

AMBIENTE BIOSEDIMENTAR

1. Ecologia bêntica

1.1 Compartimentos do ambiente sedimentar

1.2 Características e interações

1.2 Biota

1.2.1 Fauna bêntica

1.2.1.1 Macrofauna

1.2.1.2 Meiofauna

1.3 Dinâmica das populações

1.2.1 Ciclos de vida; suas implicações na estrutura dos povoamentos

1.2.2 Factores que afectam os ciclos de vida das populações bênticas

1.4 Interações água-sedimento

1.4.1 Bioperturbação. Processos e relevância ecológica

1.4.2 Importância da bioperturbação nos ciclos biogeoquímicos dos nutrientes

2. Qualidade do ambiente sedimentar

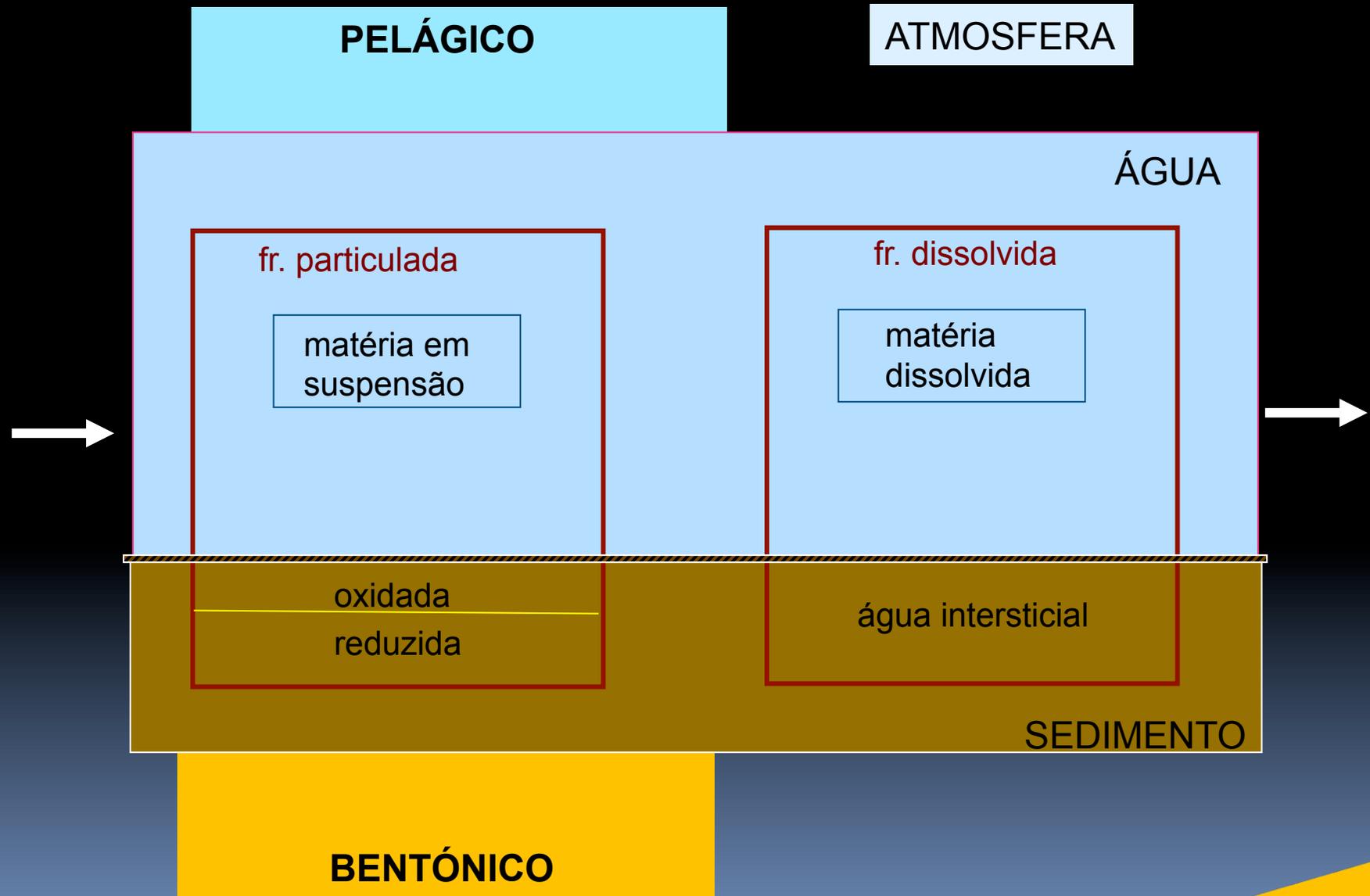
2.1 Descritores de qualidade sedimentar

2.2 Relevância destes descritores na qualidade ecológica de um sistema aquático.

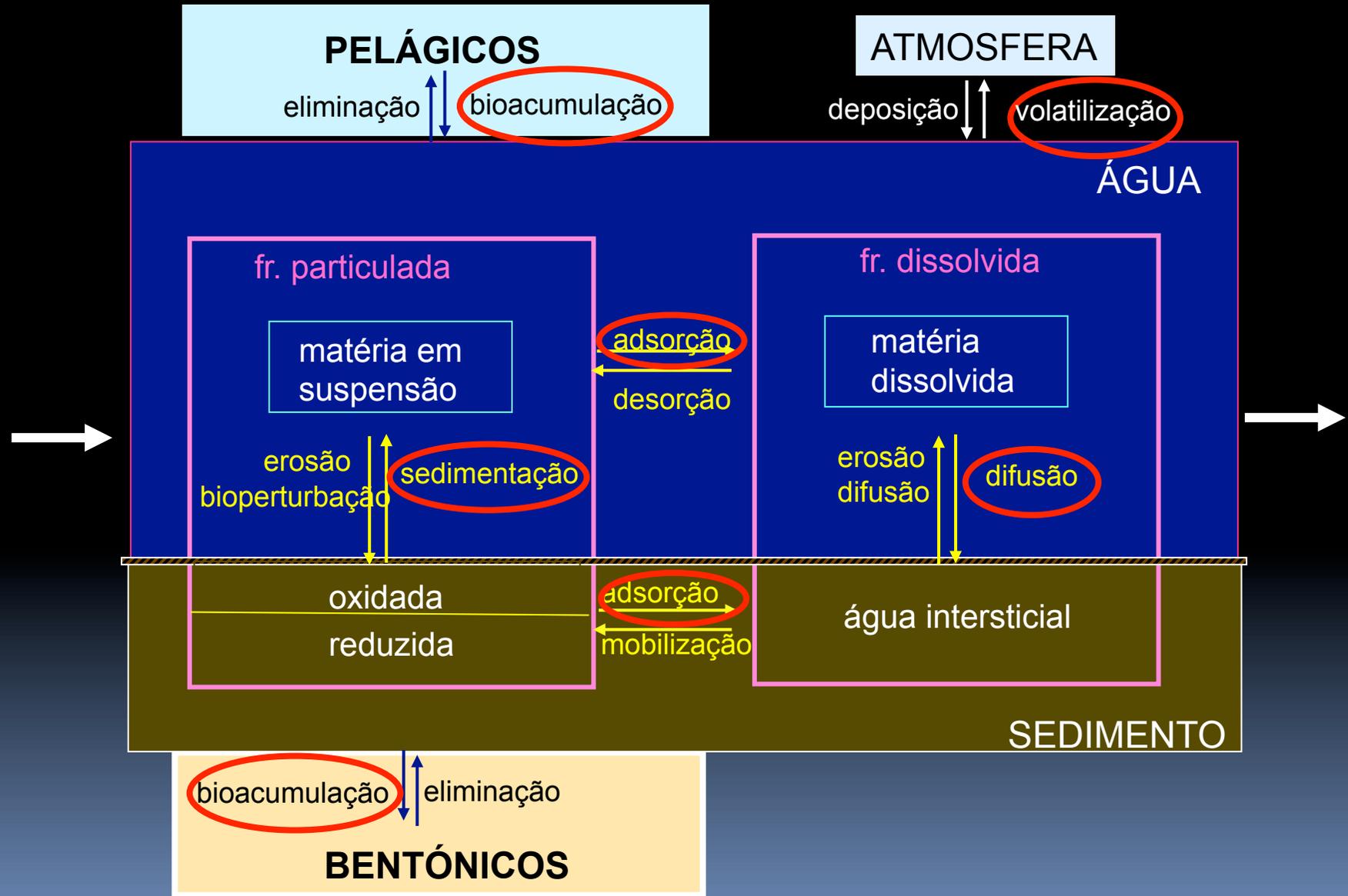
Porquê sedimentos?

