

# PLANCTON

## RESUMO

### I. Principais grupos. Critérios de classificação

Distribuição e relação com os factores físico-químicos e biológicos

Distribuição horizontal

Distribuição vertical

Microdistribuição

Migrações

### II. Produção planctónica. Fotossíntese e quimiossíntese.

Seleção de alimento. Resposta funcional e numérica

Relação inversa

Repartição de energia

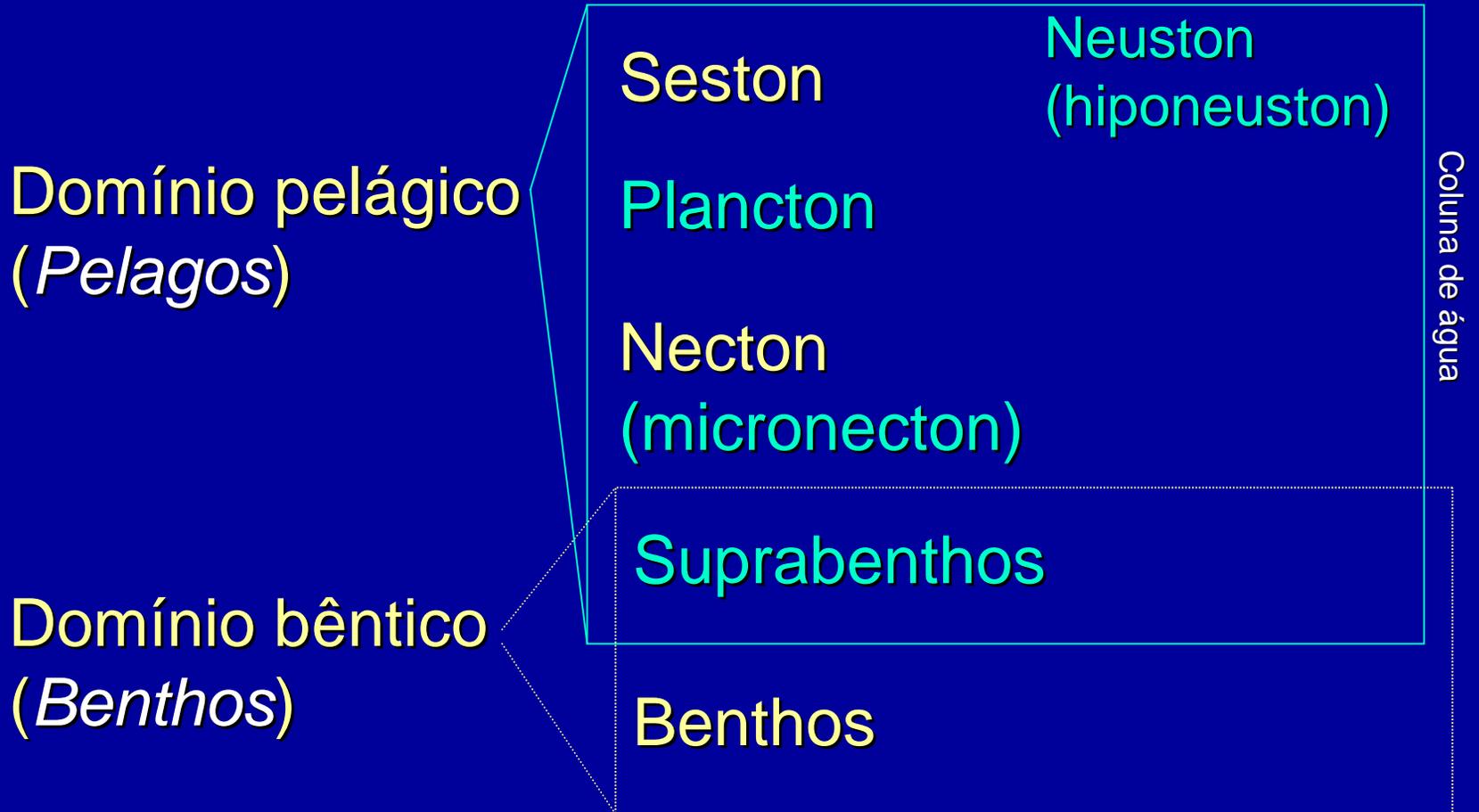
Cadeia alimentar e transferência de energia

Métodos de medida da produção planctónica

Estações oceânicas

Variações sazonais. Exemplos

# PLANCTON



# PLANCTON

Divisões clássicas

Plancton

Bacterio-

Fito-

Zoo-



holoplancton

meroplancton

Divisões clássicas

Neuston (p.ex Sifonóforos)

Micronecton (p.ex Cifozoários)

Suprabenthos (p.ex Misidáceos)

# PLANCTON

## DIMENSÕES DOS ORGANISMOS

ultrananoplankton (bacterioplankton) $< 2\mu\text{m}$			
nanoplankton (phytoplankton) $2 - 20\mu\text{m}$	<p><i>Thalassomonas</i></p>	<p>Gymnodinium</p> <p><math>20\mu\text{m}</math></p>	<p><i>Coccolithus</i> (a coccolithophore)</p>
micro phytoplankton $20 - 200\mu\text{m}$	<p><i>Ceratium</i> (dinoflagellate)</p>	<p><i>Biddulphia</i> (diatom)</p>	<p><i>Nitzschia</i> (diatom)</p>
microzooplankton (herbivores)	<p><i>Tintinnopsis</i> (ciliate)</p>	<p><math>100\mu\text{m}</math></p>	<p><i>Plectacantha</i> (radiolarian)</p>
macroplankton (zooplankton) $200 - 2000\mu\text{m}$  (herbivores and carnivores)	<p><i>Globigerina</i> (Foraminifera)</p>	<p>copepods</p> <p><math>1\text{ mm}</math></p>	<p><i>Cirripede nauplii</i></p> <p><math>0.5\text{ mm}</math></p>
megaplankton  $> 2000\mu\text{m}$  (carnivores)	<p><i>Sagitta</i> (Chaetognatha)</p>	<p>Euphausiid (Crustacea)</p>	<p><i>Sarsia</i> (coelenterate)</p>
		<p>Whiting larva (teleost)</p> <p><math>1\text{ cm}</math></p>	<p><i>Pleurobrachia</i> (ctenophore)</p>

# PLANCTON

## ADAPTAÇÕES À VIDA PELÁGICA

### Flutuabilidade

#### *Aumento da relação superfície:volume*

Morfologia do corpo, ramificação dos apêndices, presença de sedas, organização em colónias

#### *Diminuição do peso*

Regulação fisiológica (flutuadores de pressão variável, inclusões lipídicas, controlo iónico, vacuolização)

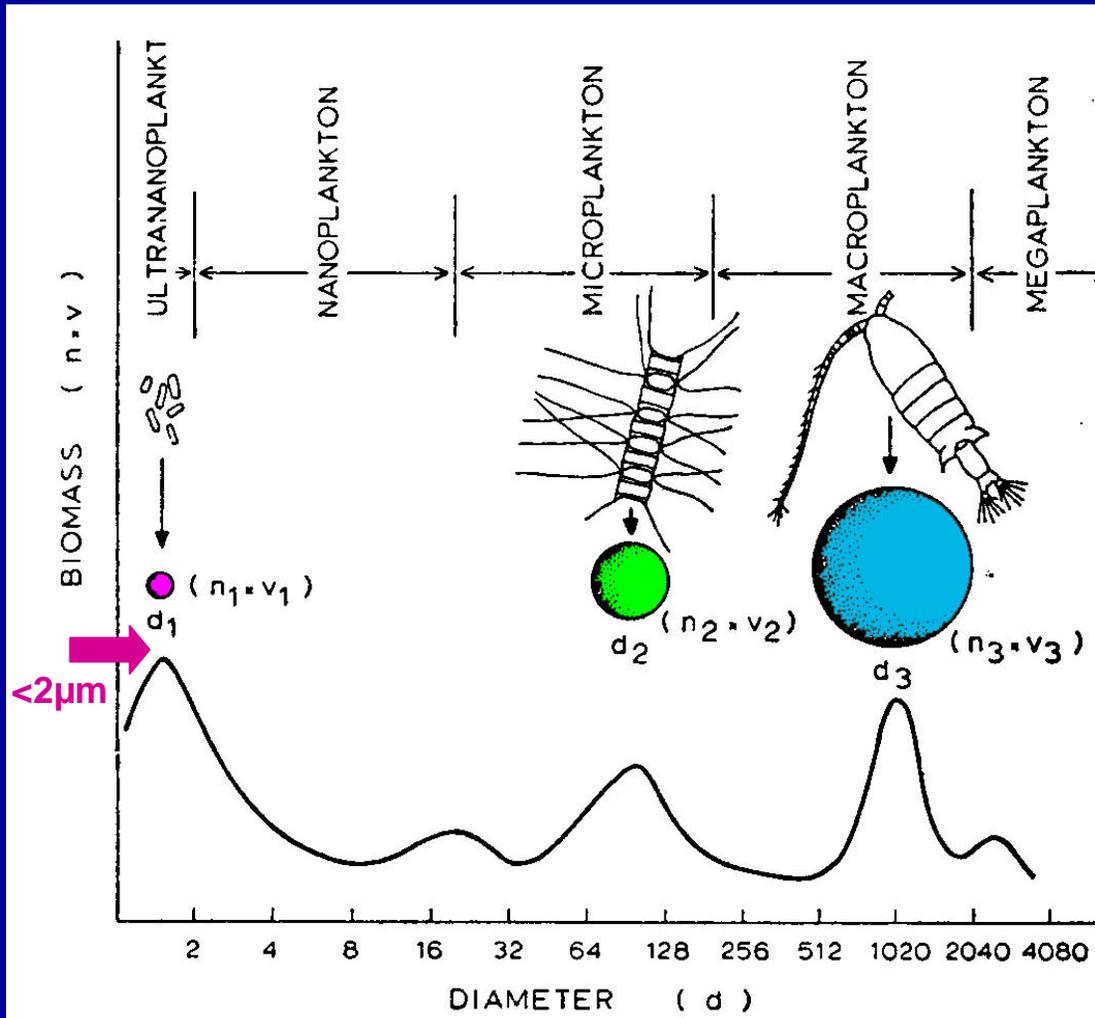
Espessura das conchas e frústulas

### Transparência (homocromia)

### Bioluminescência

# PLANCTON

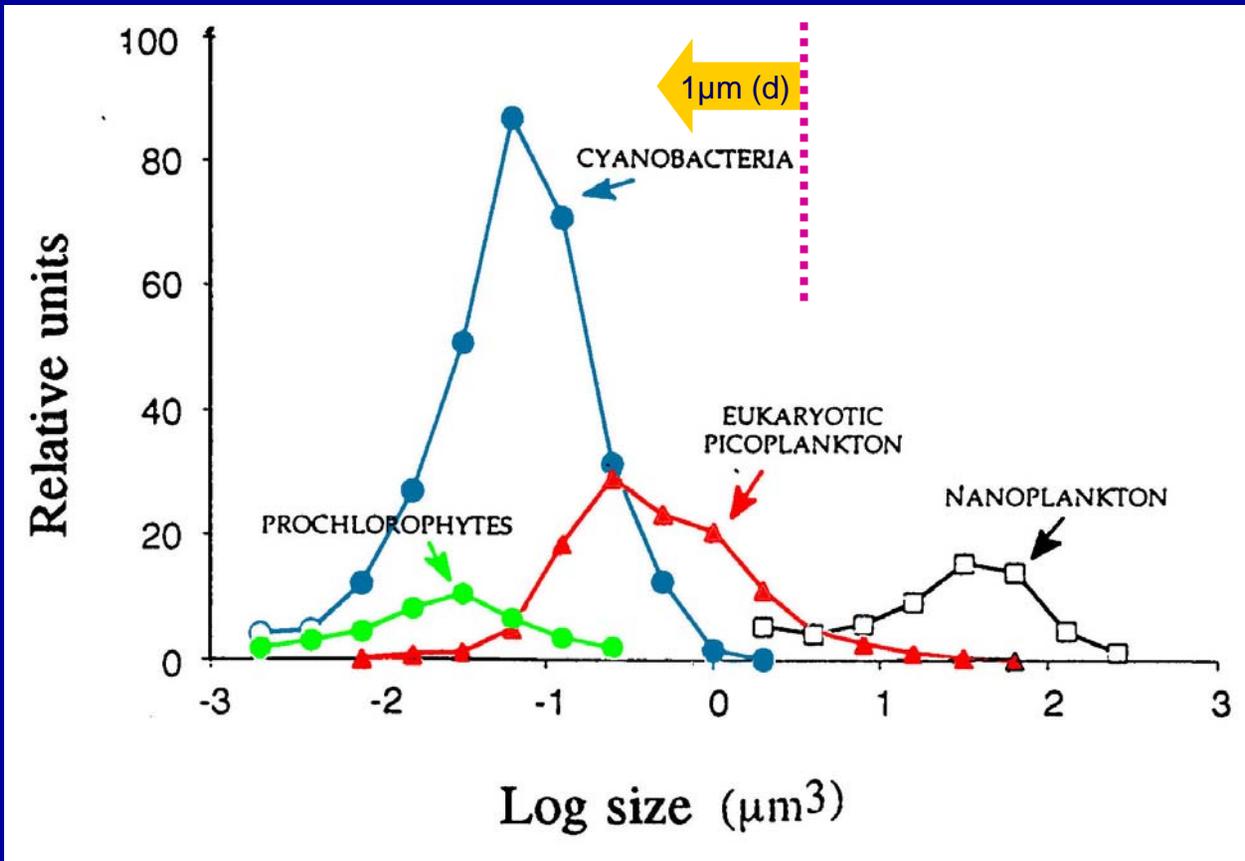
## DIMENSÕES E BIOMASSA



Contribuição dos principais grupos planctónicos para a biomassa  
(nº indiv x volume esférico equivalente)

# PLANCTON

## DIMENSÕES E ABUNDÂNCIA



Mediterrâneo.  
Abundância  
relativa de  
organismos de  
diferentes  
tamanhos  
(Rodriguez, 1994)

# PICO- NANO- e MICROPLANCTON

Metabolismo versátil

**Autotrofia** (produtores primários)

**Heterotrofia**

**Parasitismo**

**Simbiose**

*<2 $\mu$ m*

cocolitoforídeo

*2-20 $\mu$ m*

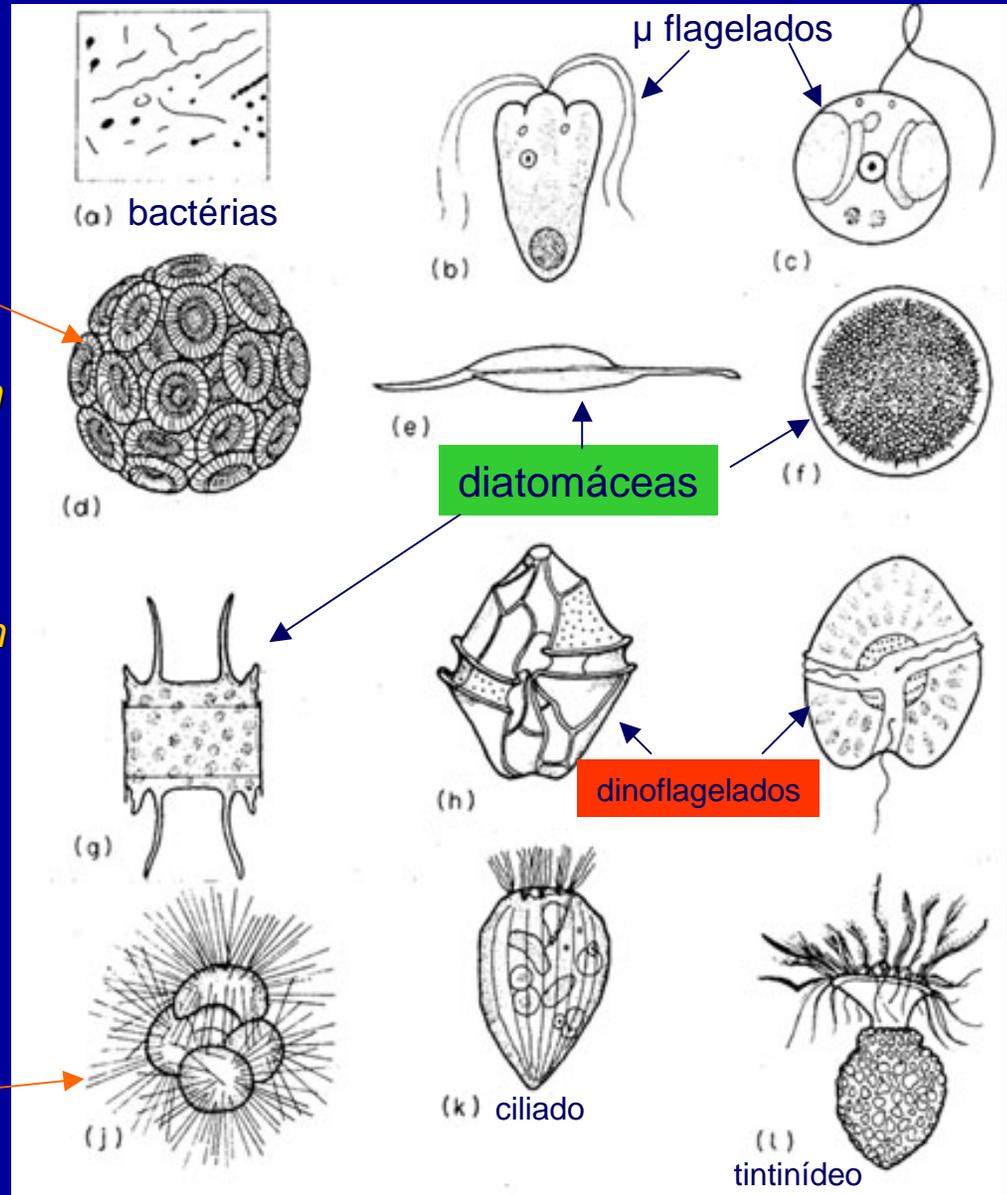
*20-200 $\mu$ m*

## BIOMASSA E CLOROFILA

(Pacífico tropical)

