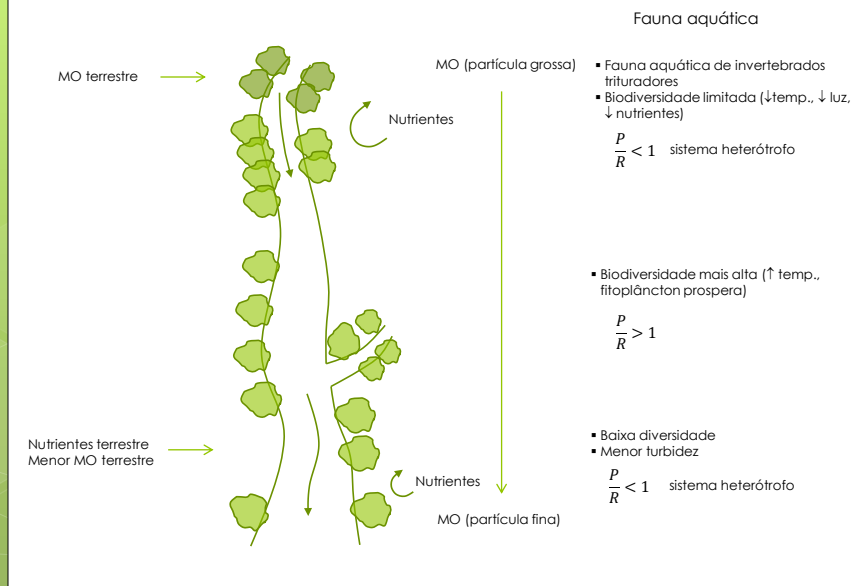
- Combinação do depósito do material aluvial (assoreamento) e retirada da superfície (degradação)
 - Assoreamento: responsável pela formação da planície
 - Degradação: quando o fornecimento de sedimento é menor que a retirada

7

Ecosistemas ribeirinhos (zona ripária)

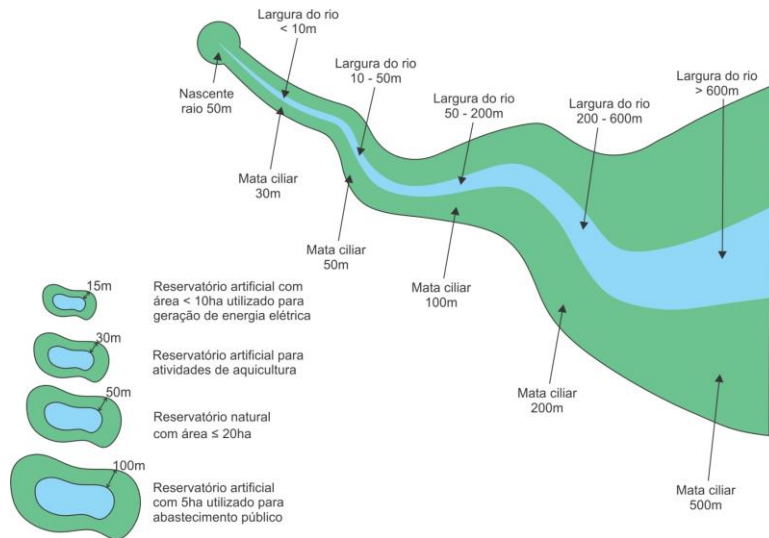
- Interface entre os ecossistemas aquático e terrestre
 - Mata ciliar, alta diversidade de espécies e alta produtividade
 - Diversidade depende do fluxo hidrológico, sedimentos, MO, formação do solo, etc.
 - MO do ecossistema terrestre converge e passa através da zona ripária (conecta a bacia com o rio)
 - Conecta área de montante com as de jusante da rede de drenagem

8



9

Código Florestal (Lei Federal 12651/2012)



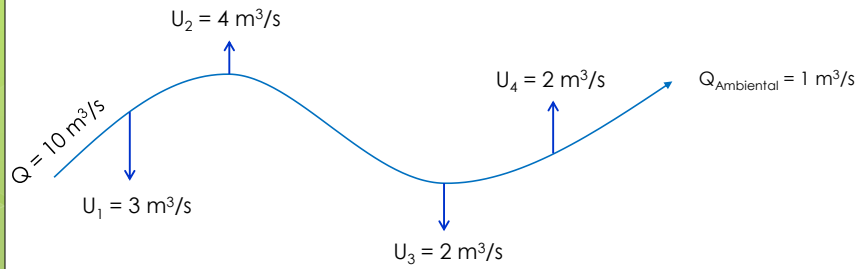
10

Código Florestal (Lei Federal 12651/2012)