- Elevada biodiversidade
- Concentração de contaminantes
- Risco para a vida bentónica
- Remobilização → biodisponibilidade
- Risco saúde pública

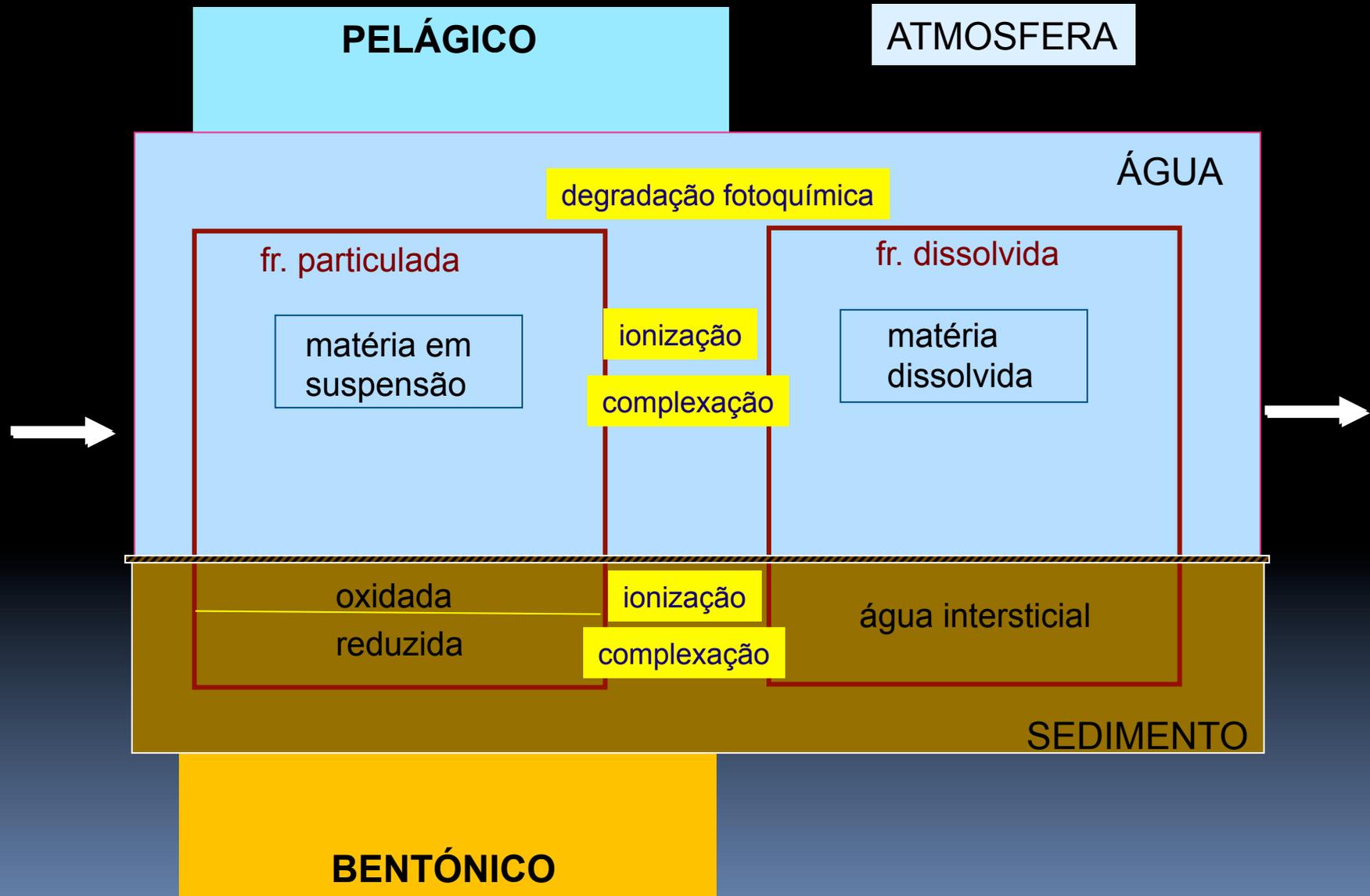
Compartimentos do ambiente sedimentar



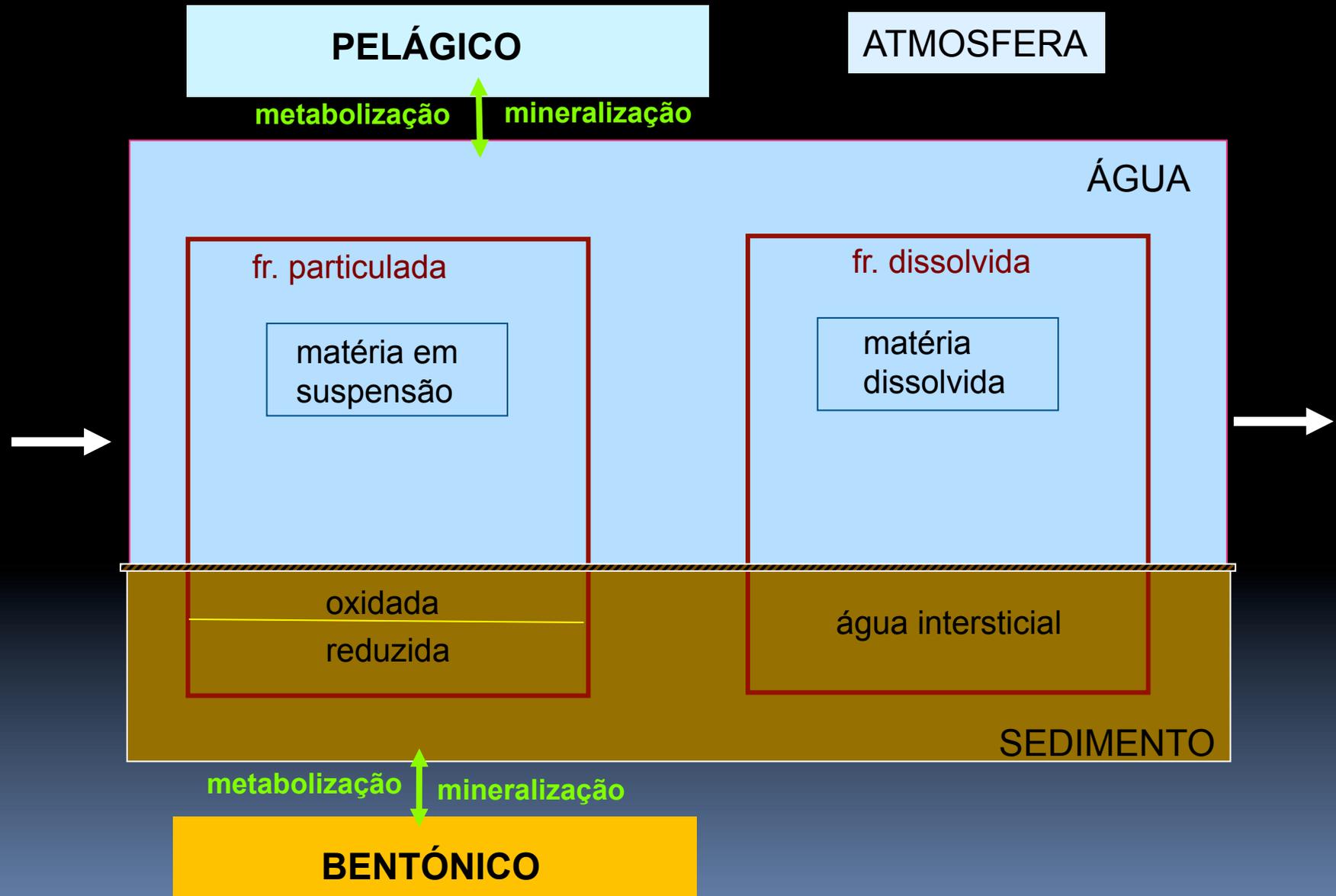
Processos de troca



Processos de especiação



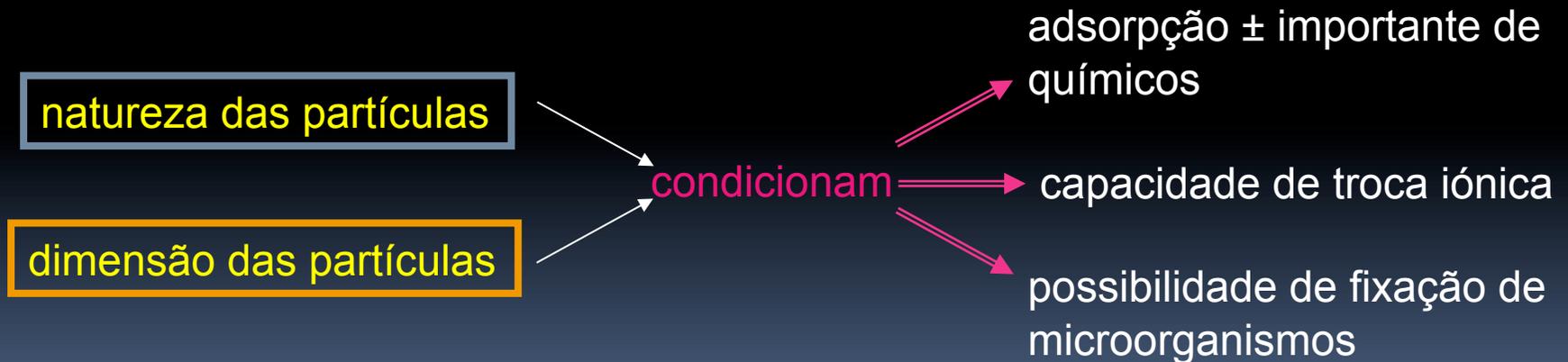
Processos de transformação



Ambiente sedimentar

- J Importante complexidade e variabilidade
- J Fase sólida (dominante) + fase líquida (água intersticial)
- J Estrutura heterogênea, em princípio estratificada

Fase sólida - argilas, carbonatos, sulfatos, sulfuretos, hidróxidos
detritos orgânicos, substâncias orgânicas insolúveis, biomassa ...



Água intersticial - substâncias minerais e orgânicas intervindo em processos de transformação química e bioquímica

substâncias orgânicas

- actividade biológica (fontes de energia, cometabolitos, factores de crescimento)
- complexação de substâncias minerais ou orgânicas

substâncias minerais

- actividade microbiológica (derivados de N, P e S)
- reacções de oxidação-redução, complexação, precipitação
- modificação da especiação de metais e metaloides presentes

gases

OD - condiciona a actividade dos microorganismos

H₂S - condiciona a precipitação de metais

- ❖ Forças de Van der Waals
- ❖ Minerais argilosos
- ❖ Salinidade do meio $>0,5\%$

colisão
entre
partículas

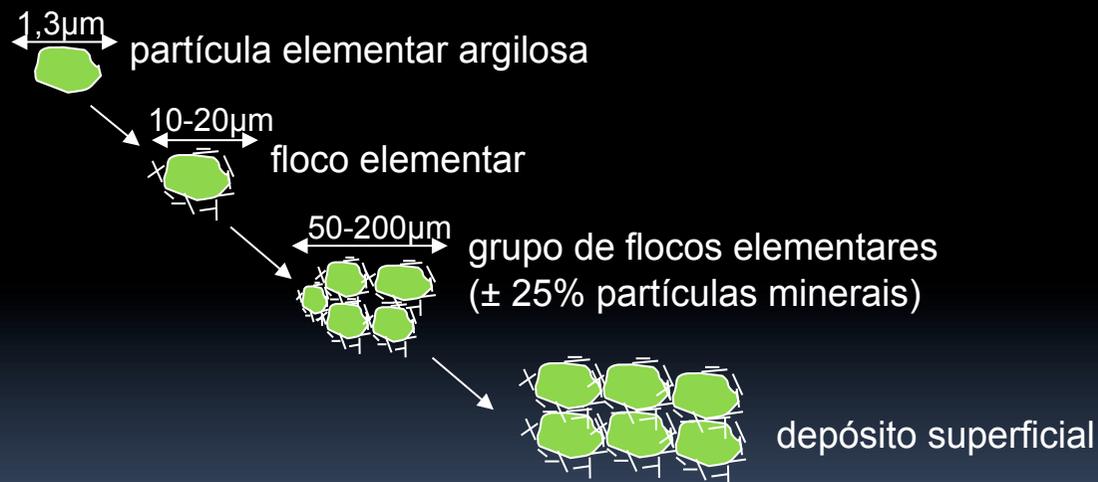
propriedades
coesivas