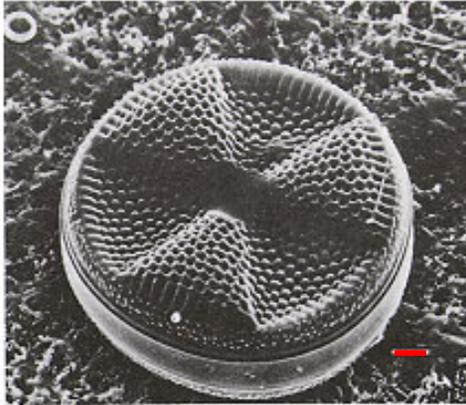
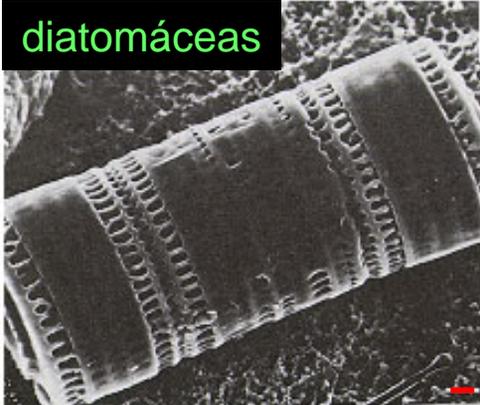
- Picoplancton (<2 $\mu$ m): 39-63%
- Nanoplancton (2-20 $\mu$ m): 27-42%
- Microplankton (20-200 $\mu$ m): 9-16%

foraminífero

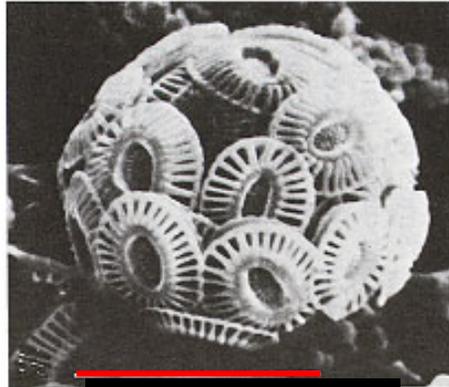


# PRODUCTORES PLANCTÓNICOS UNICELULARES

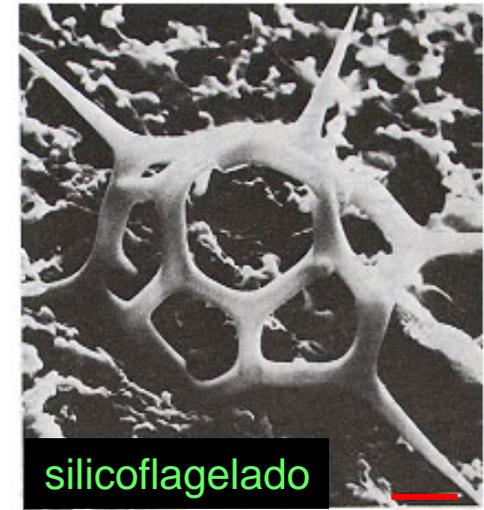
diatomáceas



dinoflagelado



cocolitoforídeo

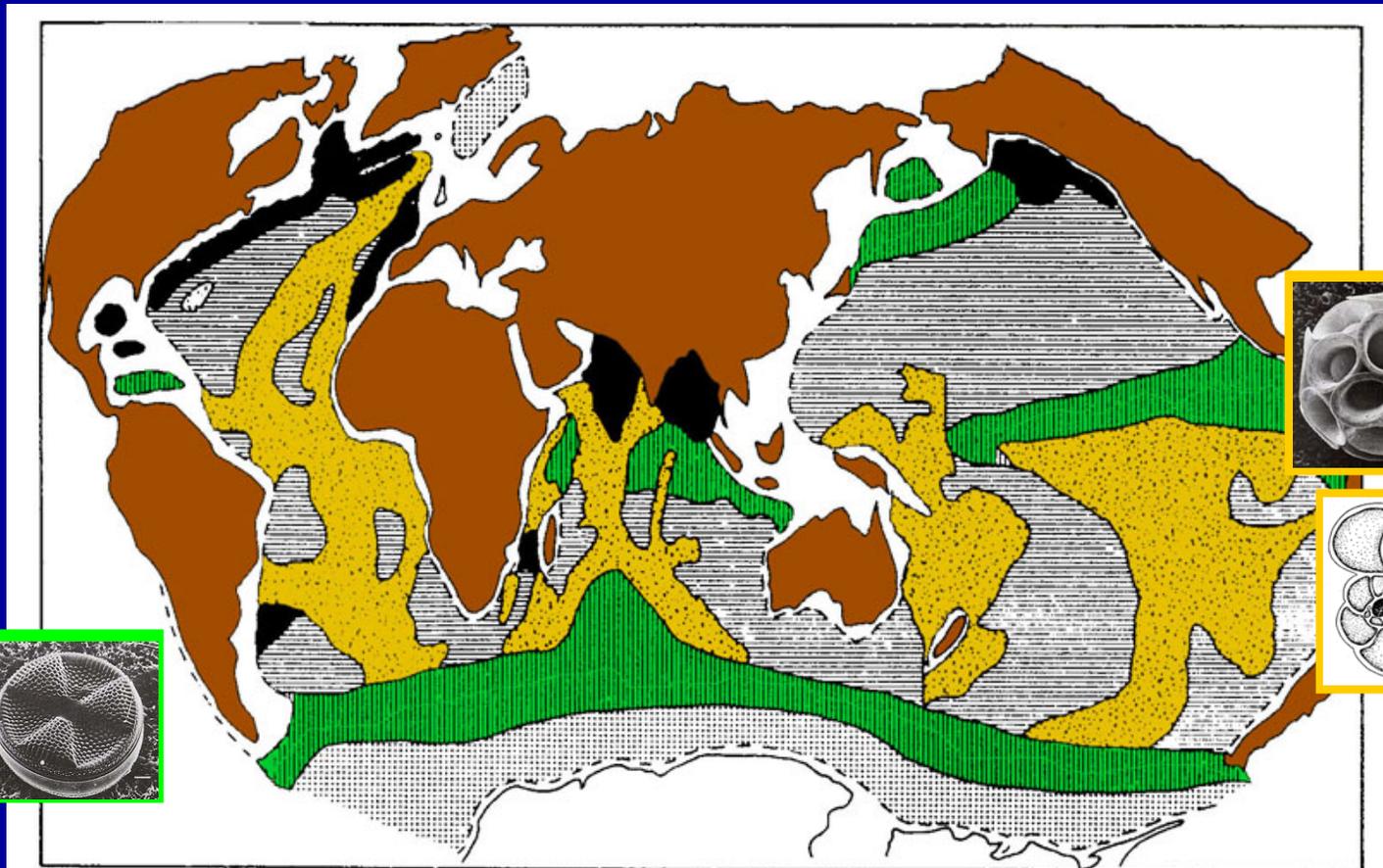


silicoflagelado

Microfotografías de esqueletos

Barras — : 5µm

# SEDIMENTOS DOS FUNDOS OCEÂNICOS



Si

CaCO<sub>3</sub>

- |                                                                                     |                   |                                                                                     |                                                         |                                                                                       |                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
|  | Vasas calcáreas   |  | Vasas siliciosas                                        |  | Sedimentos de origem glacial |
|  | Argilas vermelhas |  | Sedimentos derivados das massas continentais adjacentes |                                                                                       |                              |

(adaptado de Wright, 1977-78)

# DISTRIBUIÇÃO

## DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL E VERTICAL

### *Factores físico-químicos*

Viscosidade (temperatura)

Circulação oceânica global (larga escala)

Gradientes de luz, temperatura e nutrientes

Upwelling

Correntes de maré

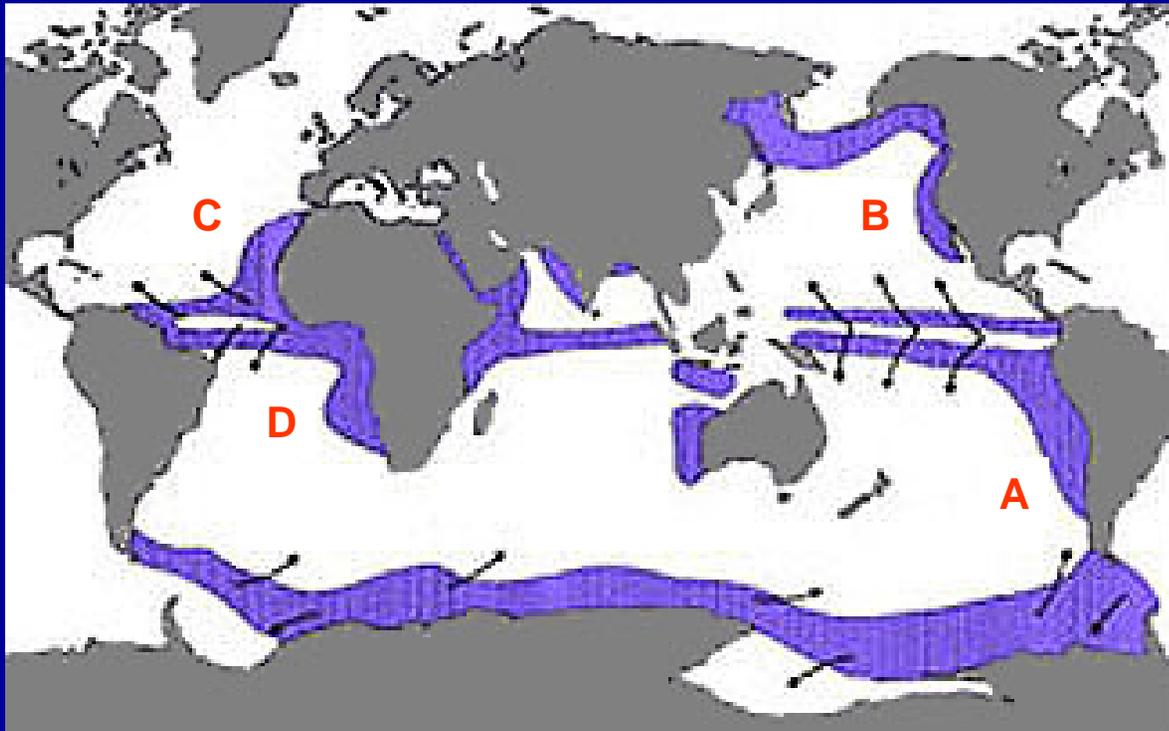
Escorrências dos rios

### *Factores biológicos*

Hábitos alimentares

Ciclo de vida e parâmetros demográficos

# SISTEMAS DE UPWELLING E DIVERGÊNCIA



Divergência Tropical

Divergência Antártica

SISTEMAS DE UPWELLING COSTEIRO:

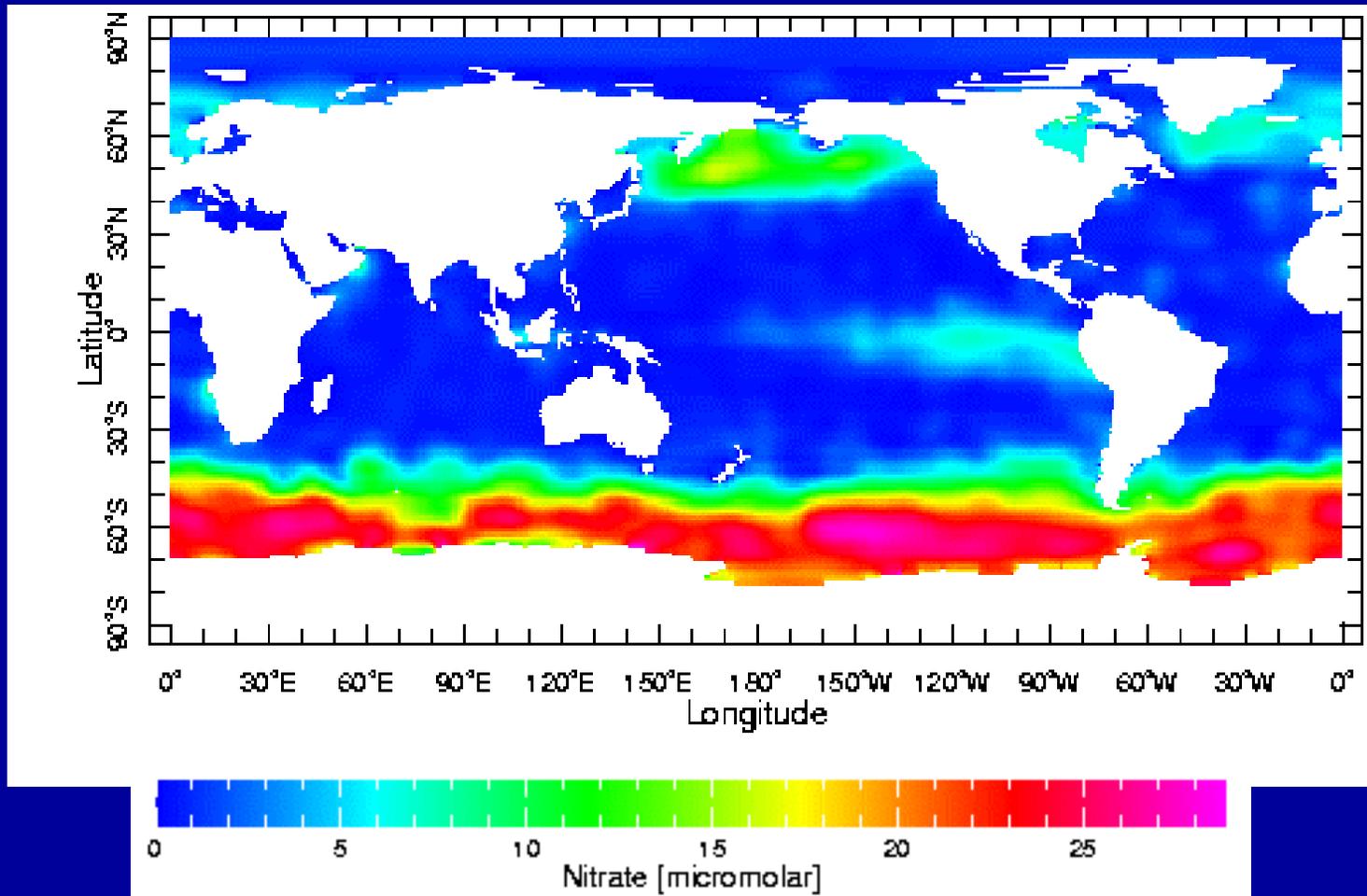
A- Peru; B - Corrente da Califórnia;

C - noroeste de Africa; D - sudoeste de África

# NUTRIENTES

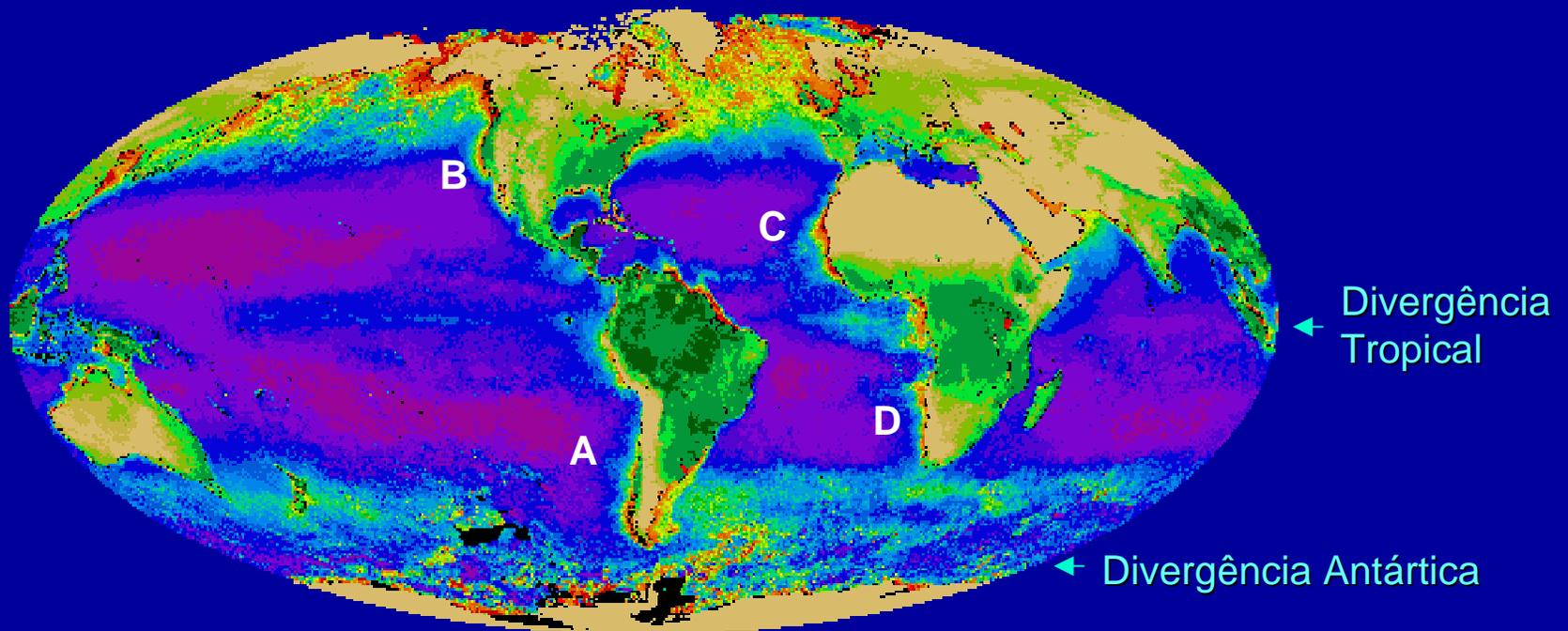
## DISTRIBUIÇÃO DE NITRATO À ESCALA GLOBAL