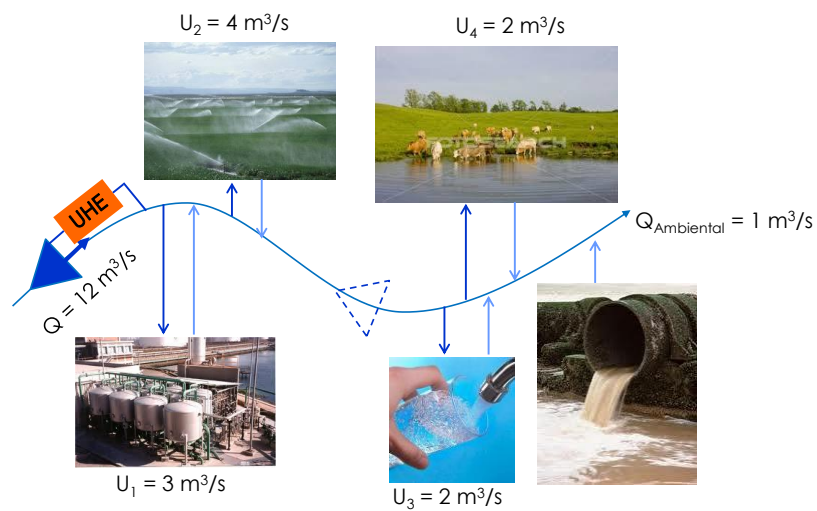
11

Sistema de aproveitamento de recursos hídricos



12

Sistema de aproveitamento de recursos hídricos



13

O Processo de Poluição das Água

- Resultado da associação entre os seguintes fatores
 - Usos múltiplos
 - Capacidade de dissolver as substâncias com as quais entra em contato
 - Ausência ou ineficácia de sistemas de tratamento de esgotos e efluentes
 - Lançamento indevido ou deliberado de poluentes nos corpos d'água

14

Tipos de poluição

Exemplo de Poluição Pontual

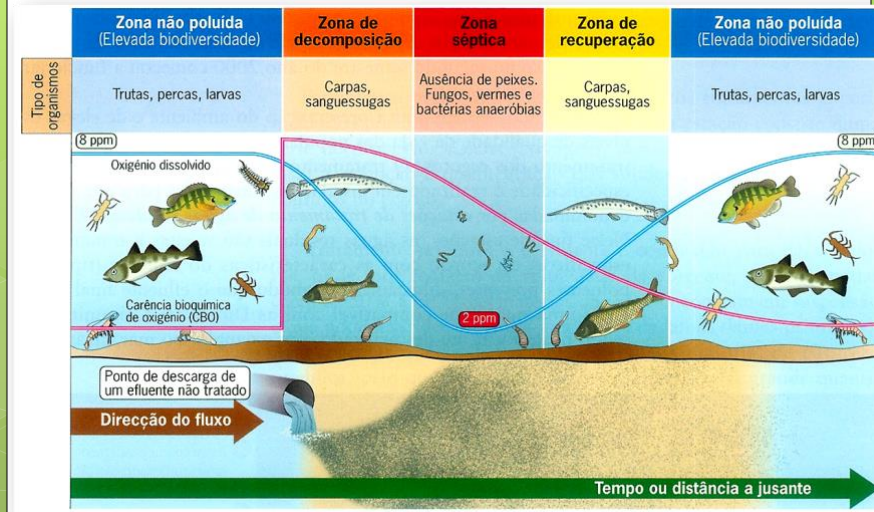
- A forma pela qual os poluentes são introduzidos nos corpos d'água
 - Poluição Pontual: fontes fixas, com lançamentos que podem ser controlados
 - Poluição difusa: não há um padrão no lançamento



Fonte: <http://site.sabesp.com.br>

15

Processo de autodepuração



(<http://7fbiolugar.blogspot.com.br>)