processos
de floculação

processos
de decantação

hidrodinamismo

características
do
meio
sedimentar



Matéria orgânica

- sob a forma livre (sem íntima ligação com a fracção mineral)
- formando coloides húmicos e complexos organometálicos

Escala granulométrica de Wentworth

$$\varphi = -\log_2(X\text{mm})$$

φ	mm	classe	sedimento
-8	256 mm	Boulders	CASCALHO
-6	64 mm	Cobbles	
-2	4 mm	Pebbles	
-1	2 mm	Granules	
0	1 mm	Very Coarse Sand	
1	1/2 mm	Coarse Sand	AREIA
2	1/4 mm	Medium Sand	
3	1/8 mm	Fine Sand	
4	1/16 mm	Very Fine Sand	
8	1/256 mm	Silt	
		Clay	

areia : vasa	cascalho (%)				
	<0,01	0,01-5%	5-30%	30-80%	>80%
< 1:9	V	V(c)	Vc		C
1:9 - 1.1	Va	Va(c)	Cv		
1:1 - 9:1	Av	Av(c)	Avc	Cav	
> 9:1	A	A(c)	Ac	Ca	

Os 15 principais tipos de sedimentos segundo Folk (1980). V = vasa; v = vasoso; A = areia; a = arenoso; C = cascalho; c = saibroso; (c) = ligeiramente saibroso. Vasa (< 62,5 µm) = silte + argila

Porosidade - percentagem do volume total (Vt) que é ocupado por espaços intersticiais

$$P = (V_i \times 100) / V_t$$

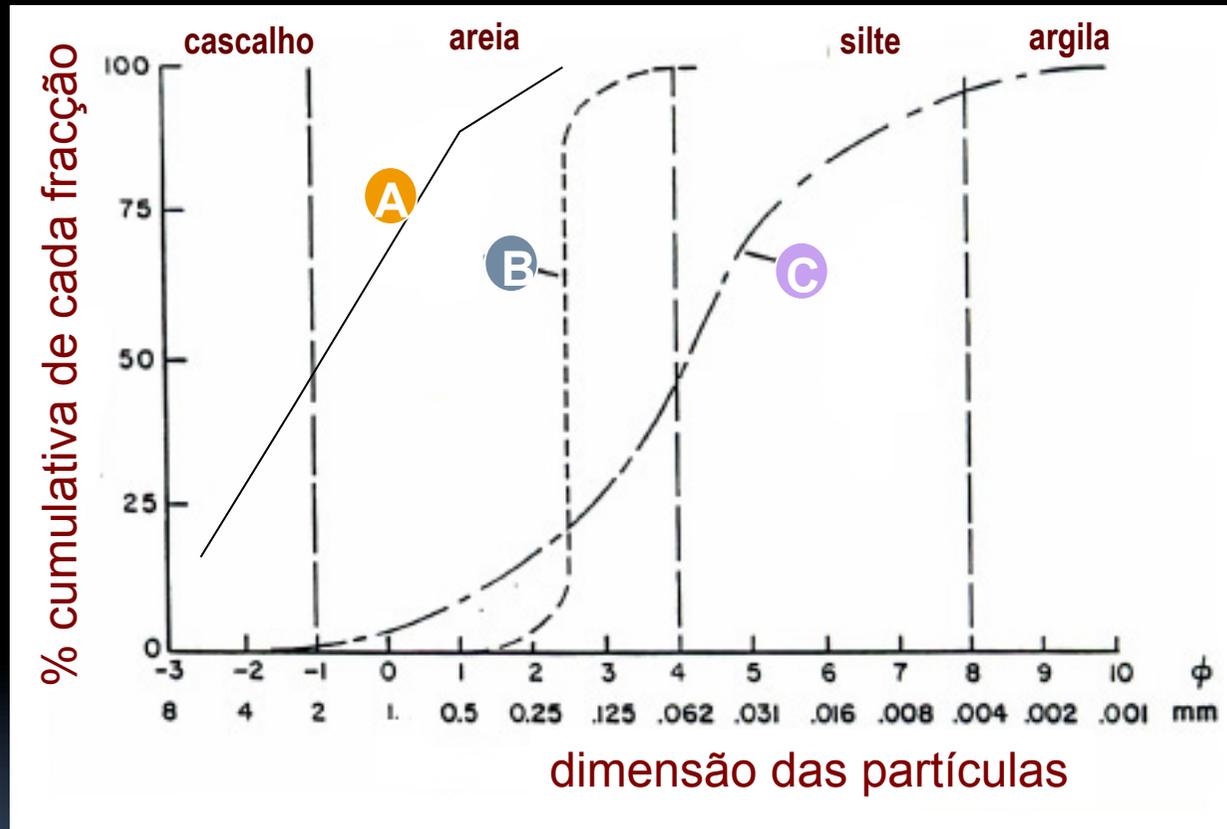
Permeabilidade - em larga medida função da granulometria, no entanto a actividade biológica sob a forma de secreções ou populações microbianas pode colmatar os espaços intersticiais e reduzir a permeabilidade.

$$K = \frac{QL}{THA}$$

K = volume de água que atravessa, no tempo T, uma secção de sedimento de área A e altura L. H é a diferença de peso da água responsável pelo fluxo.