$\text{NO}_3$  ( $\mu\text{M}$ )



# FITOPLANCTON DISTRIBUIÇÃO À ESCALA GLOBAL

<http://daac.gsfc.nasa.gov>



— > produtividade

— < produtividade

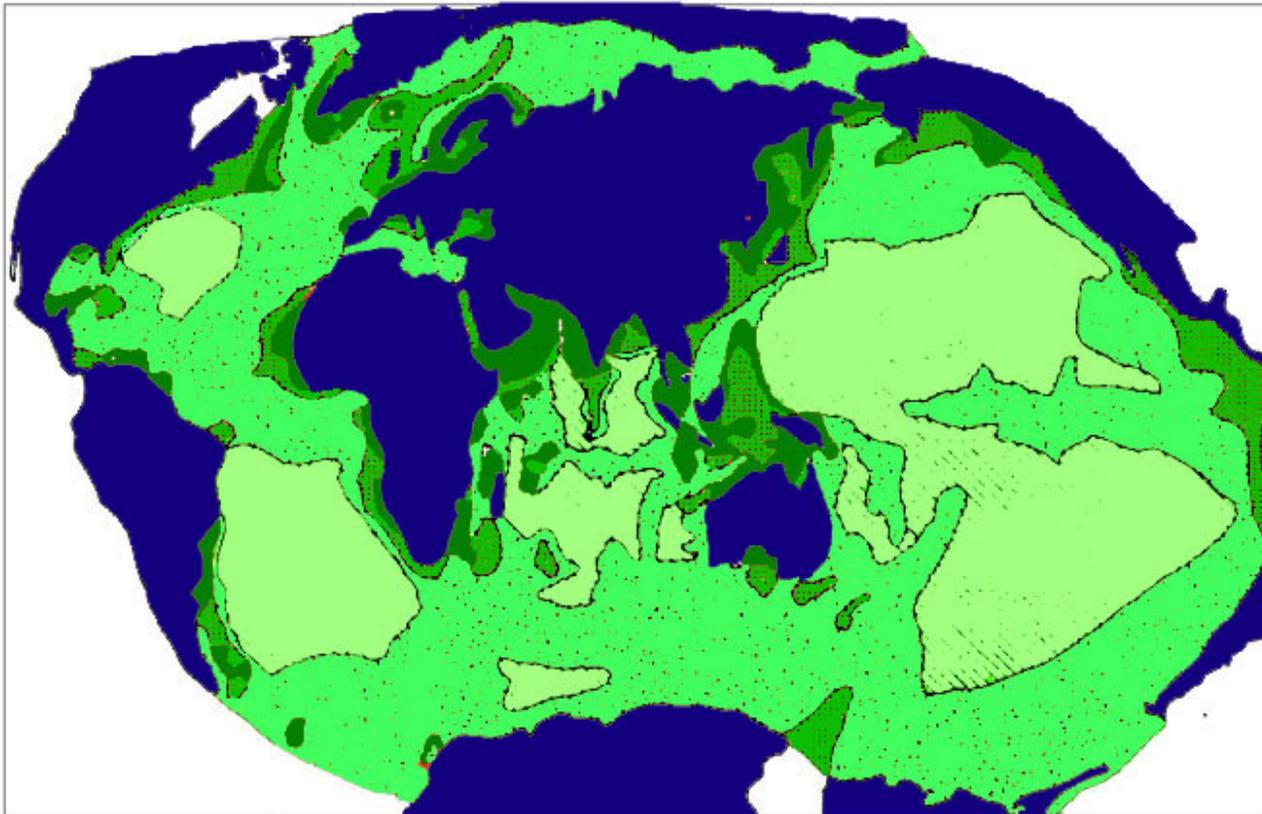
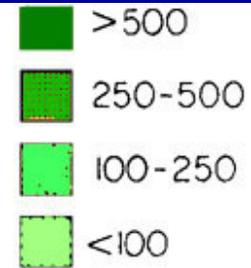
SISTEMAS DE UPWELLING COSTEIRO:

A- Peru; B - Corrente da Califórnia;

C - noroeste de Africa; D - sudoeste de África

# PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA PLANCTÓNICA

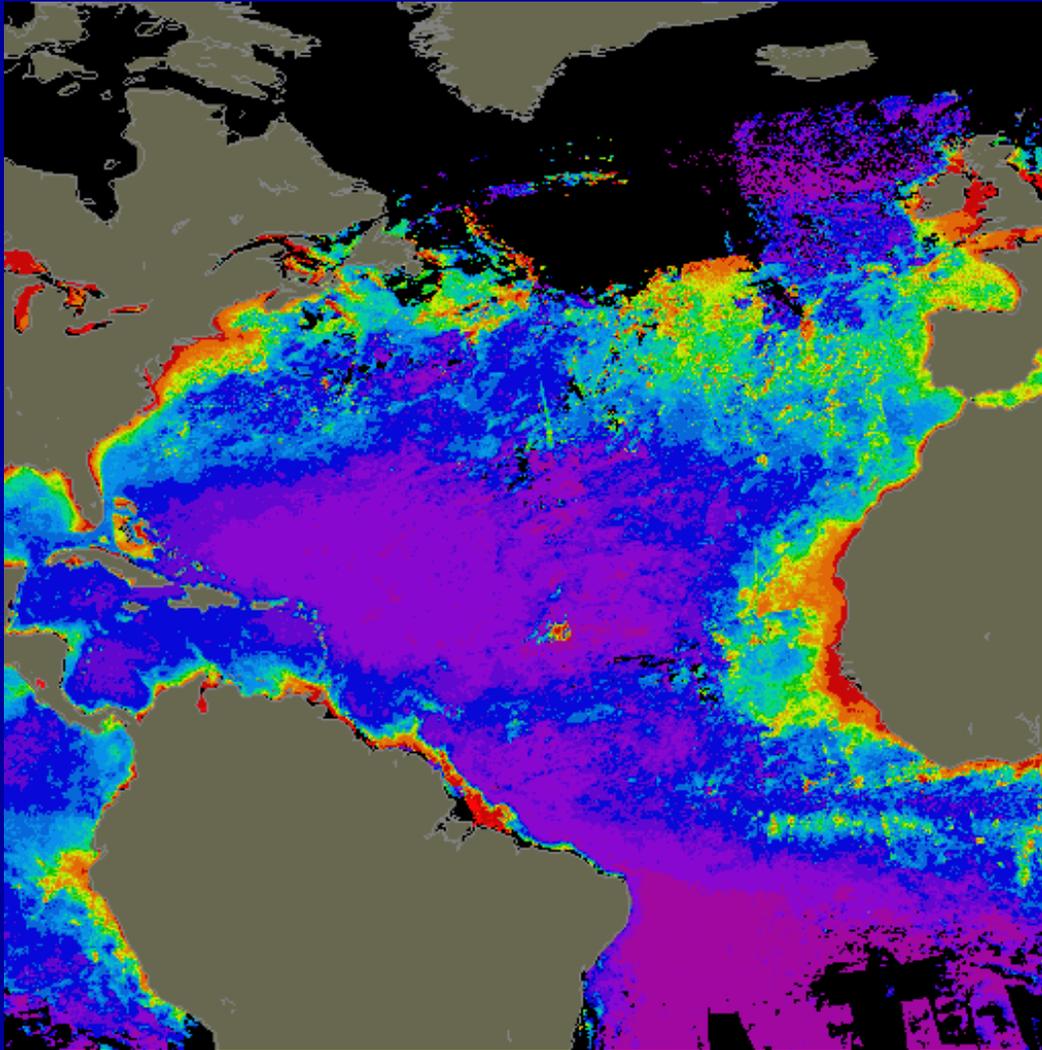
mg C m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>



# BIOMASSA FITOPLANCTÓNICA (CLOROFILA)

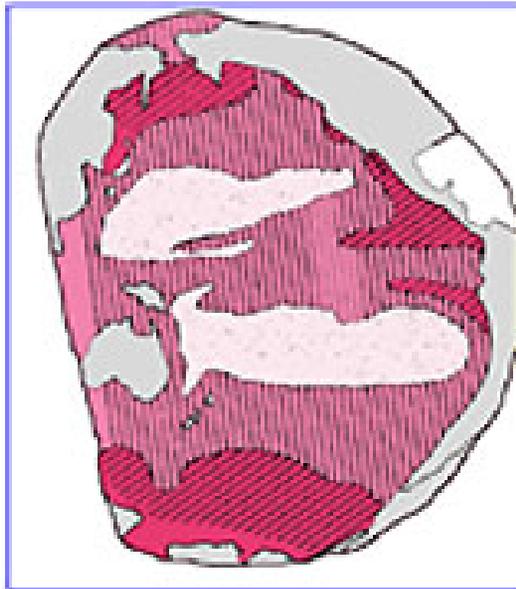
<http://daac.gsfc.nasa.gov>

## Atlântico Norte (inverno)

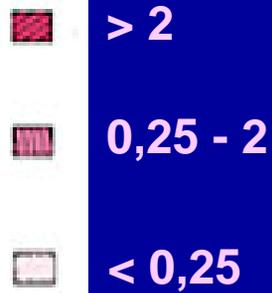


 > produtividade  
 < produtividade

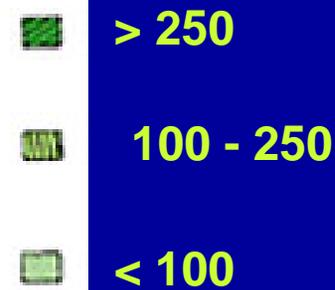
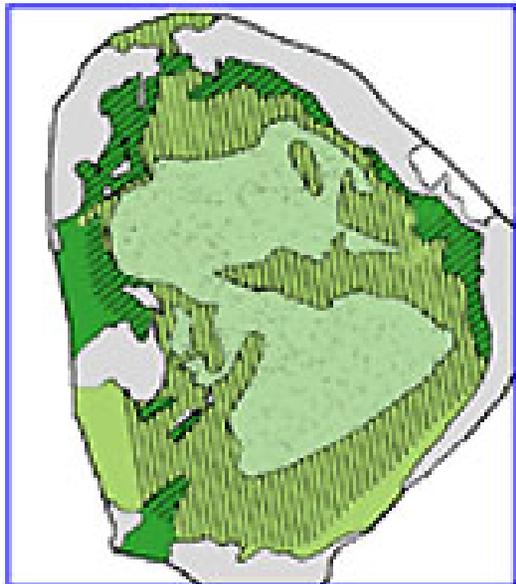
# PRODUTIVIDADE FITOPLANCTÓNICA E NUTRIENTES



OCEANO PACÍFICO



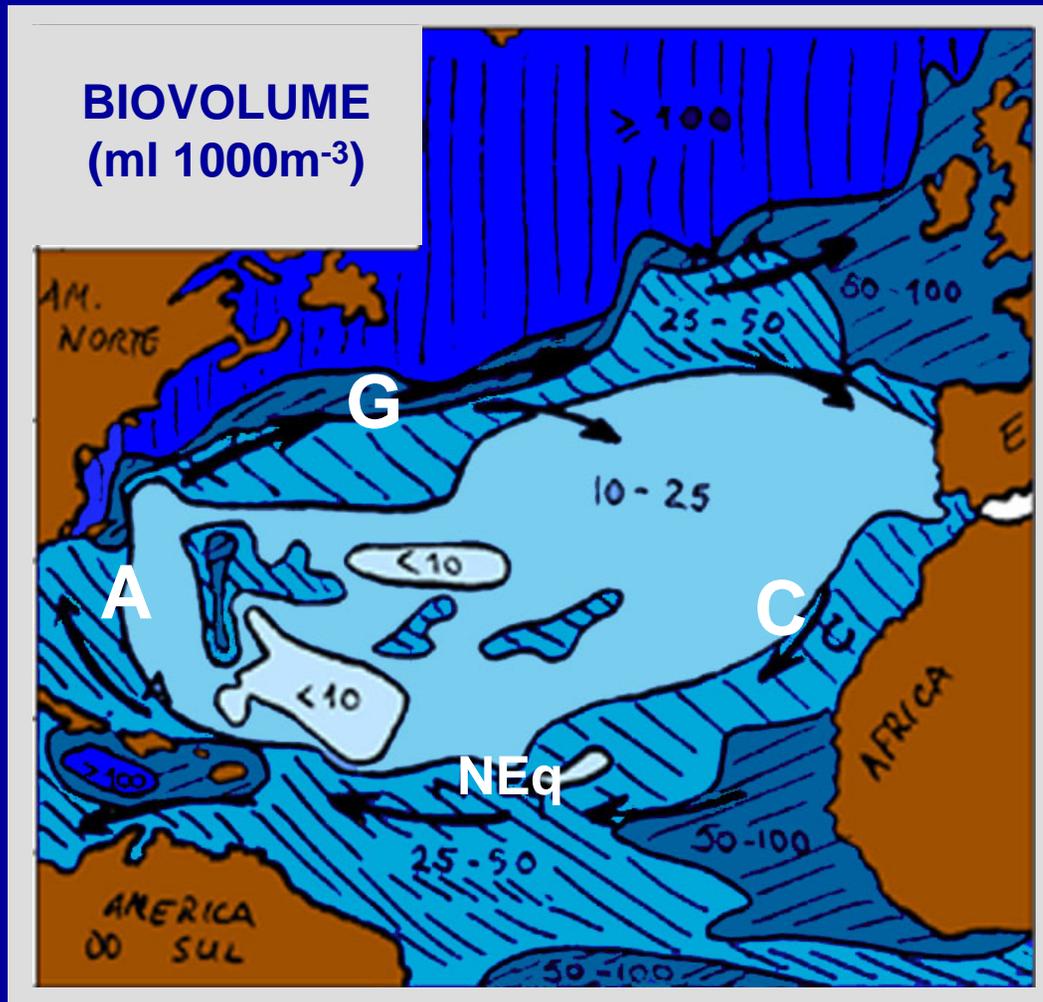
$\text{PO}_4\text{-P}$  ( $\mu\text{g at l}^{-1}$ )



Produtividade fitoplanctónica  
( $\text{mg C m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ )

# ZOOPLANCTON - ATLÂNTICO NORTE

## Distribuição horizontal e relação com a hidrografia



### Correntes

G - Golfo

C - Canárias

NEq - Norte equatorial

A - Antilhas

# ECOSSISTEMAS PLANCTÓNICOS SUBTROPICAIS

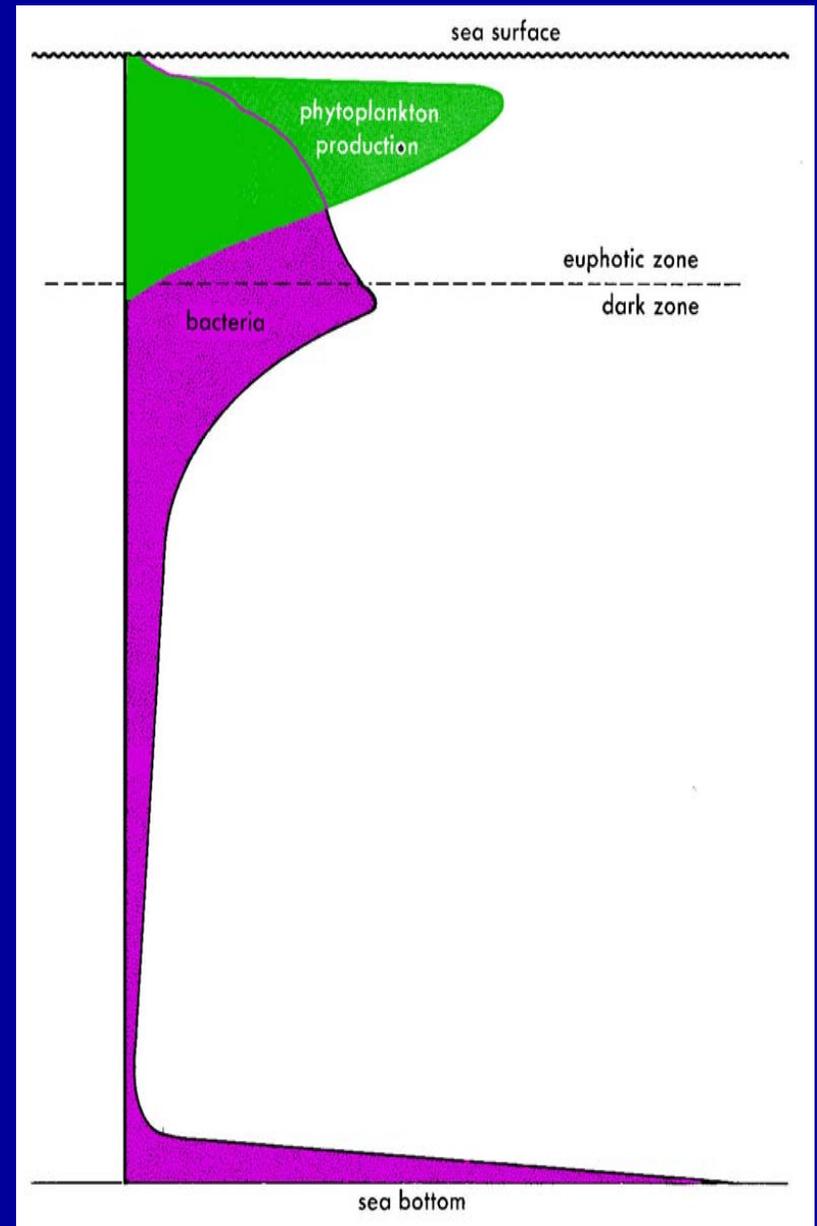
<b>Características:</b>	<b>Upwelling costeiro</b>	<b>Divergência equatorial</b>	<b>Giro central</b>
Velocidade vertical (cm s <sup>-1</sup> )	10 <sup>2</sup> -10 <sup>3</sup>	10 <sup>-3</sup> -10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup> -10 <sup>-5</sup>
NO <sub>3</sub> -N (µg at l <sup>-1</sup> )	20-30	20-30	0-5
Produção primária (gm <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup> )	1-10	1-5	0,1-0,5
Fitoplancton (mgC mgCl a <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> )	60-180	45-90	15-30
Dimensão das células	grandes		pequenas
Biomassa média dos herbívoros (µgC ind <sup>-1</sup> )	40-100	4-40	4-40
Mobilidade dos herbívoros	alta	baixa	+baixa
Variabilidade temporal dos herbívoros	alta	baixa	+baixa
Níveis tróficos	1-2	3-4	5-6
Produção no topo	alta	intermédia	baixa