16

Principais poluentes

- Compostos orgânicos biodegradáveis
- Organismos patogênicos capazes de provocar doenças (vírus, bactérias e protozoários)
- Nutrientes
- Substâncias tóxicas
 - Metais pesados, compostos orgânicos recalcitrantes e demais substâncias químicas utilizadas pelo Homem
- Outros poluentes
 - Sólidos em Suspensão
 - Substâncias Radioativas
 - Poluição Térmica

17

Comportamento dos Poluentes no Meio Aquático

- Mecanismos físicos, químicos e biológicos alteram o comportamento dos poluentes e suas respectivas concentrações
 - Diluição e ação hidrodinâmica
 - Ação de microrganismos (autodepuração)
 - Ação da gravidade, incidência de luz e temperatura

18

Controle da poluição hídrica (Enquadramento dos corpos d'água)

- Instrumento de gestão (Lei Federal 9.433/1997)
- Permitir a ocupação das bacias hidrográficas e o uso desejado da água, conseguindo um nível adequado de controle dos resíduos
- Resolução Conama 357/2005
 - Classificação
 - Diretrizes ambientais
 - Condições e padrões de lançamento de efluentes

19

Águas Doces (salinidade $\leq 0,5$ g/L)

Classe Especial

- ao abastecimento para consumo humano, **com desinfecção**
- à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas
- à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral

Classe 1

- abastecimento para consumo humano, **após tratamento simplificado**
- à proteção das comunidades aquáticas
- à recreação de **contato primário**, (Resolução CONAMA 274/2000)
- à **irrigação de hortaliças** que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película
- à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas

20

Águas Doces

Classe 2

- ao abastecimento para consumo humano, **após tratamento convencional**
- à proteção das comunidades aquáticas
- à recreação de **contato primário** (Resolução CONAMA 274/2000;
- à **irrigação de hortaliças**, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto
- à aquicultura e à atividade de pesca

Classe 3

- ao abastecimento para consumo humano, após **tratamento convencional ou avançado**;
- à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- à pesca amadora;
- à recreação de **contato secundário**
- à dessedentação de animais

Classe 4

- à navegação
- à harmonia paisagística

21

Cinética do processo de autodepuração

Modelo de Streeter-Phelps

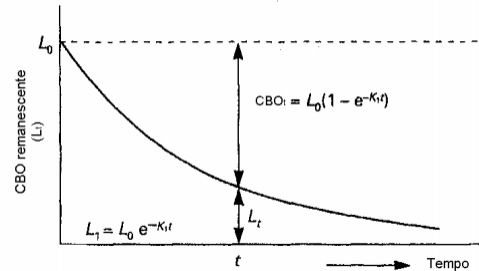
Demanda bioquímica de oxigênio

$$\frac{dL}{dt} = -k_1 L \Rightarrow L = L_0 e^{-k_1 t} \quad t = \frac{x}{U}$$

K_1 – taxa de desoxigenação (dia^{-1})
 L – DBO remanescente ao fim de t ($\text{mg O}_2/\text{L}$)

$$DBO_t = L_0 - L_t$$

DBO_t – Oxigênio consumido para decomposição da MO do início até t ($\text{mg O}_2/\text{L}$)



Meio	K_1
Água residual não tratada	0,35 – 0,70
Água residual tratada / Rio contaminado	0,10 – 0,25

K_1 depende da temperatura

$$K_{1,T} = K_{1,20} \theta^{(T-20)}$$

$$\theta \approx \begin{cases} 1,047, & 20 < T < 30^\circ \text{C} \\ 1,135, & 4 < T < 20^\circ \text{C} \end{cases}$$

22

Saturação de OD

$$OD_s = 14,65 - 0,41T + 0,008T^2$$

Variação do déficit de oxigênio

$$\frac{dD}{dt} = k_1 L - k_2 D$$

D – déficit de OD no instante t ($OD_s - OD_t$)
 K_1 – taxa de desoxigenação (dia^{-1})
 K_2 – taxa de reoxigenação (dia^{-1})

$$K_2 = 3,9 \sqrt{\frac{U}{h^3}}$$

h – profundidade da água (m)
 U – velocidade média da água (m/s)

$$K_{2,T} = K_2 (1,025)^{T-20}$$

Variação do déficit de oxigênio em função do tempo

$$D_t = \frac{k_1 L_0}{k_2 - k_1} (e^{-k_1 t} - e^{-k_2 t}) + D_0 e^{-k_2 t}$$

D_0 – déficit de OD em $t = t_0$ ($D_0 = OD_s - OD_0$)