Coesão - é uma estimativa da pressão lateral (Kg.cm⁻²) necessária para quebrar um bloco de sedimento ou alterar a sua estrutura. Aumenta com o aumento da força de ligação inter-partículas e com a diminuição da porosidade, conteúdo em água e dimensão das partículas. A bioperturbação pela actividade de invertebrados bênticos e por materiais secretados por invertebrados e por microorganismos tende também a aumentar a coesão.

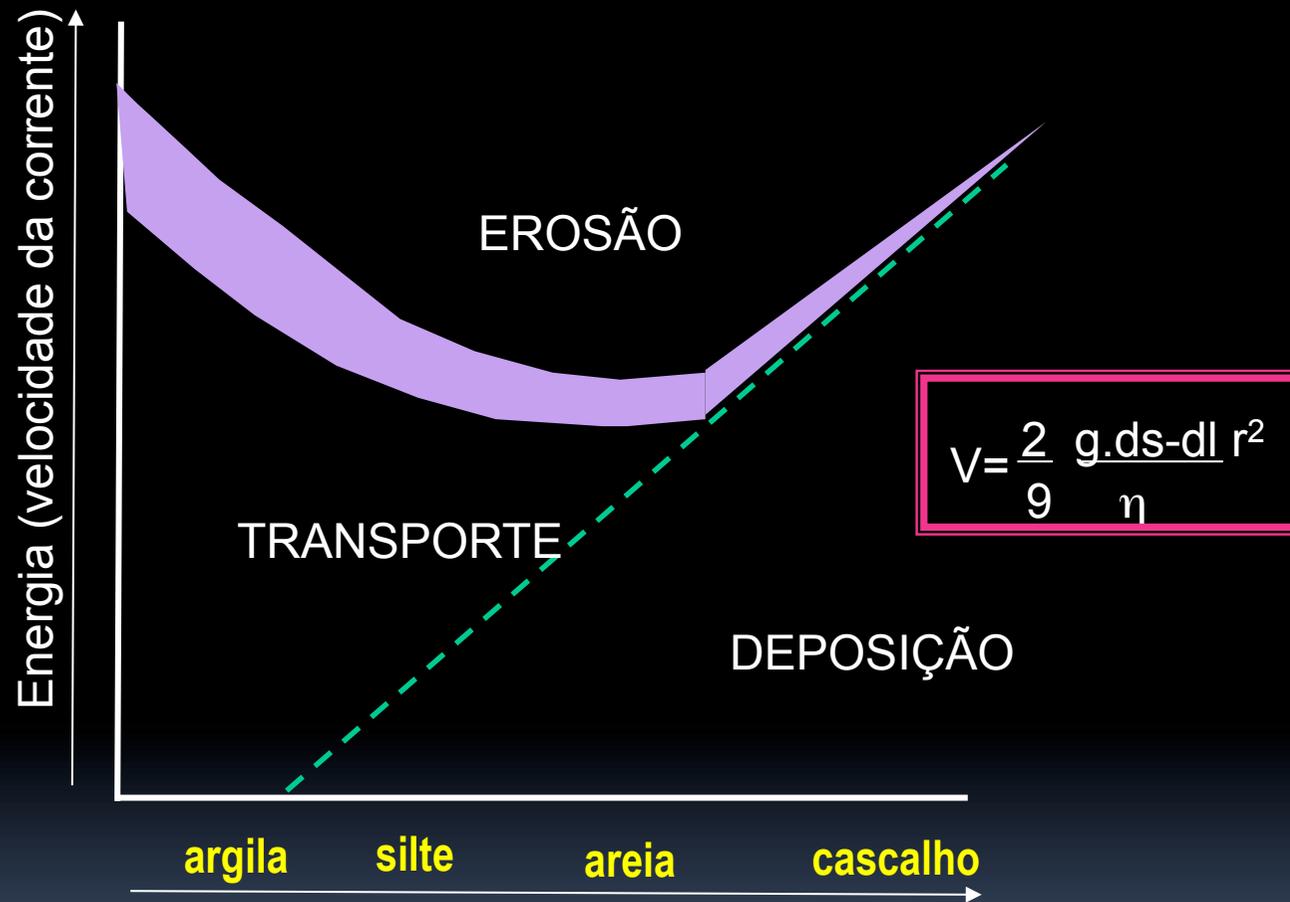
Curvas cumulativas de distribuição granulométrica do sedimento



- A** - areia ligeiramente saibrosa
- B** - areia fina (bem calibrada; pobremente seleccionada = partículas muito uniformes)
- C** - areia vasosa (mal calibrada = partículas muito heterogéneos)

Curvas de equilíbrio de Kjulstrom

erosão / transporte / sedimentação



Em sedimentos coesivos

TENSÃO DE CORTE (shear stress) CRÍTICA = GRAVIDADE + FRICÇÃO + COESÃO

Factores que afectam a qualidade sedimentar

Estrutura

Grau de **compactação** e **homogeneidade**

Estratificação - estratos com composição e condições diferentes
- presença de nichos ecológicos

Dificuldade de modelação em laboratório das diferentes funções do sedimento

Potencial de oxidação-redução Eh

Importante na especiação de metais e actividade de microorganismos

pH

Influencia: 1. o grau de ionização de substâncias minerais

2. a actividade dos microorganismos

3. a possibilidade de solubilização de substâncias orgânicas ou minerais

4. condiciona o coeficiente de partição entre as partículas e a água intersticial