(Adaptado de Walsh, 1976)

# BACTERIOPLANKTON

## Distribuição vertical de bactérias decompositoras

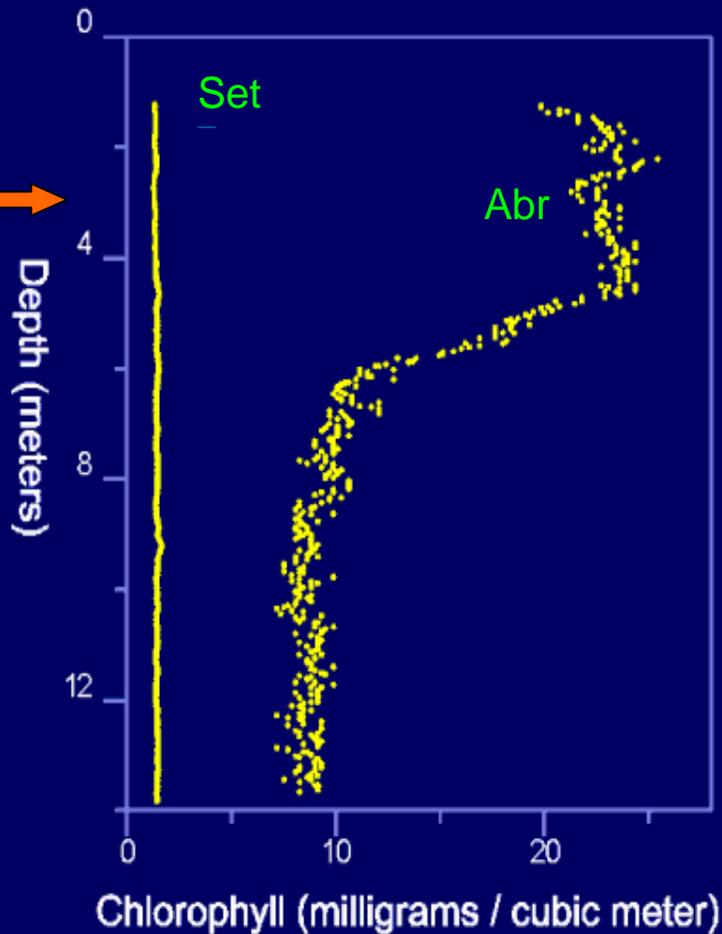
(Oceano aberto)



# FITOPLANCTON

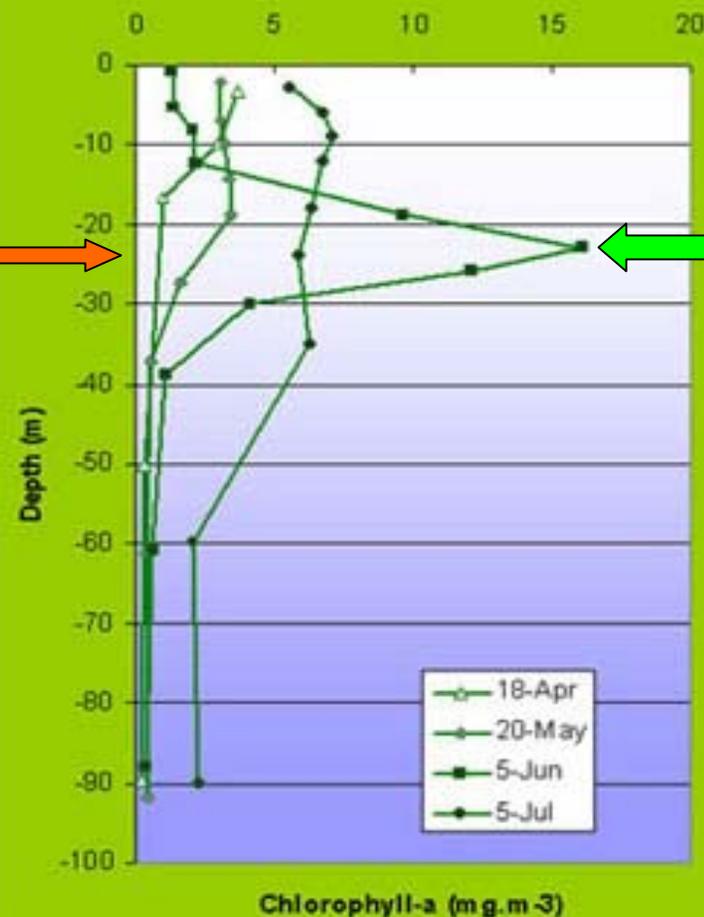
Distribuição vertical de clorofila ( $\text{mg m}^{-3}$ )

## Sample Profiles of Chlorophyll



Baía de S.Francisco, EUA

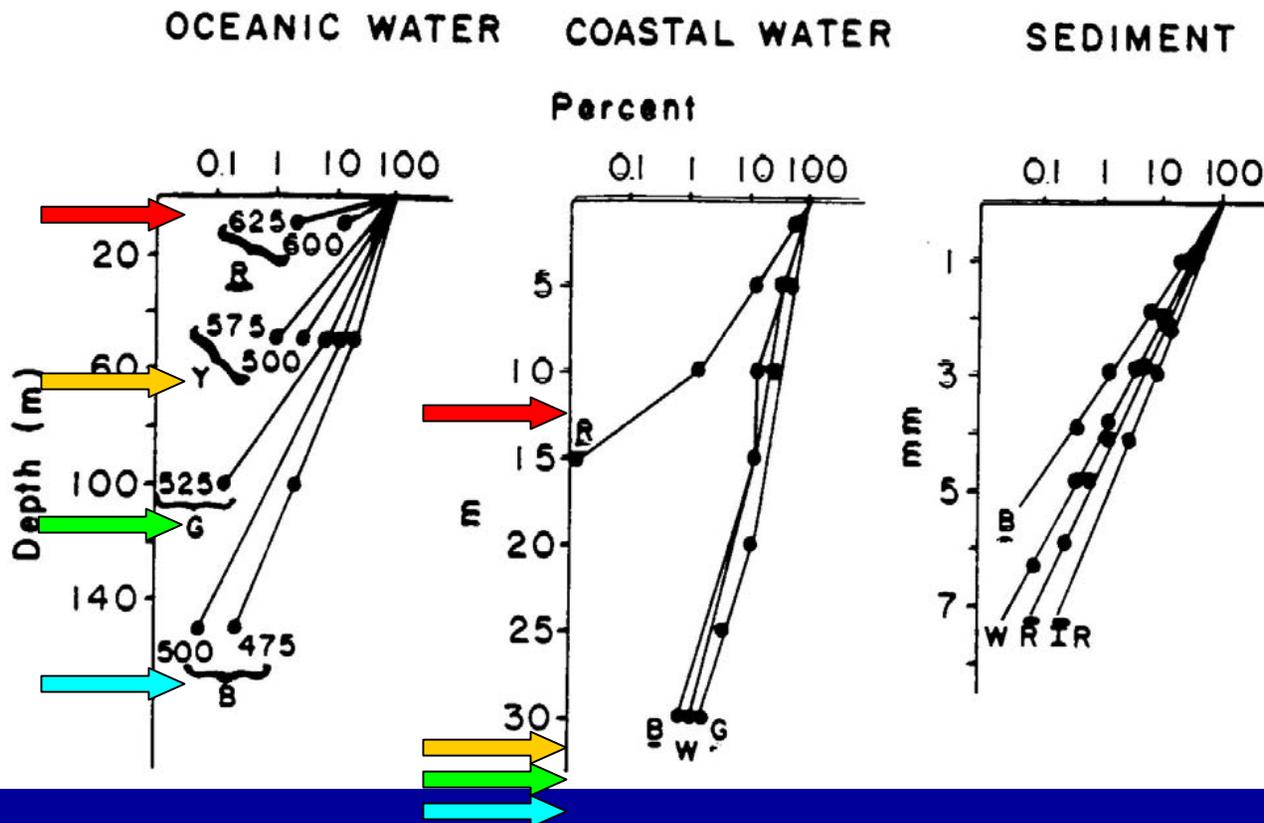
## Chlorophyll at Gyre Station



Gyre, Mar da Irlanda

# DISTRIBUIÇÃO VERTICAL- LUZ

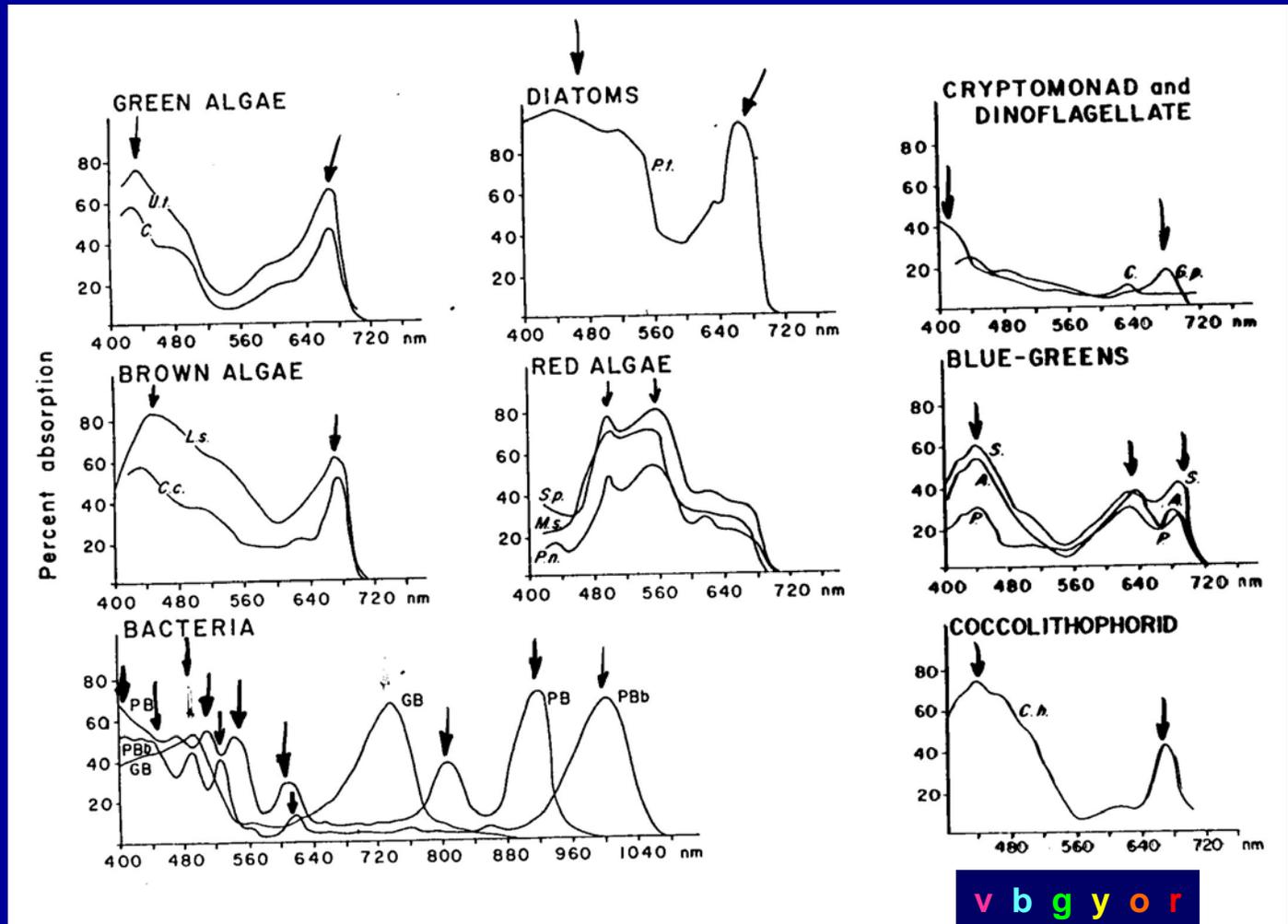
## Penetração dos diferentes comprimentos de onda (%)



# ESPECTRO DE ABSORÇÃO DE DIFERENTES PRODUTORES

Pigmentos  
Absorção

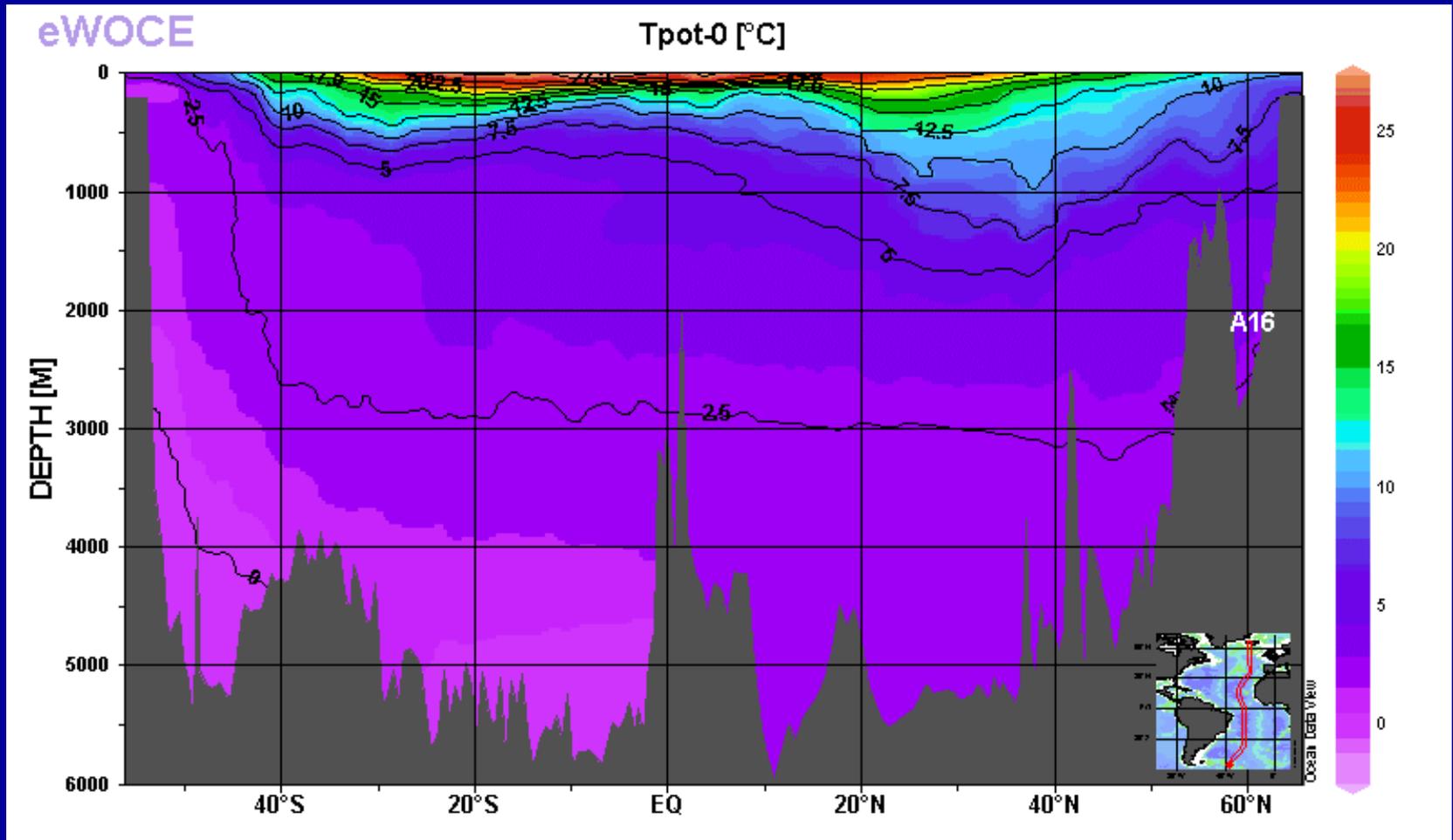
Cl *a*, *b* e *c*  
Ficoxantinas  
Ficoeritrinas  
Ficocianinas



A presença de pigmentos acessórios é uma importante adaptação fisiológica às condições de mistura turbulenta e ao afundamento.