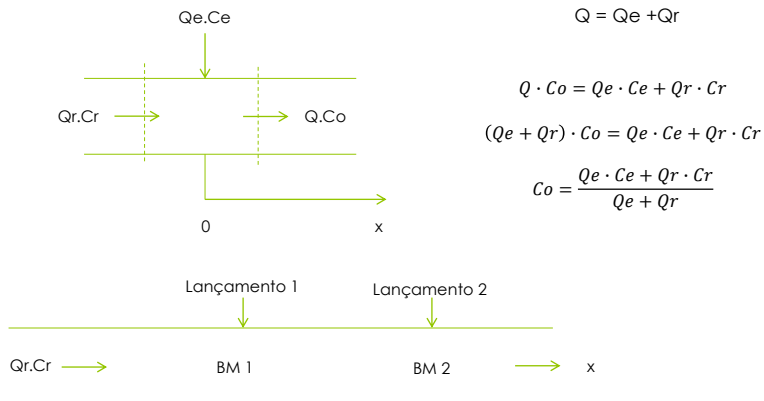
Variação do déficit de oxigênio ao longo do curso de água

$$t = \frac{x}{U} \quad \begin{array}{l} x - \text{distância (m)} \\ U - \text{velocidade da água (m/s)} \end{array}$$

$$D_x = \frac{k_1 L_0}{k_2 - k_1} \left(e^{-k_1 \frac{x}{U}} - e^{-k_2 \frac{x}{U}} \right) + D_0 e^{-k_2 \frac{x}{U}}$$

23

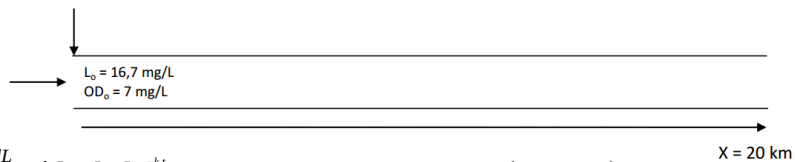
Balanço de massa



24

Exercício

Um rio recebe um lançamento de efluente em um determinado ponto. A velocidade da água é 0,403 m/s. A taxa de desoxigenação é de 0,76 d⁻¹ e taxa de reoxigenação é de 1,84 d⁻¹. Considerando que a temperatura da água é de 20 °C, que as concentrações iniciais de DBO é de 16,7 mg/L e a de OD é de 7 mg/L, determine a concentrações de DBO e OD a 20 km do ponto de lançamento.



$$\frac{dL}{dt} = -k_1 L \Rightarrow L = L_0 e^{-k_1 t}$$

$$L = 16,7 \cdot e^{-\frac{0,76 \cdot 20000}{34819,2}} = 10,79 \text{ mg/L}$$

$$OD_s = 14,65 - 0,41 \cdot 20 + 0,008 \cdot 20^2 = 9,65 \text{ mg/L}$$

$$D_o = 9,65 - 7 = 2,65 \text{ mg/L}$$

$$D_s = \frac{k_1 L_0}{k_2 - k_1} \left(e^{-k_1 \frac{x}{U}} - e^{-k_2 \frac{x}{U}} \right) + D_0 e^{-k_2 \frac{x}{U}}$$

$$D_s = \frac{0,76 \cdot 16,7}{1,84 - 0,76} \cdot \left(e^{-\frac{0,76 \cdot 20000}{34819,2}} - e^{-\frac{1,84 \cdot 20000}{34819,2}} \right) + 2,65 \cdot e^{-\frac{1,84 \cdot 20000}{34819,2}} = 4,43 \text{ mg/L}$$

$$D_s = OD_s - OD_x$$

$$OD_x = OD_s - D_s$$

$$OD_x = 9,65 - 4,43 = 5,22 \text{ mg/L}$$

Fim

Derísio, J.C. Introdução ao controle de poluição ambiental. Ed. 4. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. (Capítulo 2)