Temperatura

Influencia: 1. a cinética das reacções químicas

2. a cinética das reacções bioquímicas

3. a solubilidade de substâncias orgânicas ou minerais

Luz

Influencia: 1. desenvolvimento superficial de organismos autotróficos

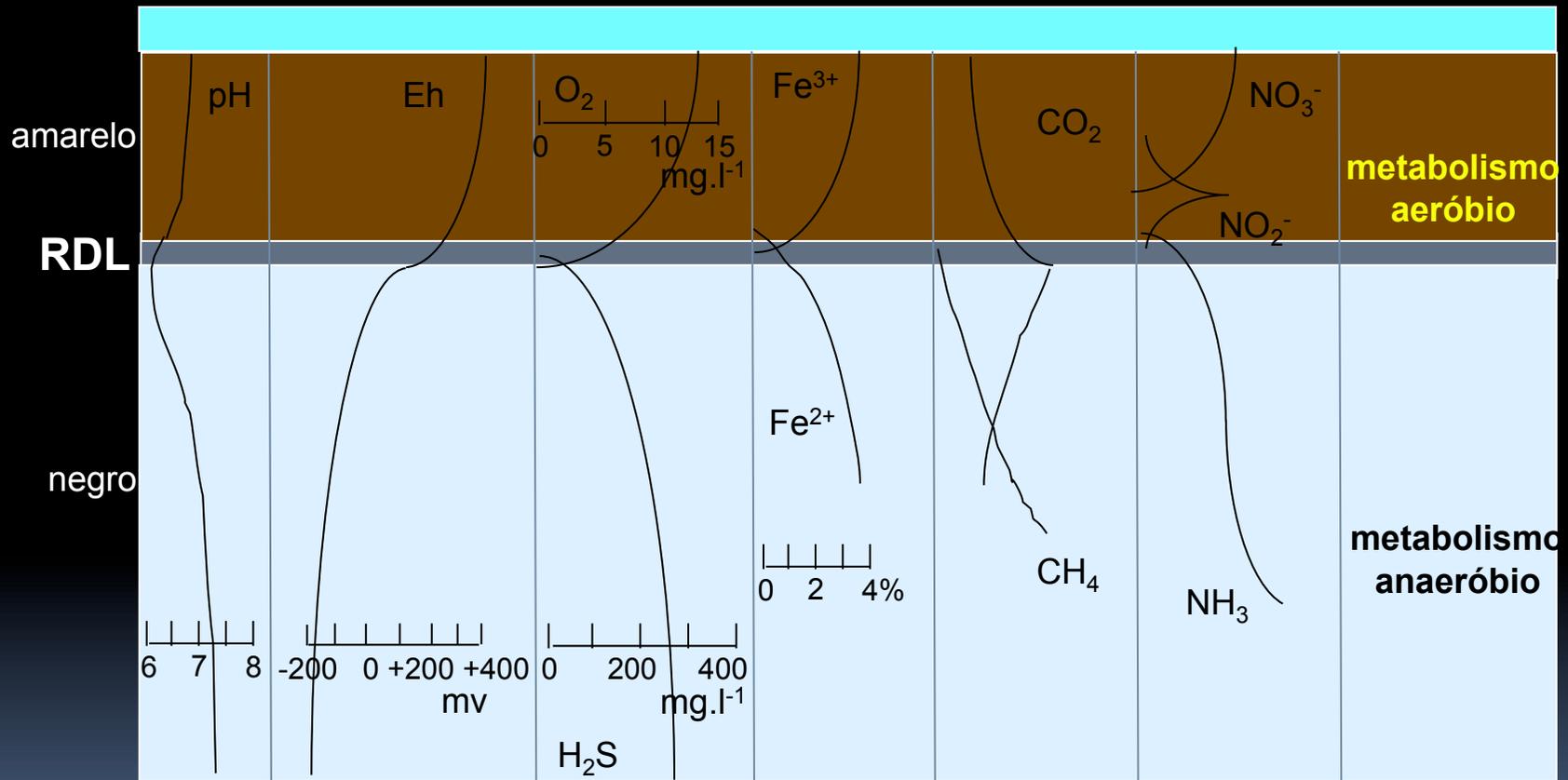
2. fenómenos de fototransformação

Hidrodinamismo

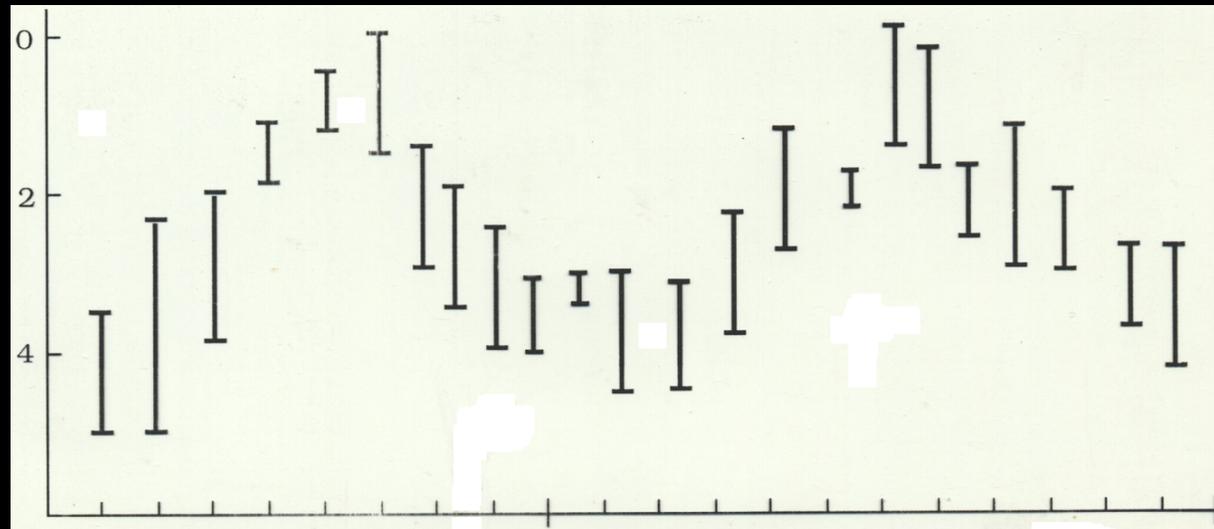
Influencia: 1. a oxigenação das camadas superficiais do sedimento

2. o contacto e fixação de organismos ao substrato

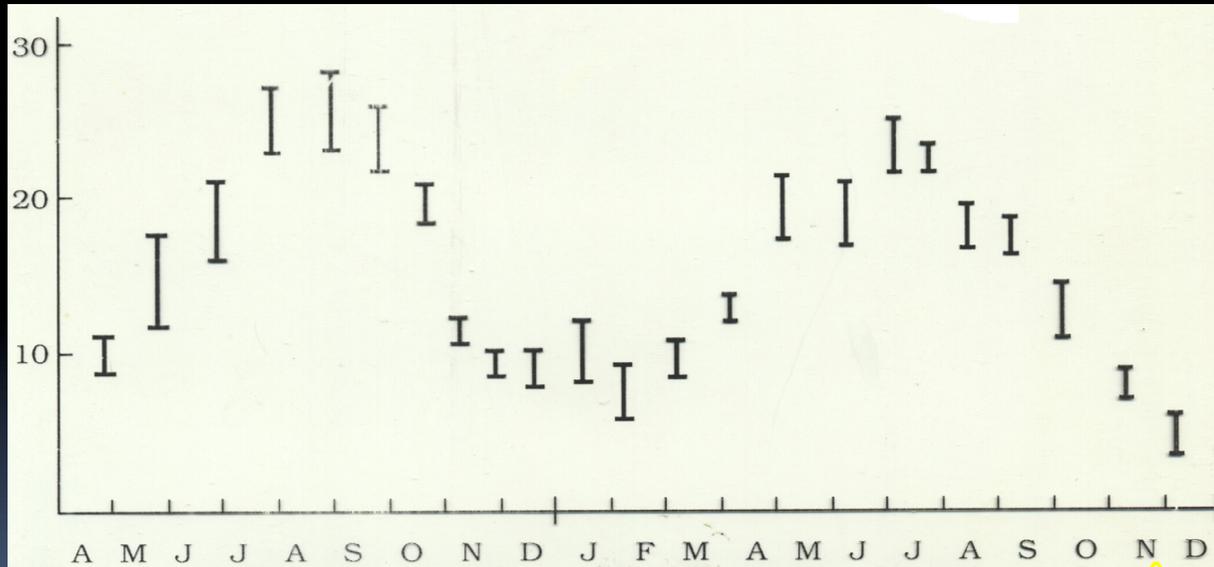
Estratificação do sedimento superficial



Profundidade (cm)

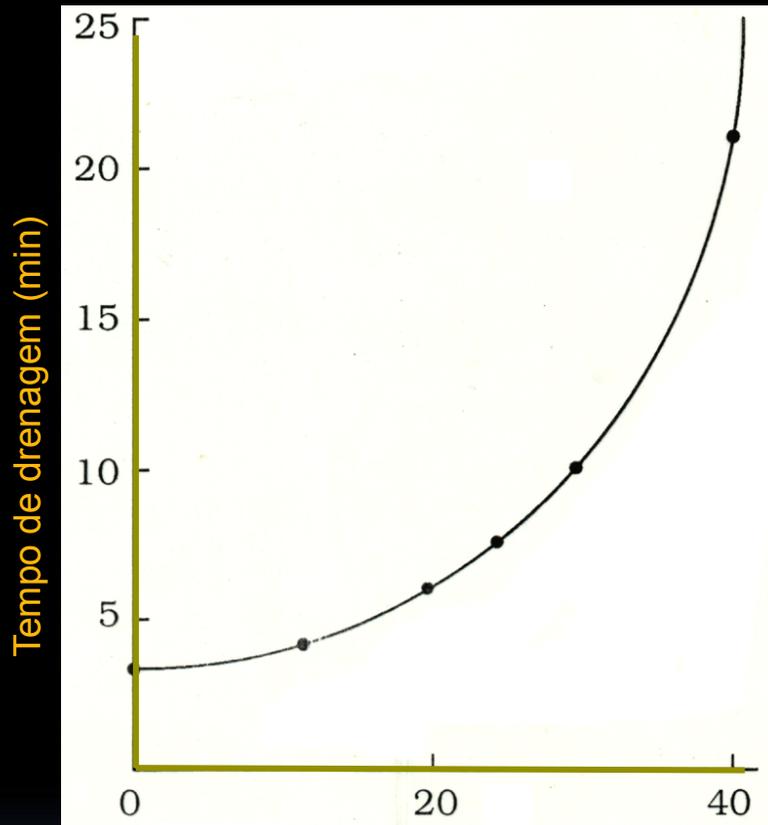


Temperatura (°C)