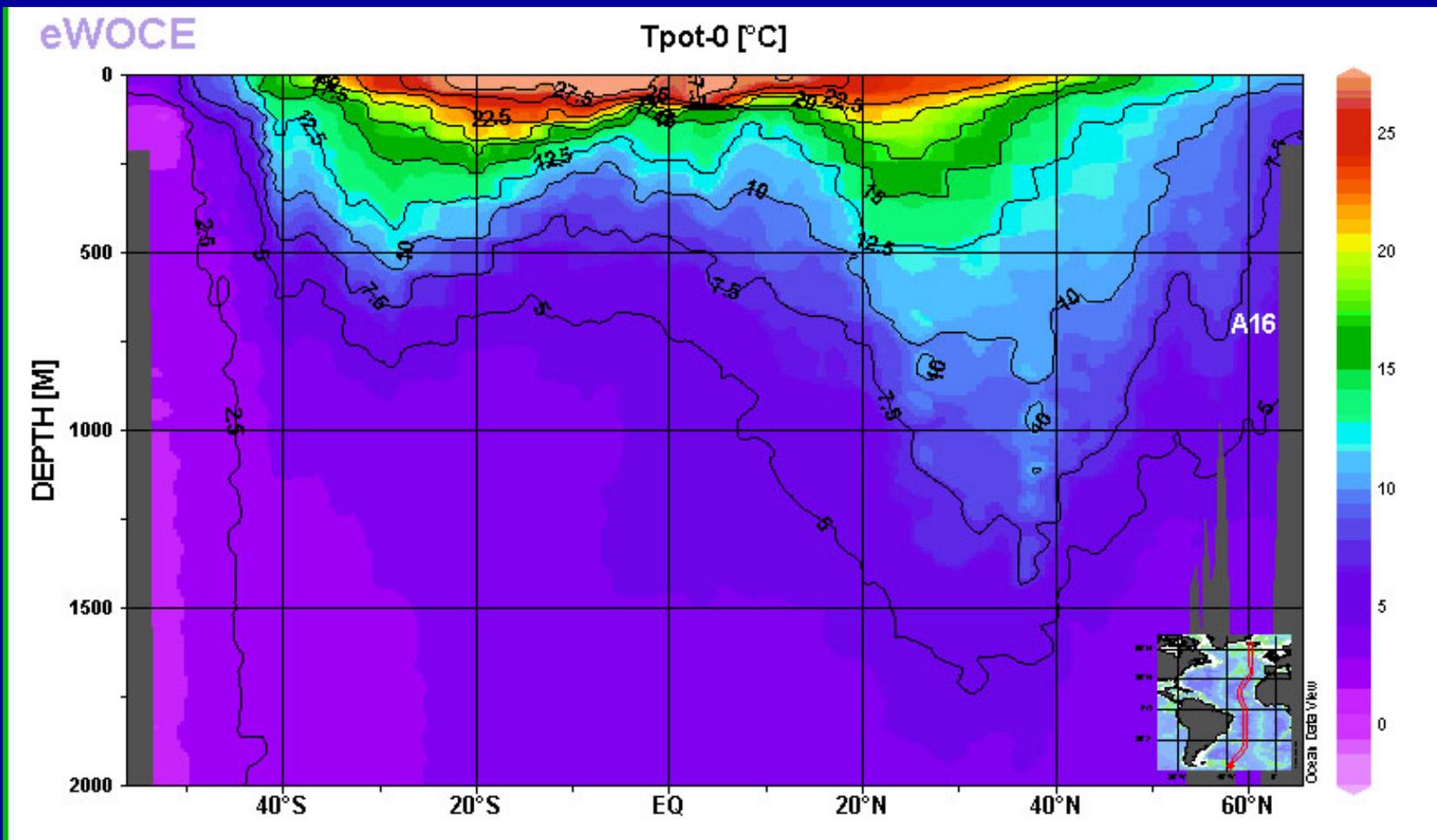
# TEMPERATURA – DISTRIBUIÇÃO VERTICAL

## PERFIL DO OCEANO ATLÂNTICO



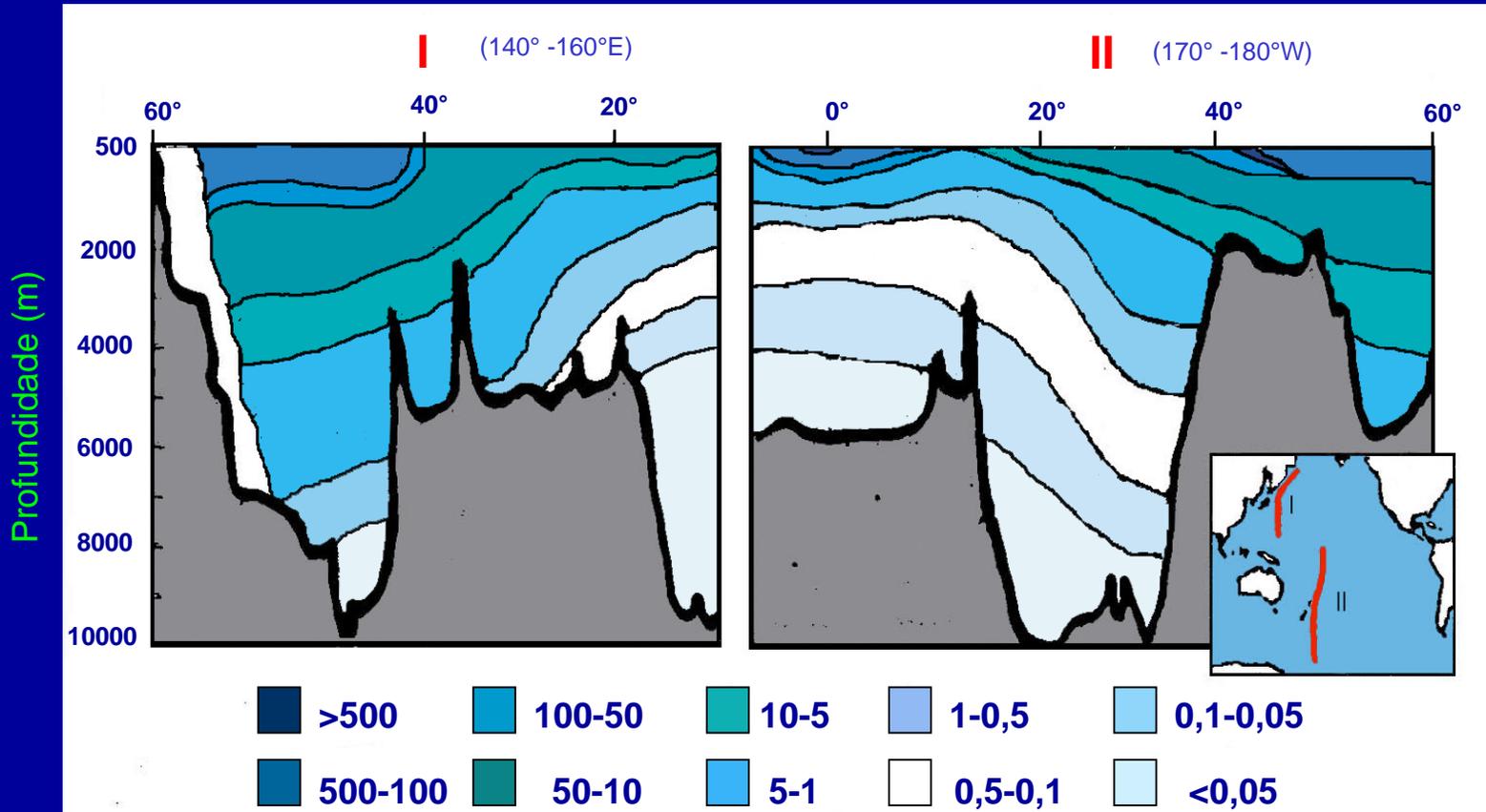
# TEMPERATURA – DISTRIBUIÇÃO VERTICAL PERFIL DO OCEANO ATLÂNTICO

2000m



# ZOOPLANCTON - DISTRIBUIÇÃO VERTICAL

## Oceano Pacífico



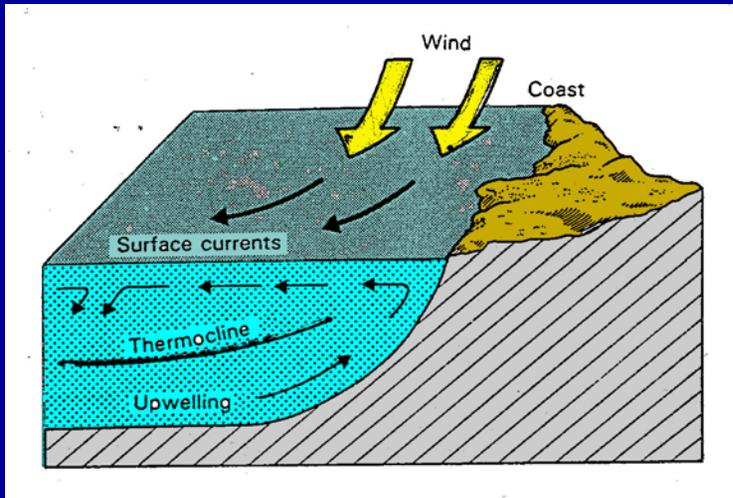
# MICRODISTRIBUIÇÃO (PATCHINESS)

Causas da microdistribuição:

- **Mecanismos físicos**
  - Circulação e turbulência à escala regional (ventos)
  - Condições de fronteira, gradientes de luz, temperatura, salinidade
- **Mecanismos sociais e demográficos**
  - Taxas de reprodução
  - Associação em grupos móveis (protecção, reprodução)
- **Mecanismos fisiológicos e comportamentais relacionados com o consumo de recursos**
  - Heterogeneidade de nutrientes
  - Diferentes respostas numéricas
  - Competição interspecífica

# MICRODISTRIBUIÇÃO

## ESCALA REGIONAL / LOCAL

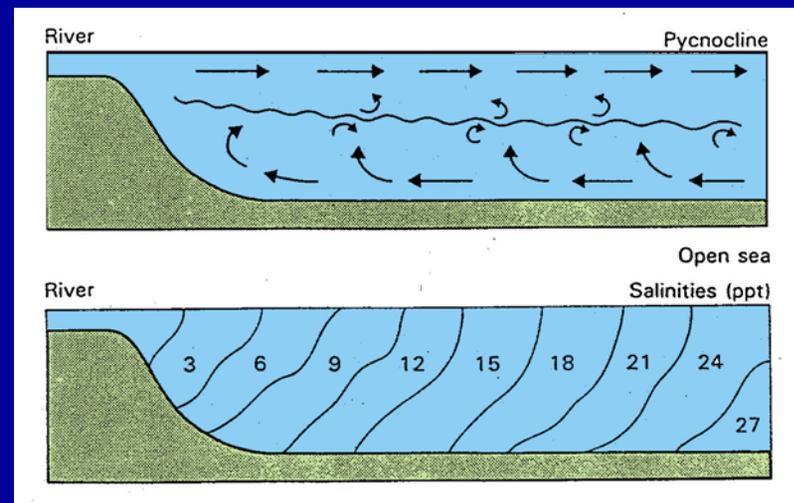


Upwelling costeiro

Topografia  
Formação de termoclinas,  
nutriclinas...

## Estuários

Estratificação

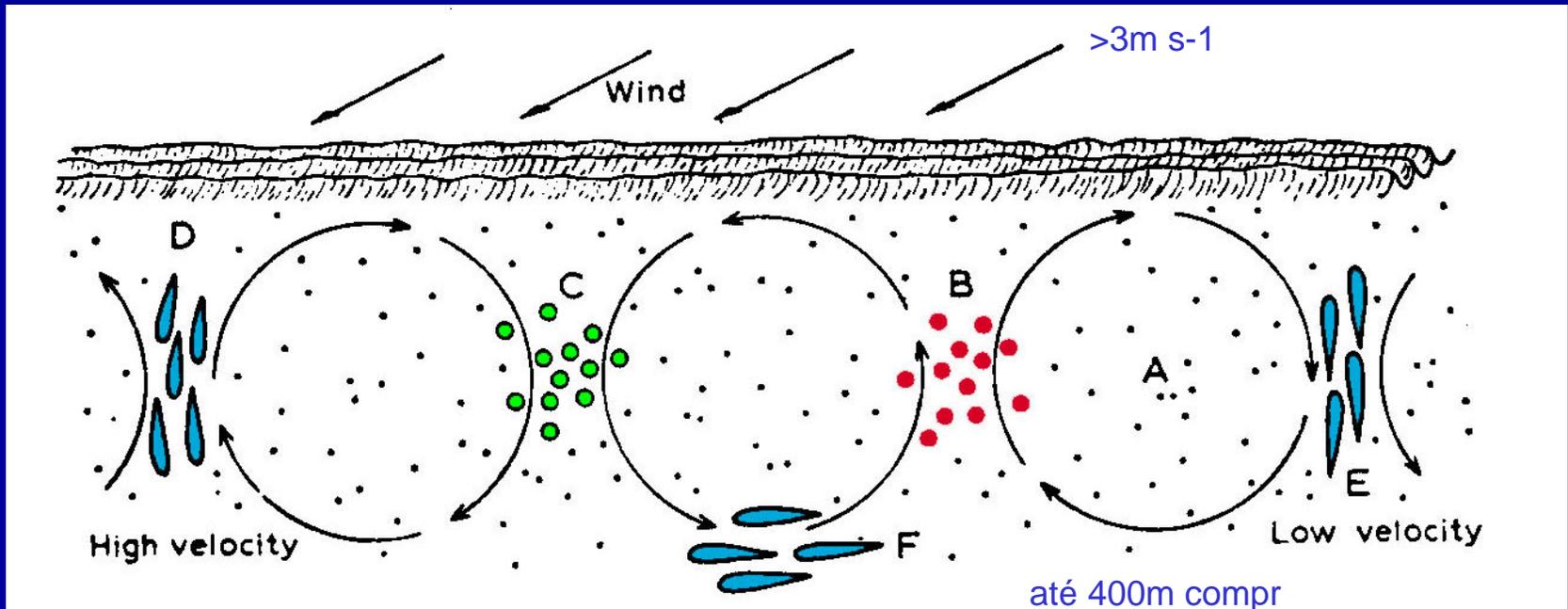


Mistura -  
gradiente de  
salinidade

# MICRODISTRIBUIÇÃO

Factores físicos (hidrodinâmica)

Vórtices de Langmuir

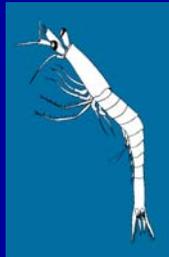


- A - flutuabilidade neutra (ao acaso)
- B - flutuabilidade negativa (agregação em upwelling)
- C - flutuabilidade positiva (agregação em downwelling)
- D, E, F - agregação nadando contra a corrente (relação com a luz)

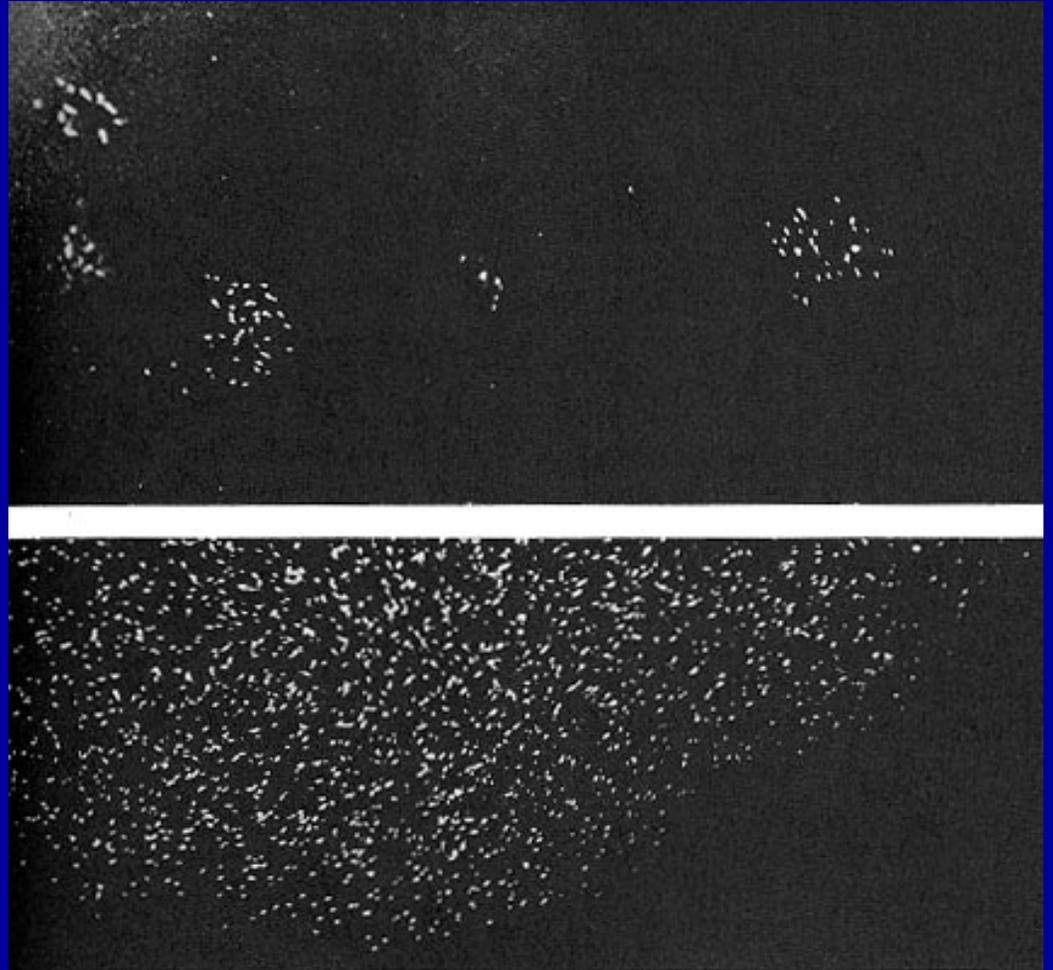
# MICRODISTRIBUIÇÃO

## Mecanismos sociais e demográficos

Associação em grupos móveis  
(protecção, reprodução)