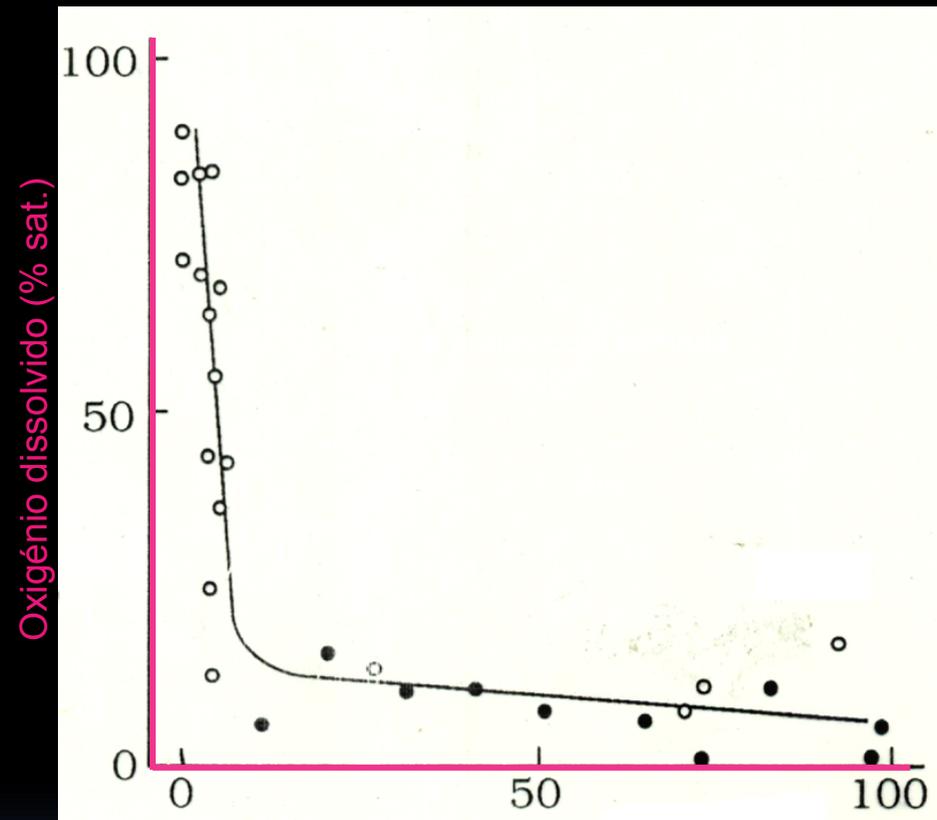
mês

Varição temporal da profundidade a que começa a camada negra do sedimento numa praia arenosa e a correspondente variação de temperatura (ar, água e sedimento a 5cm de prof.)



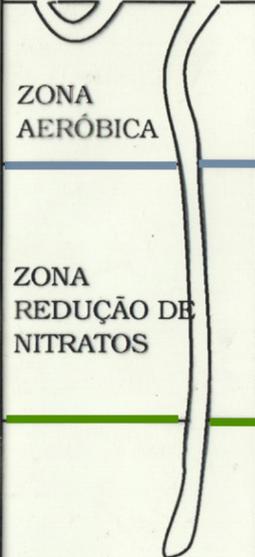
% areia fina em sedimentos arenosos

Relação entre a % (em peso) das partículas que em amostras de areia passam a malha 0,25mm (areia fina) e a permeabilidade das amostras à água (tempo de drenagem de uma coluna de 50cm de água através de uma coluna de areia de 10cm)



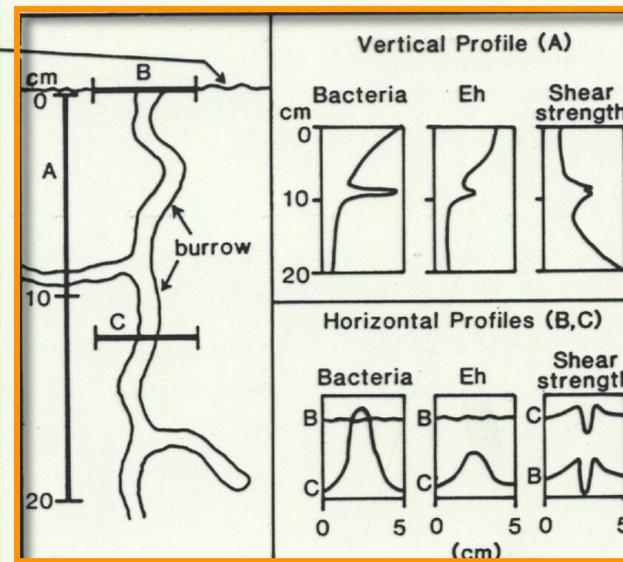
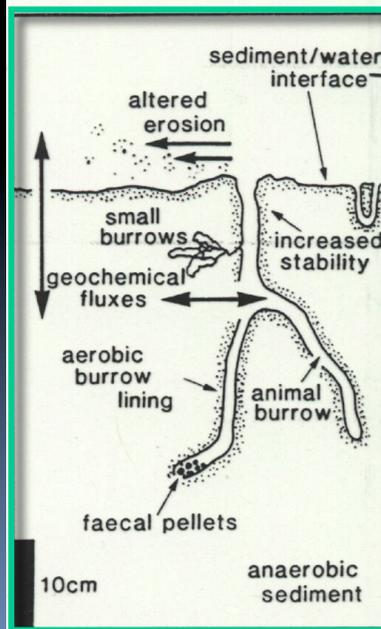
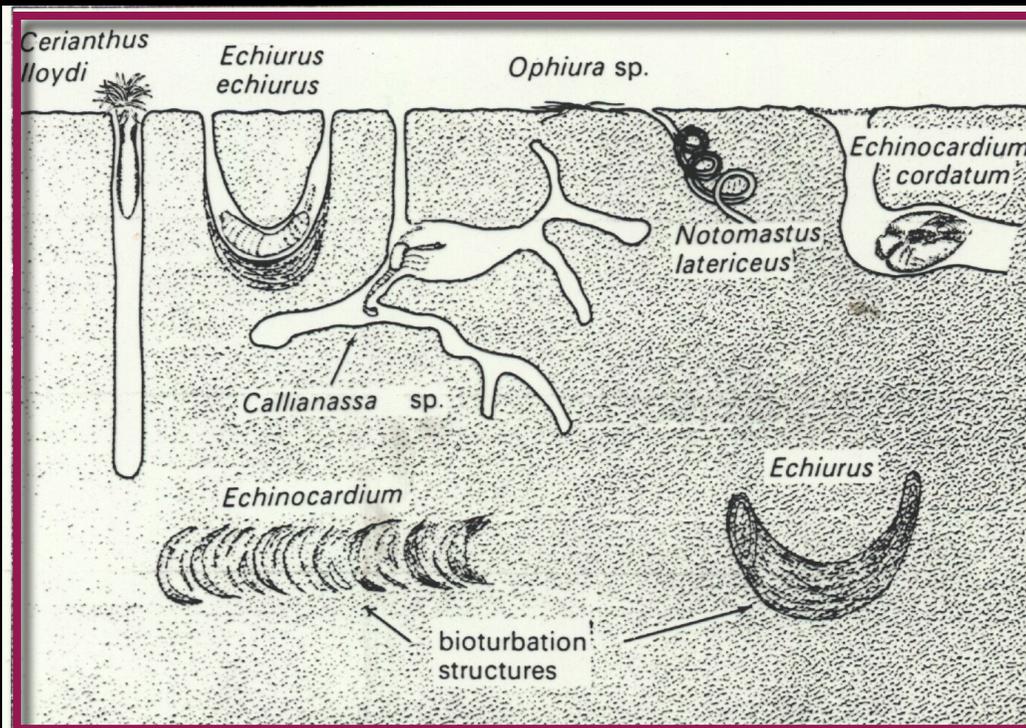
% areia fina

Relação entre a % (em peso) das partículas que em amostras de areia passam a malha 0,25mm (areia fina) e o teor em oxigênio intersticial, para 28 praias

<p>AGUA</p> 	$(CH_2O)_{106} (NH_4)_4 H_3PO_4 + 106 O_2 \rightarrow 106 CO_2 + 16NH_3$ $+ H_3PO_4 + 106 H_2O$	<p>Kcal.min-1</p>
<p>ZONA AERÓBICA</p>	$NH_4^- + 1,5 O_2 \rightarrow NO_2^- + H_2O + 2H^+$ $NO_2^- + 0,5 O_2 \rightarrow NO_3^-$ <p style="text-align: right;">RESPIRAÇÃO AERÓBIA</p> $CH_4 + 2O_2 \rightarrow 2H_2O + CO_2$	<p>-686</p>
<p>ZONA REDUÇÃO DE NITRATOS</p>	$(CH_2O)_{106} (NH_3)_{16} H_3PO_4 + 684,8 NO_3^- \rightarrow 106 CO_2 +$ $42,4N_2 + 16NH_3 + H_3PO_4 + 148,4H_2O$ $5NH_4^- + 3NO_3^- \rightarrow 4N_2 + 9H_2O + 2H^+$ <p style="text-align: right;">REDUÇÃO DE NITRATOS</p>	<p>-587</p>
<p>ZONA REDUÇÃO DE SULFATOS</p>	$(CH_2O)_{106} (NH_3)_{16} H_3PO_4 + 53 SO_4^{2-} \rightarrow 106 CO_2 + 53S^{2-}$ $+ 16NH_3 + H_3PO_4 + 106H_2O$ $CH_4 + SO_4^{2-} \rightarrow HCO_3^- + HS^- + H_2O$ $2 CH_3CHOHCOOH + SO_4^{2-} \rightarrow 2 CH_3COOH + HCO_3^- + H_2S$ <p style="text-align: right;">REDUÇÃO DE SULFATOS</p>	<p>-220</p>
<p>ZONA REDUÇÃO DE CARBONATOS</p>	$CH_3COOH \rightarrow CH_4 + CO_2$ $CO_2 + 4 H_2 \rightarrow CH_4 + 2 H_2O$ <p style="text-align: right;">PRODUÇÃO DE METANO</p>	<p>-57</p>

Seqüência de reacções mediadas microbiologicamente, em sedimentos estuarinos

BIOTURBAÇÃO



Características e interações

Granulometria /colonização

estrutura do sedimento



estrutura do povoamento

Fauna bântica

Macrofauna - animais $> 1\text{mm}$

Meiofauna - animais $1\text{mm} \leftrightarrow 100\ \mu\text{m}$

Microfauna - organismos $< 100\ \mu\text{m}$

Microfitobentos (maioritariamente diatomáceas e dinoflagelados)

Macroalgas (Chlorophyta, Phaeophyta e Rodophyta)

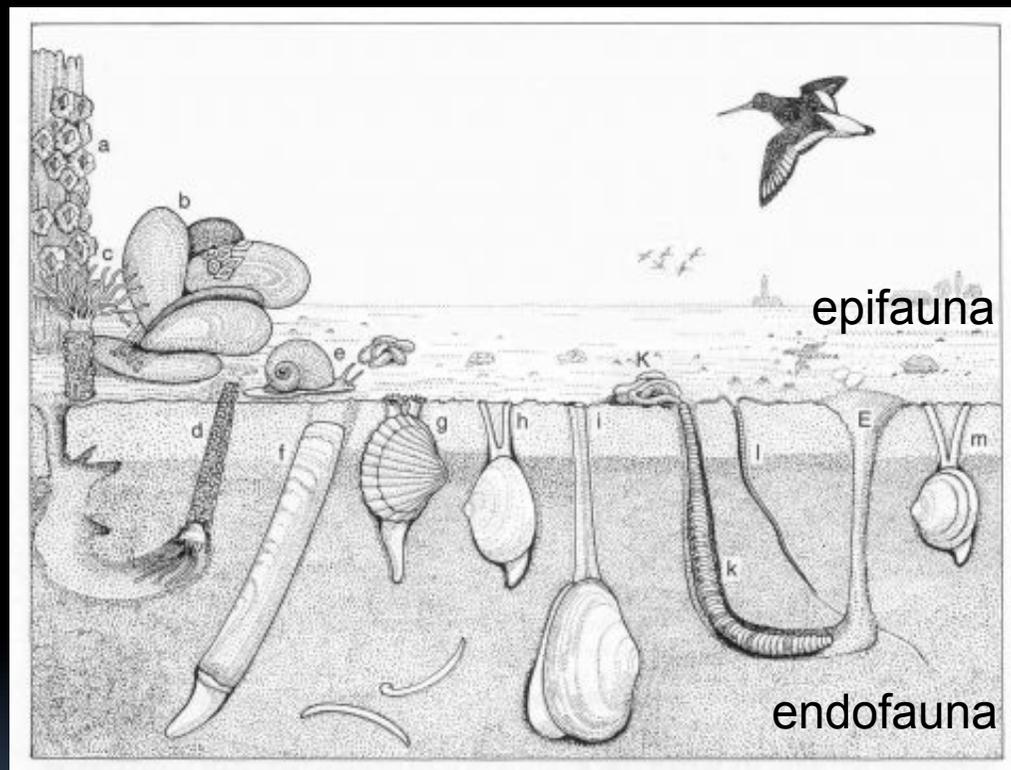
Macrófitas (plantas de sapal e gramíneas)

Macrofauna invertebrados e peixes



(C) Miquel Pontes <http://marenostrum.org>

exemplos



Macrofauna

Características tróficas / dinâmicas / metabolismo

Epifauna - sésseis (responsáveis pelo fouling)

Maioritariamente suspensívoro ou filtradores

1. reduzem a turbidez (removem quantidades de seston >8 xs o seu peso. dia^{-1})
2. regeneram amónia e fósforo
3. podem modificar a correntologia local
4. são importante fonte de alimento para aves, peixes e Homem

Epifauna - móveis

Predadores ou detritívoros

1. bioperturbação activa
2. regeneração de nutrientes
3. importante fonte de alimento para aves, peixes e Homem

Macrofauna

Características tróficas / dinâmicas / metabolismo

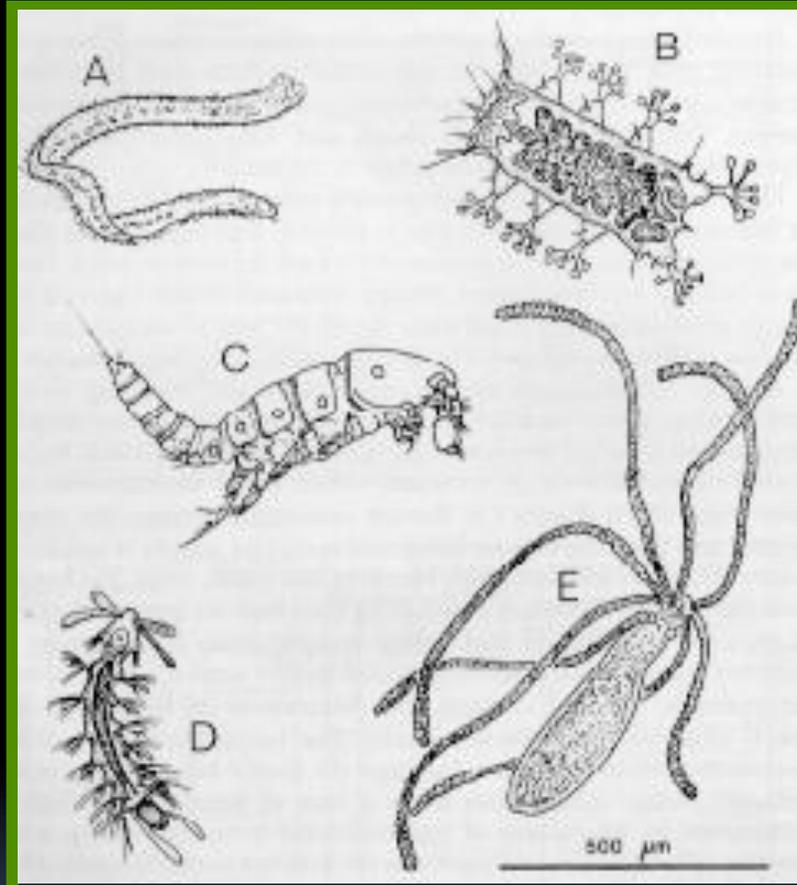
Endofauna - grande diversidade

Alimentam-se de organismos vivos e de detritos orgânicos

1. em estuários a comunidade é controlada essencialmente por factores físicos
2. dominam espécies oportunistas ou de tipo r
3. em biótopos vasosos dominam espécies depositívoras não selectivas ou detritívoras e em biótopos arenosos dominam suspensívoros ou filtradores
4. biomassa total - em média entre 27 e 40 g PO.m⁻²
5. a composição qualitativa da comunidade é função das características da água (salinidade, temperatura e batimetria) e do sedimento
6. revolvem e oxigenam o sedimento
7. contribuem de forma significativa para a biodeposição e regeneram nutrientes inorgânicos
8. são importante fonte para outros macrobentos, peixes e Homem

Meiofauna

exemplos



Espécies temporárias (juvenis da macrofauna) e permanentes (nemátodes, tardígrados, copéodes, rotíferos, oligoquetas, alguns poliquetas e cnidários).