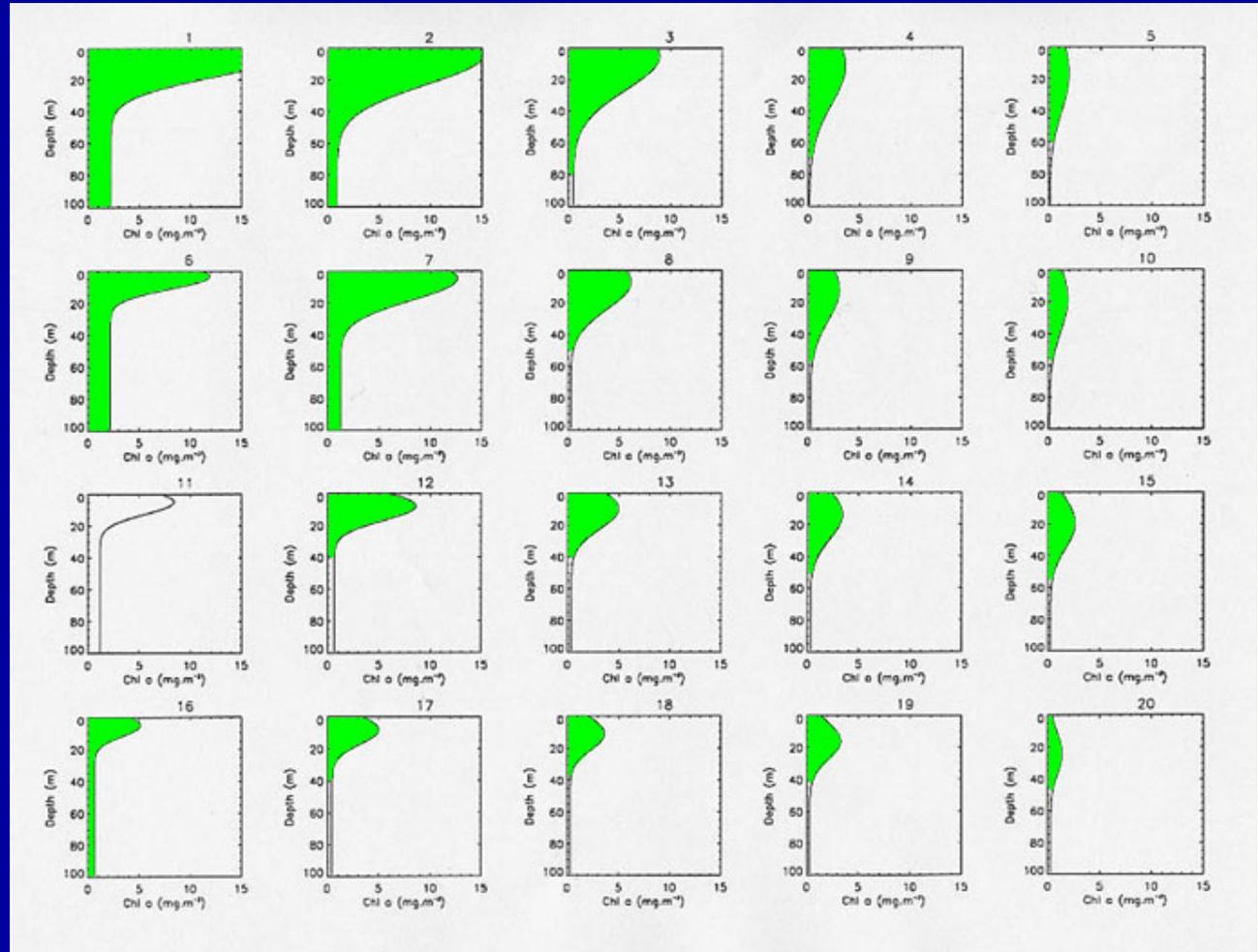
Agregação de misidáceos



# FITOPLANCTON

## PERFIS DE BIOMASSA

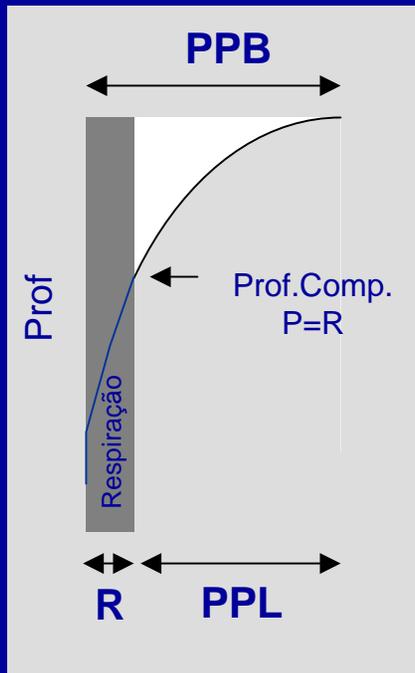
<http://botany.uwc.ac.za>



**Biomassa**  
**(mgCl<sub>a</sub> m<sup>-3</sup>)**

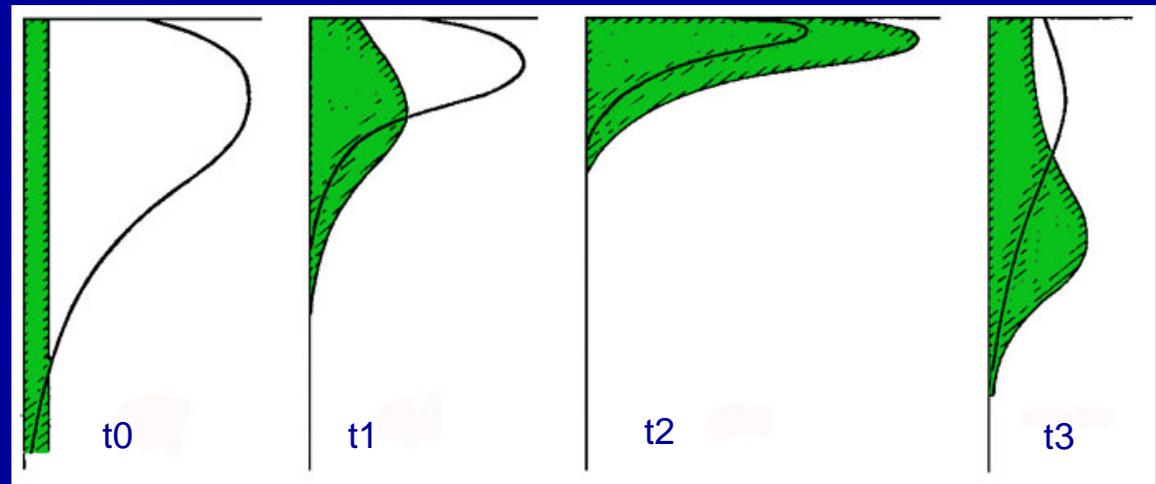
# FITOPLANCTON

## Produção primária e microdistribuição



■ Biomassa ( $\text{mgCl a m}^{-3}$ )

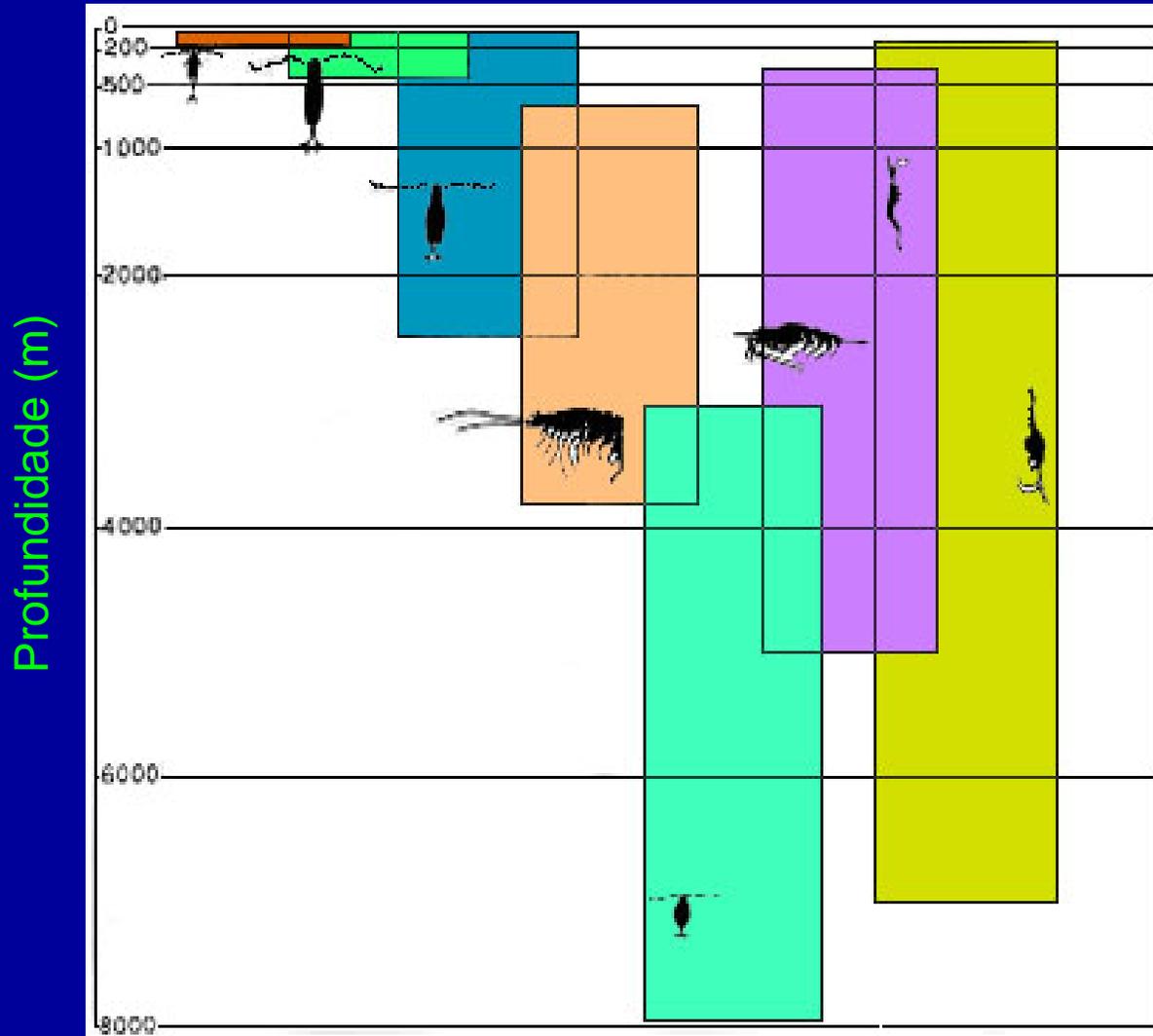
— Taxa de fotossíntese ( $\text{mgC mgCl a d}^{-1}$ )



**FACTORES:** Luz  
Nutrientes  
Taxa de crescimento

**ESTRATIFICAÇÃO / MICRODISTRIBUIÇÃO**

# MIGRAÇÕES VERTICAIS



As migrações verticais surgem em resposta a

Condições físico-químicas do meio (luz, temperatura, correntes)