Meiofauna

Características tróficas /dinâmicas / metabolismo

1. grupo mais conservativo que a macrofauna
2. predomínio de fauna intestinal em areias (podendo penetrar até cerca de 1m) e de escavadores em vasas.
3. algumas espécies podem suportar condições redutoras por curtos períodos
4. biomassa média de 1 - 2 g PO.m⁻², mas elevadas densidades
5. remineralizam a matéria orgânica
6. servem de alimento a detritívoros e ao necton

SAPAIS

Spartina maritima
n.v. murraça



Arthrocnemum glaucum
n.v. gramata



Angiospérmicas – gramíneas do género Zoostera



A estrutura das populações é fortemente influenciada pelo recrutamento

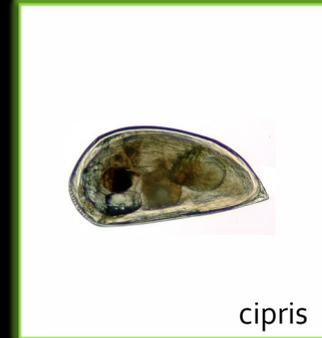
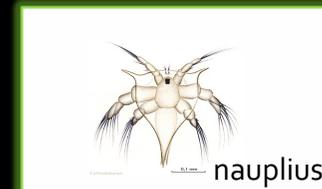
recrutamento

processo que inclui: dispersão,

deposição no substrato e
metamorfose das larvas

fixação dos adultos

tipos de larvas (vida curta e vida longa)

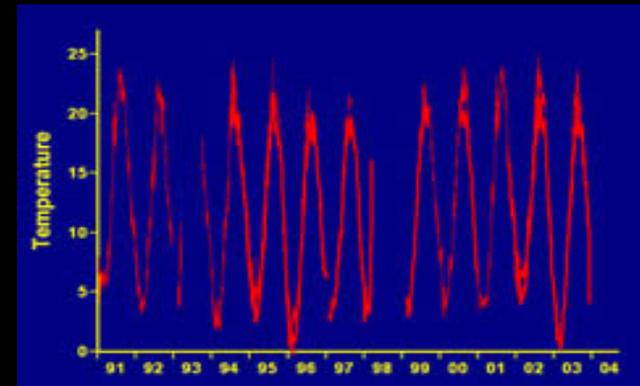
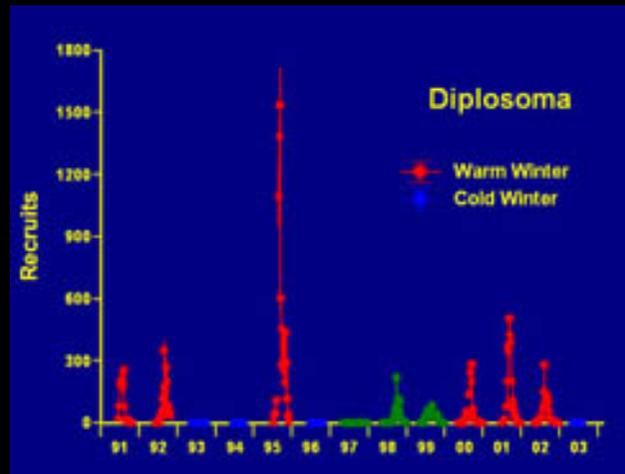


(substrato artificial)

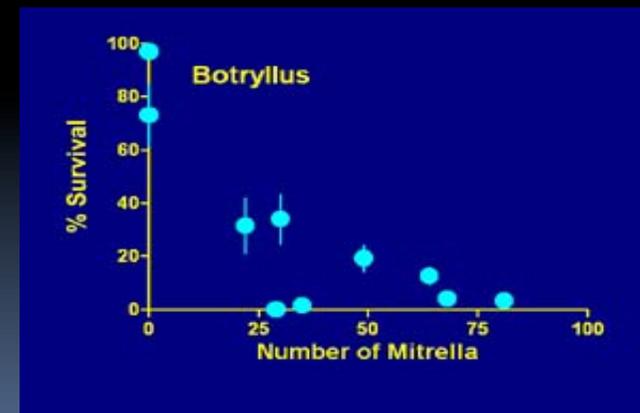
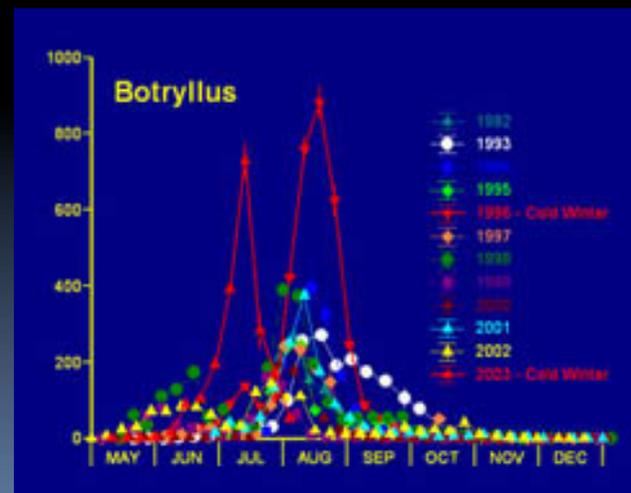


Factores que afectam os ciclos de vida das populações bênticas

Variações na (i) **TEMPERATURA** e (ii) **PREDACÃO** ou presença de espécies não nativas influenciam o recrutamento e a estrutura dos povoamentos



Influência da temperatura no recrutamento de 2 ascídias



Influência da predação, pelo gastrópode *Mitrella* no desenvolvimento dos juvenis

Refa: http://www.serc.si.edu/labs/benthic_ecology/
Smithsonian Environmental Research Center

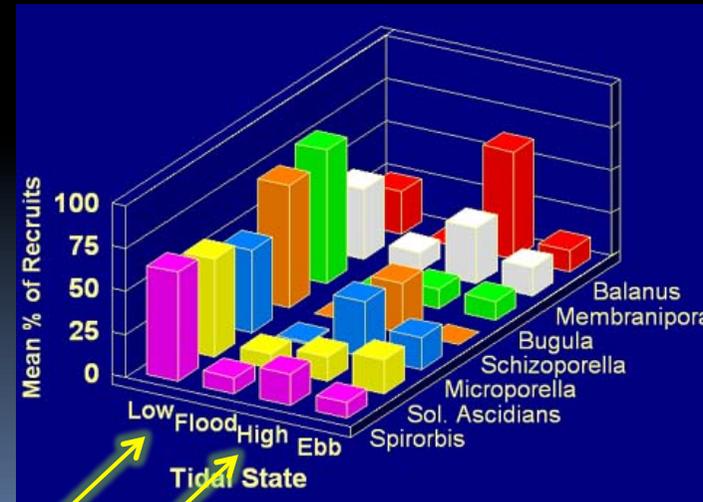
Factores que afectam os ciclos de vida das populações bênticas

(iii) CORRENTES

- recrutamento em **espécies com larvas de vida curta** parece ser função de **condições locais**,
- enquanto que o recrutamento em **espécies com larvas de vida longa** ocorre a **uma escala regional**.
- Este conhecimento permite uma gestão adequada em estratégias de conservação ou recuperação da biodiversidade.

(iv) MARÉS

- o recrutamento tem maior sucesso se ocorre em estufa de maré, particularmente em baixa-mar



Espécies invasoras e alterações climáticas

A dispersão de **espécies invasoras e as alterações climáticas** constituem os problemas ambientais globais mais sérios.

As espécies invasoras podem dominar as comunidades costeiras (i.e. *Sargassum* na costa portuguesa).

1. algumas invasoras podem reproduzir-se mais cedo, permitindo a colonização do habitat antes das espécies nativas.
2. os predadores comem espécies nativas e invasoras, mas algumas destas podem ser resistentes aos predadores locais, possivelmente em consequência do gosto desagradável ou defesas químicas.
3. comunidades bentónicas mais diversificadas podem, ocupando melhor o espaço, prevenir a invasão por novas espécies.
4. o aumento da temperatura da água, devido a alterações climáticas, afecta de forma distinta espécies nativas e invasoras, favorecendo a introdução destas e a alteração da estrutura das comunidades biológicas