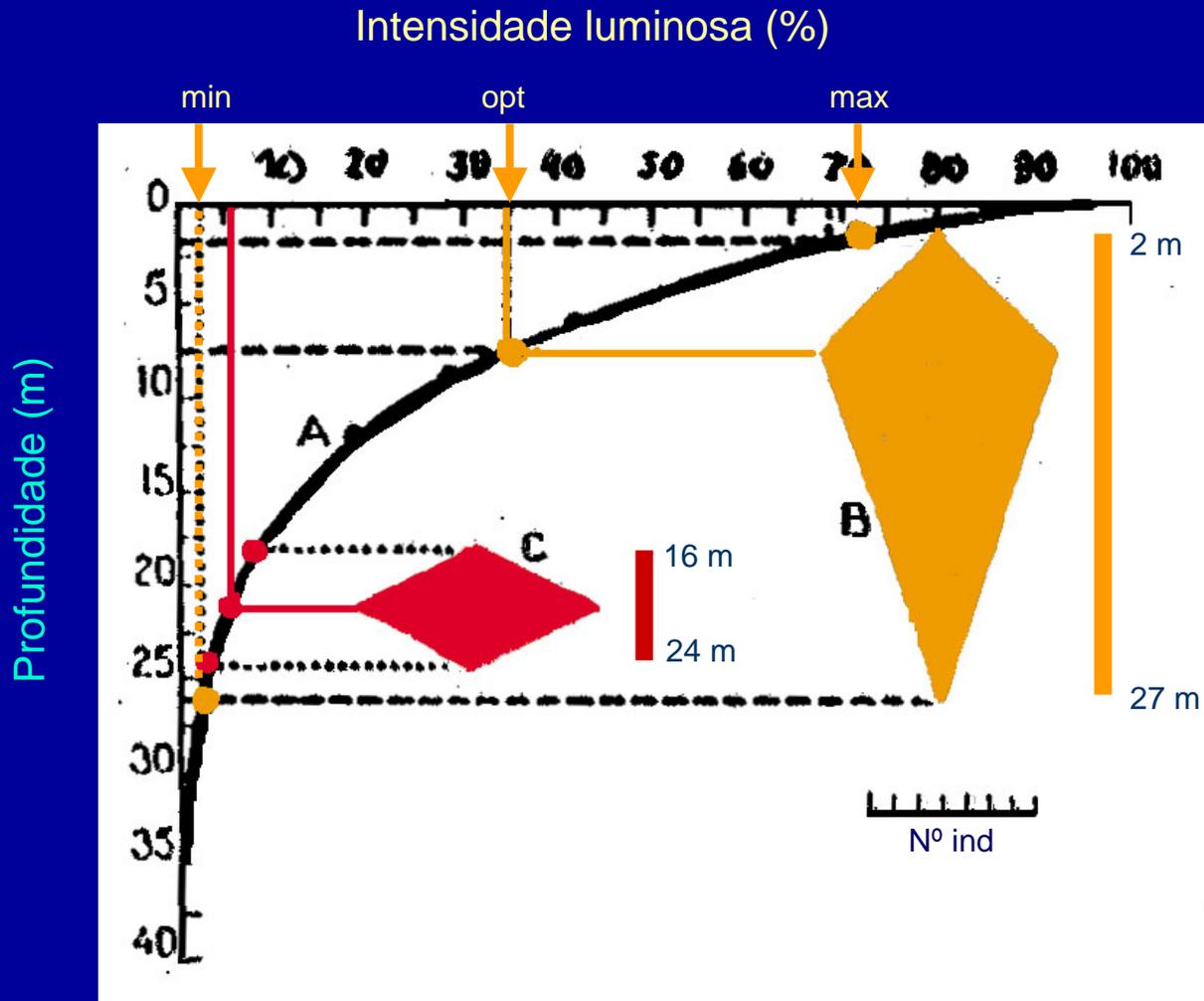
Preferências alimentares

Evitamento de predadores

Estratégias reprodutivas

Comportamento social

# MIGRAÇÕES VERTICAIS



## DISTRIBUIÇÃO VERTICAL EM RESPOSTA À LUZ

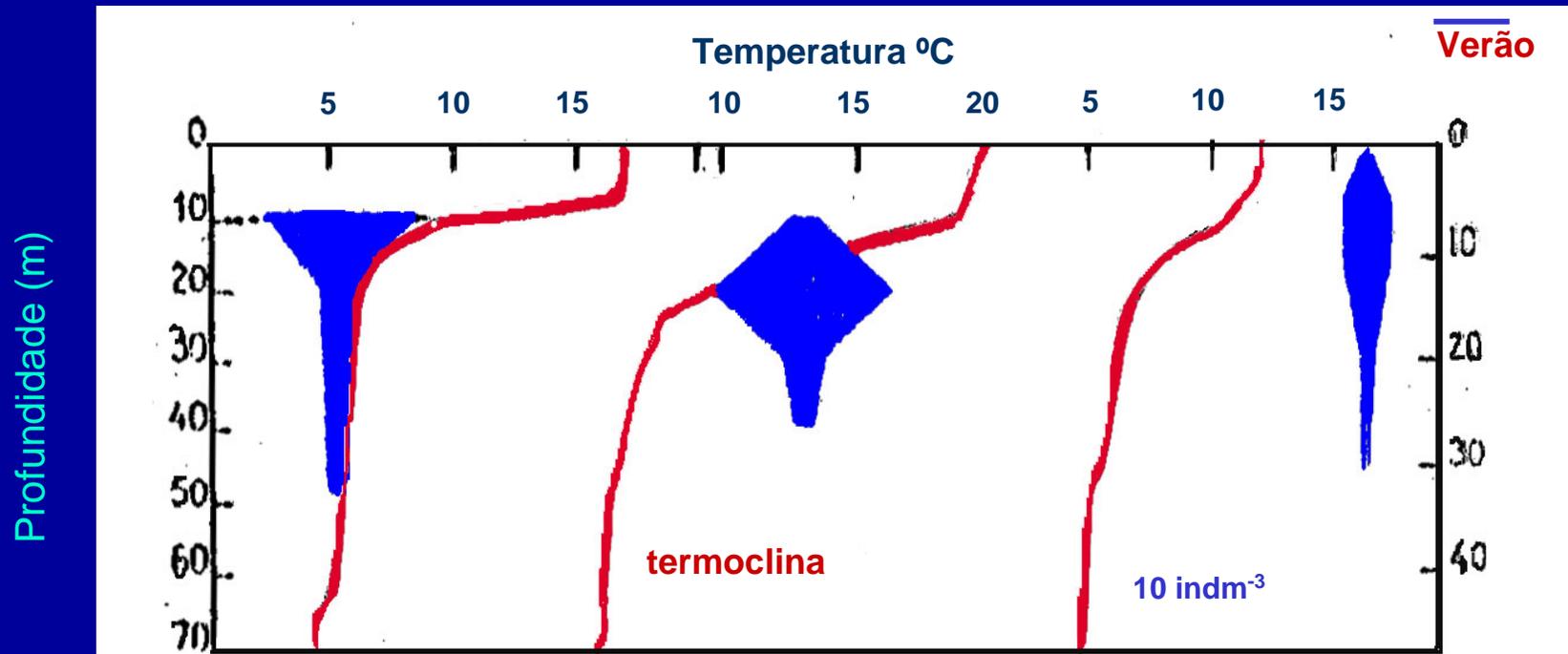
A – Curva de penetração da luz

B – Distribuição vertical de uma espécie eurilume

C - Distribuição vertical de uma espécie estenolume

# MIGRAÇÕES VERTICAIS

## DISTRIBUIÇÃO VERTICAL EM RESPOSTA À TEMPERATURA

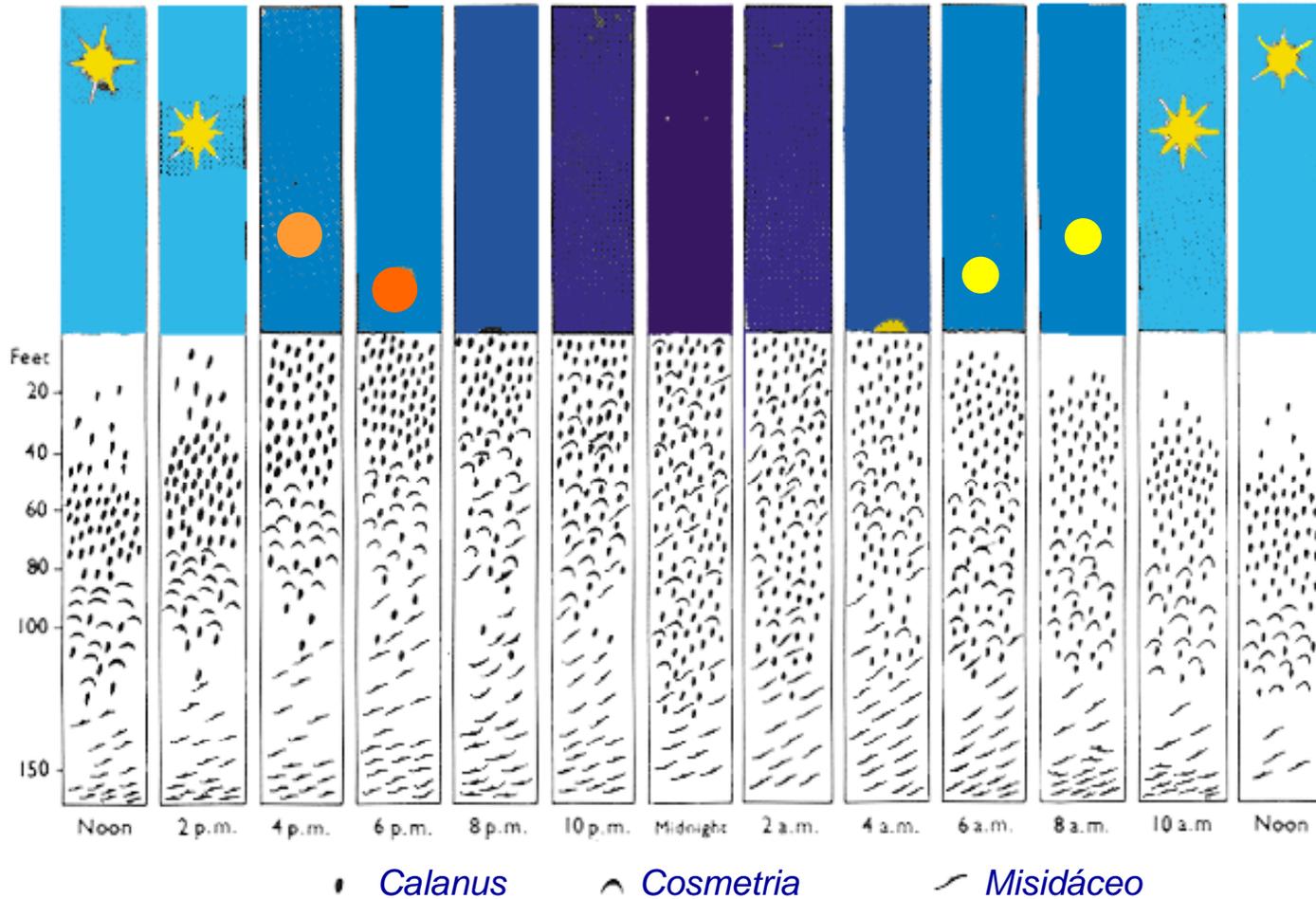


Temperaturas à superfície superiores a ~12 °C impedem a migração nictemeral de *Mysis relicta* (ótimo a 10°C, > nº de indivíduosm<sup>-3</sup>)

**A termoclina condiciona as migrações**

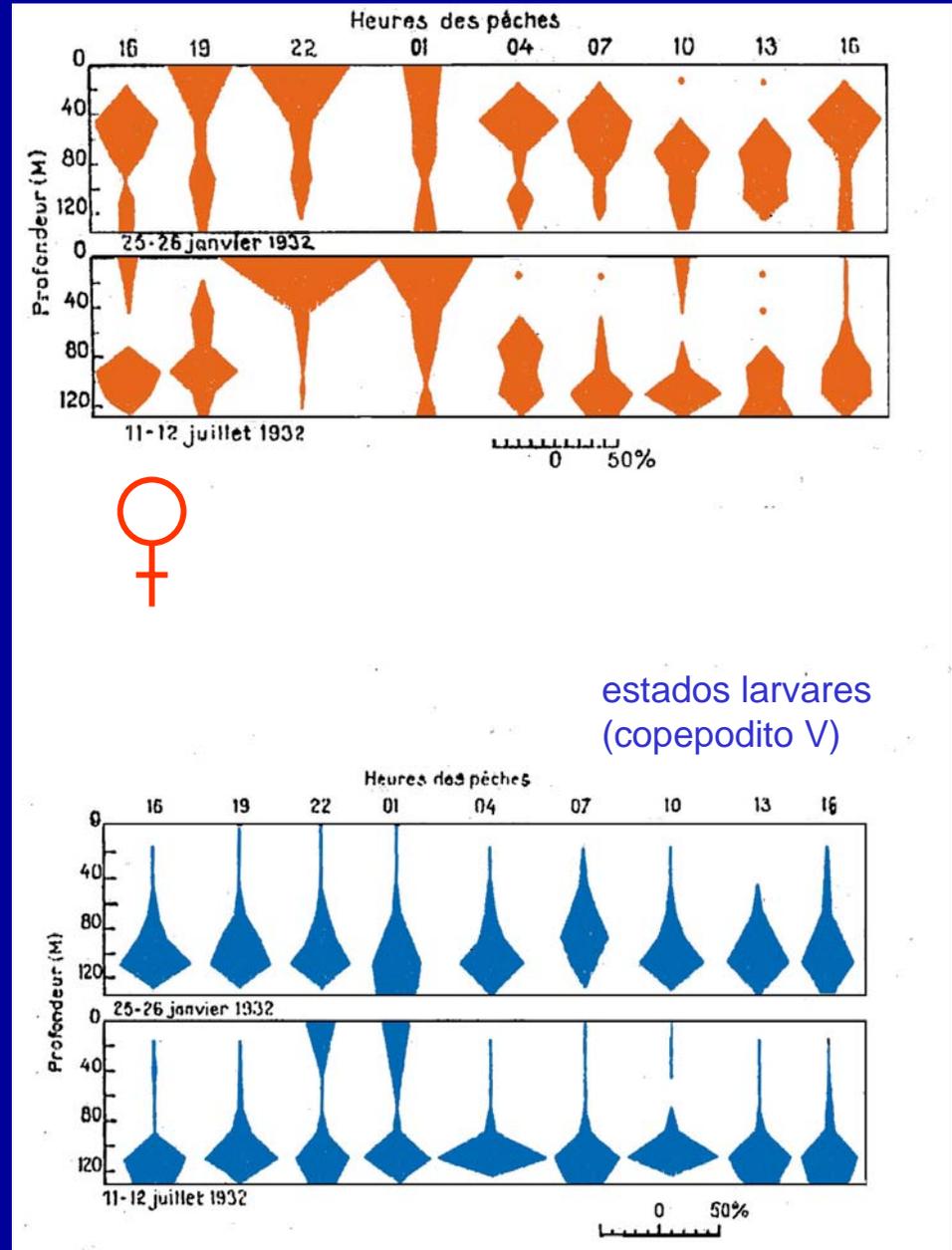
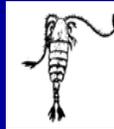
# MIGRAÇÕES NICTEMERAIS

Profundidade



# MIGRAÇÕES NICTEMERAIS

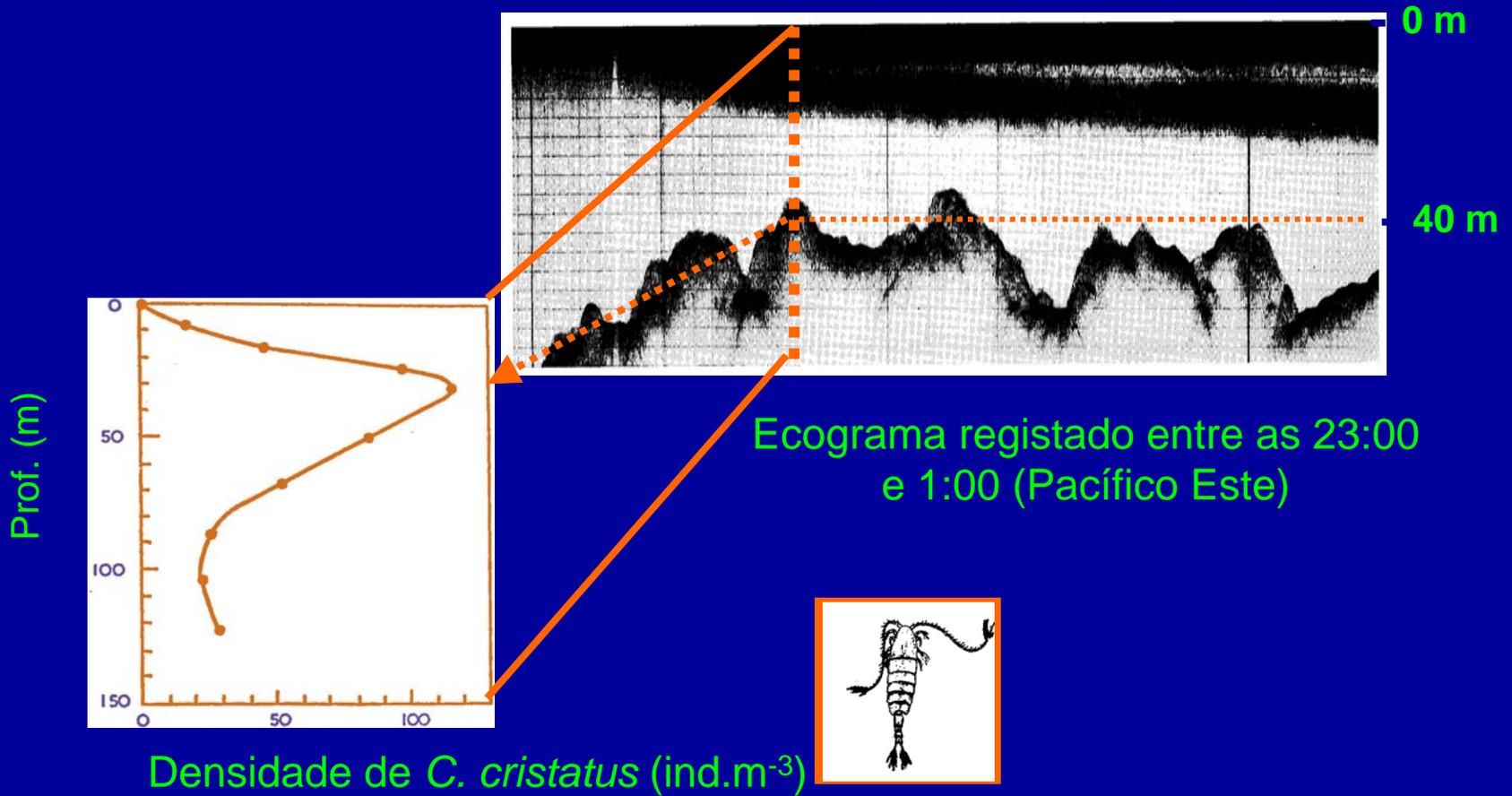
Variação com o  
estado de  
desenvolvimento



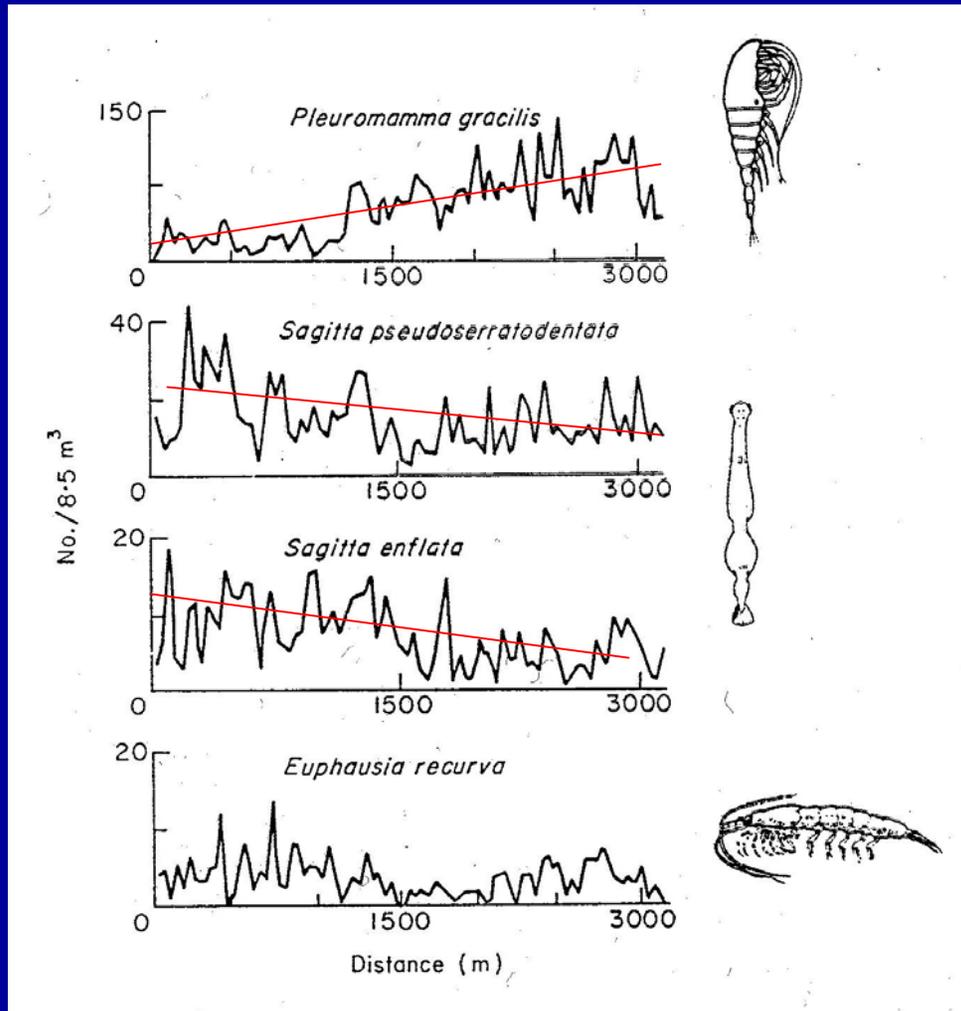
*Calanus finmarchicus*,  
Loch Fyne Escócia

# ZOOPLANCTON

## DSL - DEEP SCATTERING LAYER



# MICRODISTRIBUIÇÃO - ESCALAS



Microdistribuição em larga escala - 3 Km

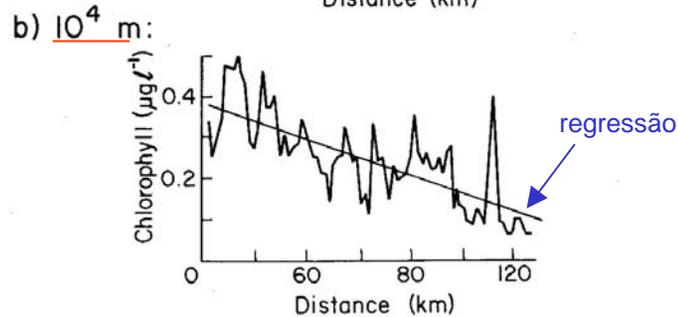
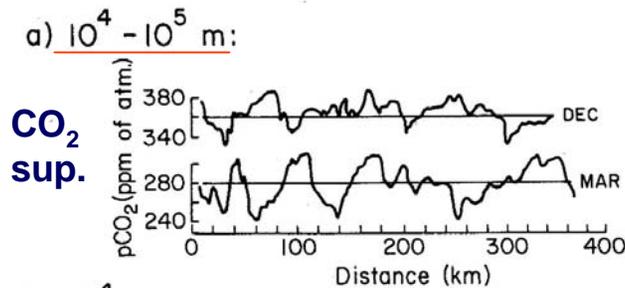
Microdistribuição em pequena escala - distância mínima entre manchas detectadas 14m

Zooplankton em registo contínuo (Wiebe, 1970)

# MICRODISTRIBUIÇÃO

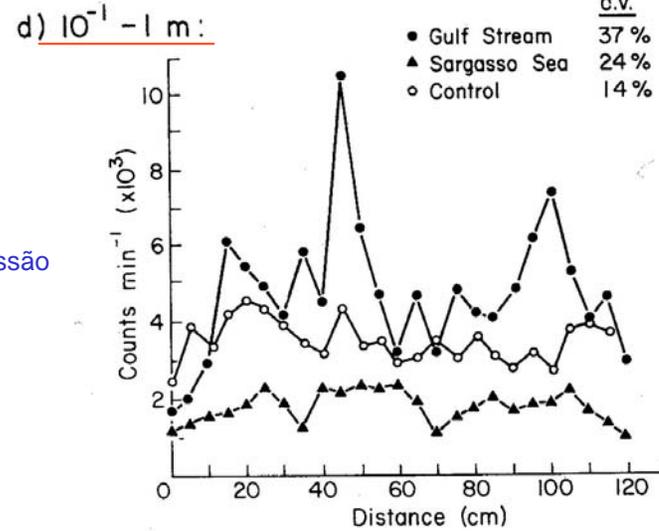
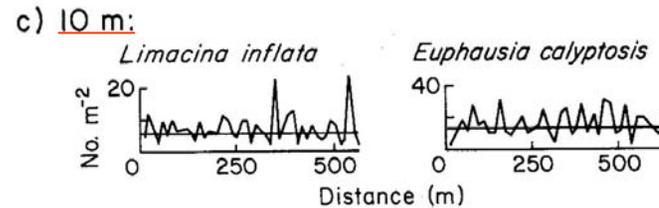
## VARIABILIDADE NO ESPAÇO

ESCALAS:  $10^5$  m a  $10^{-1}$  m



Clorofila (10m prof)

Zooplankton - arrasto sup.



Fitoplancton - uptake de <sup>14</sup>C

# MICRODISTRIBUIÇÃO

## RELAÇÃO COM A HIDRODINÂMICA E FACTORES BIOLÓGICOS

Os organismos do plancton  
não são meros traçadores  
dos movimentos das massas  
de água...

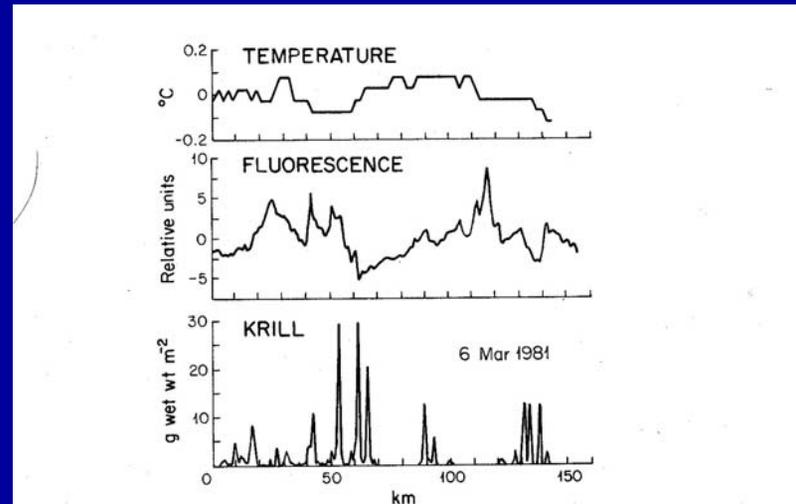
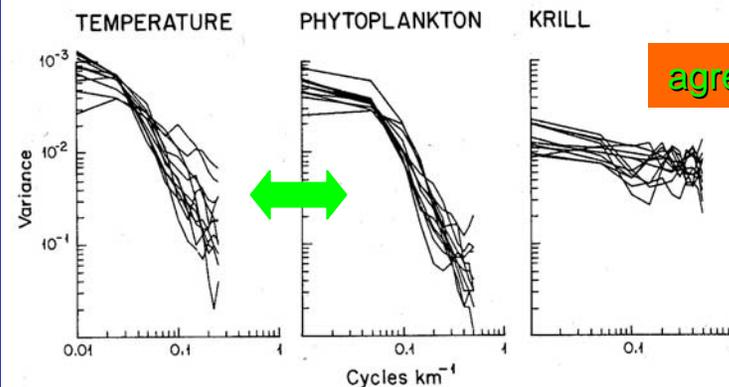


FIGURE 11-9. Horizontal transects of surface seawater temperature, fluorescence, and krill density in the Antarctic Ocean south of South Africa. Adapted from Weber et al. (1986).



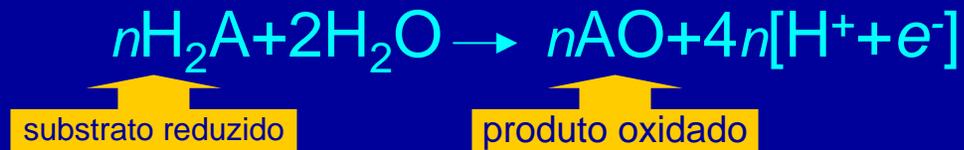
# MICRODISTRIBUIÇÃO

## CONSEQUÊNCIAS ECOLÓGICAS

- **Alimentação** - resposta agregada dos predadores a elevadas densidades de presas (maior eficiência)
- **Redução do risco de ser comido** - a agregação reduz o risco mesmo que possa atrair predadores
- **Efeitos demográficos** - a baixa turbulência pode promover a microdistribuição de presas e a frequência dos encontros. Turbulência elevada é prejudicial para o crescimento e reprodução
- **Uso e selecção do habitat** - os organismos seleccionam manchas diferentes consoante os recursos nelas presentes
- **Organização social** - quando a competição é do tipo interferência (contest) as manchas mais favoráveis são ocupadas primeiro. Excesso de indivíduos tenderão a utilizar áreas menos favoráveis (efeitos demográficos)
- **Dispersão** - muitos indivíduos percorrem distâncias curtas numa mesma mancha; poucos indivíduos percorrem distâncias longas de uma mancha para outra. A distribuição espacial das manchas e a frequência de alterações que estas sofrem afectam a necessidade ou as vantagens da dispersão a longas distâncias

# PRODUÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA

## BACTERIOPLANCTON - quimiossíntese



## FITOPLANCTON - fotossíntese



H<sub>2</sub>O - em presença de oxigénio  
H<sub>2</sub>S - em anóxia

RESPIRAÇÃO AERÓBIA



# PRODUÇÃO PRIMÁRIA

## PRODUÇÃO PRIMÁRIA - Substratos, oxidantes e produtos finais

	Dadores de e- (substratos reduzidos)	Receptores de e- (oxidantes)	Produto final (oxidado)
<b>FOTOSSÍNTESE (LUZ)</b>			
Presença de O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>
Ausência de O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S, H <sub>2</sub>	CP <sub>2</sub>	S <sup>0</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
<b>QUIMIOSSÍNTESE</b>			
B. nitrificantes	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , NH <sub>2</sub> OH	O <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>
B. sulfo-redutoras*	H <sub>2</sub> S, S <sup>0</sup> , S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>-</sup>	O <sub>2</sub>	S <sup>0</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
B red. hidrogénio*	H <sub>2</sub>	O, SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> O
B. red. metano*	CH <sub>4</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
B. red. ferro*	Fe <sup>2+</sup>	O <sub>2</sub>	Fe <sup>3+</sup>
B. red. CO*	CO	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>

\* também heterotróficos

# BACTERIOPLANCTON

Dimensões: <math><2\mu\text{m}</math>

- **ALGUNS GÊNEROS:**

*Bacillus*  
*Bacterium*  
*Desulfovibrio*  
*Micrococcus*  
*Methanomonas*  
*Nitrobacter*  
*Pseudomonas*  
*Sarcina*  
*Spirillum*  
*Streptomyces*  
*Thiobacillus*

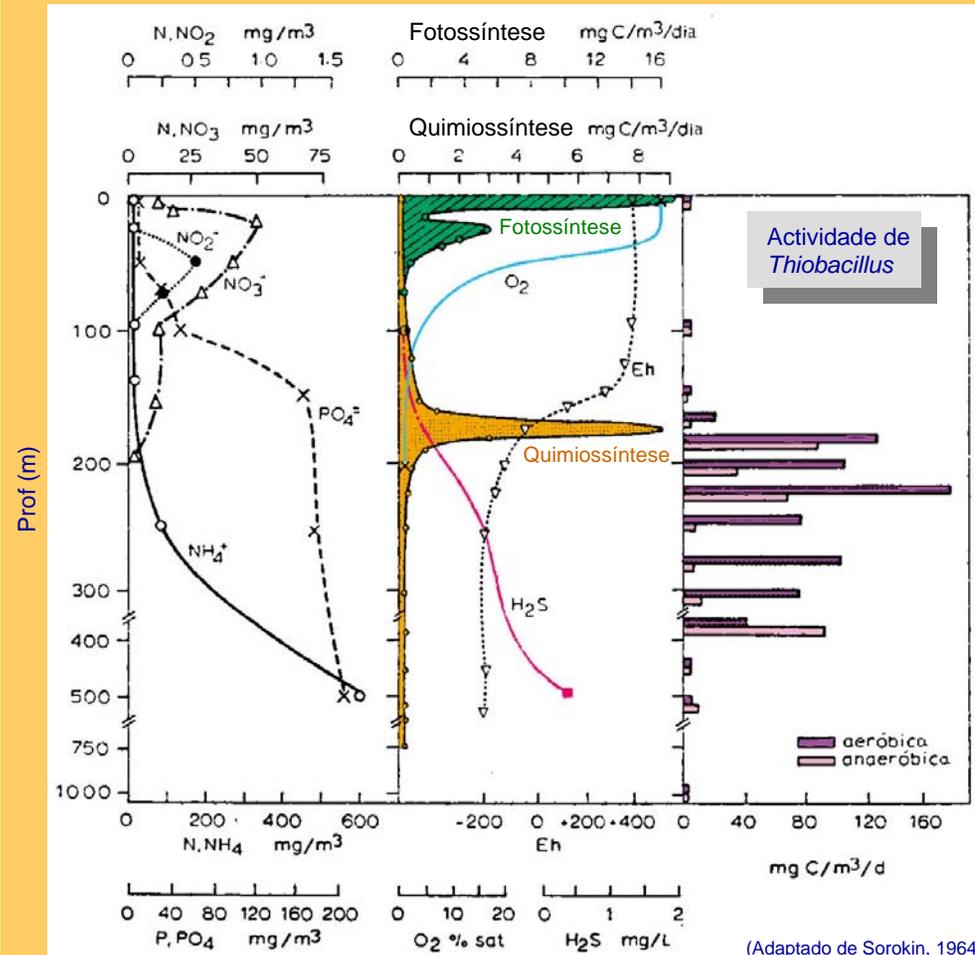
- **MORFOLOGIA:**

Cocos  
Bastonetes  
Espiral

- **HABITAT:**

Águas doces e marinhas  
Fontes hidrotermais de profundidade  
Sedimentos

## PRODUÇÃO QUIOSSINTÉTICA NO MAR NEGRO

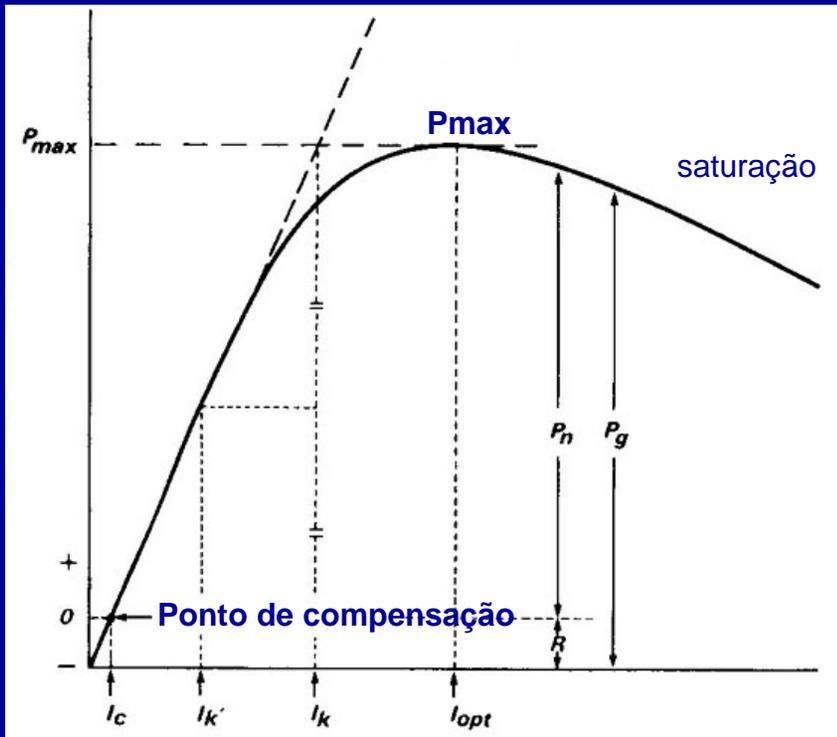


(Adaptado de Sorokin, 1964)

# PRODUÇÃO PRIMÁRIA

## RELAÇÃO COM A LUZ

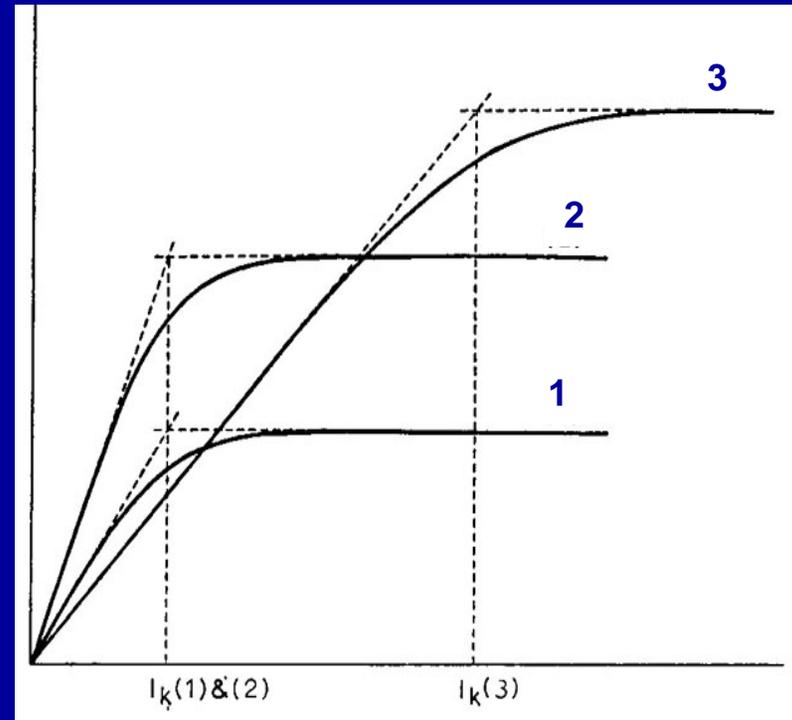
Taxa de fotossíntese (P)



Intensidade luminosa (I)

Fotossíntese vs. luz

Taxa de fotossíntese (P)



Intensidade luminosa (I)

1, 2 - comunidades de luz atenuada  
3 - comunidade de luz intensa

# PRODUÇÃO PRIMÁRIA - Factores limitantes

