

Introdução à Oceanografia Química



Este material é um material didático de apoio, visando facilitar o estudo do aluno, sem entretanto estar diretamente associado ao plano de curso da disciplina.

Fatores Abióticos Limitantes

**Ecologia de Ecossistemas Aquáticos
Oceanografia
Prof. Dr. Jodir Pereira da Silva**

Fatores Abióticos Limitantes

Temperatura, Água, Luz Solar, Vento **Clima**

↓

Efeito em processos biológicos.
A maioria dos organismos não regula a temperatura corporal

Aquáticos: equilíbrio osmótico.
Terrestres: dessecação.

Provê energia aos organismos fotossintéticos.
Fotoperíodo: gatilho dos ciclos diários e sazonais.

Aumenta o calor e a perda de água; Altera hidrodinâmica e gera correntes de superfície; Afeta a morfologia das plantas.

Salinidade, pH, rochas, solo, oxigênio, densidade

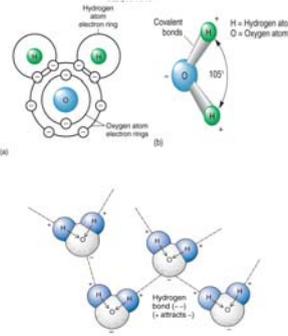
Adaptações dos organismos ao ambiente marinho

- O ambiente marinho apresenta muitos desafios aos organismos porque a água do mar:
 - É densa o suficiente para dar suporte aos organismos
 - Possui alta viscosidade
 - Sofre variações na temperatura e salinidade
 - Contém quantidades variáveis de gases dissolvidos
 - Possui elevada transparência
 - Varia drasticamente em pressão de acordo com a profundidade
- Os organismos marinhos possuem várias adaptações para as condições limitantes do ambiente marinho

Fatores Abióticos Limitantes

■ Características da Água

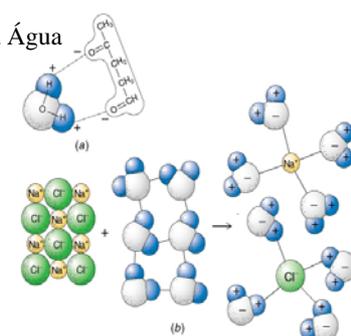
- ☑ Oxigênio and hidrogênio formam ligações covalentes
 - Requer muita energia para ser quebrada
 - Compartilhamento de elétrons desigual
 - Elétrons mais perto do oxigênio
- ☑ Polaridade da água
 - Arranjo das moléculas



Fatores Abióticos Limitantes

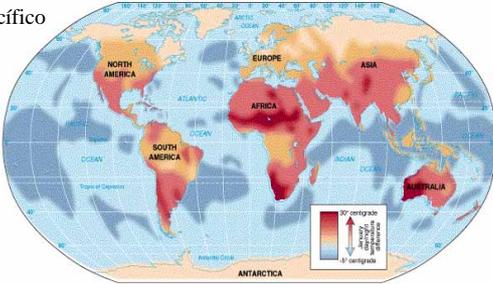
■ Características da Água

- ☑ Solubilidade



Fatores Abióticos Limitantes

- Características da Água
 - ☑ Calor específico



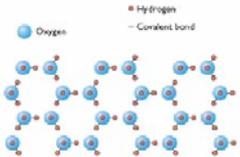
Fatores Abióticos Limitantes

- Características da Água
 - ☑ Densidade
 - ☑ Viscosidade

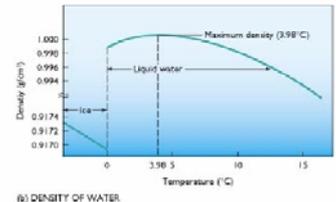


Fatores Abióticos Limitantes

- Características da Água
 - ☑ Densidade



(a) HEXAGONAL CRYSTAL STRUCTURE OF ICE



(b) DENSITY OF WATER

Necessidade de sustentação mecânica

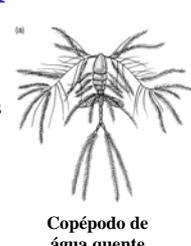
- Condição:
 - ☑ A água do mar é densa o suficiente para dar suporte aos organismos
- Adaptações:
 - ☑ Muitos organismos marinhos não possuem esqueletos rígidos, apêndices, ou extensos sistemas radiculares
 - ☑ Em vez disso, eles contam com fluabilidade e fricção para manter sua posição na coluna d'água

A Viscosidade da Água do Mar é Controlada pela Temperatura

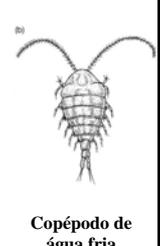
- Condição:
 - ☑ A viscosidade da água do mar (resistência ao fluxo) é fortemente afetada pela temperatura
 - ☑ A água do mar possui elevada viscosidade em relação à água aquecida, sendo mais difícil para nadar nela
 - ☑ A água mais quente possui menor viscosidade, por isso os organismos tendem a afundar na coluna d'água

A Viscosidade é controlada pela Temperatura

- Adaptações:
 - ☑ Muitos organismos de águas quentes possuem apêndices extravagantes para manter sua fluabilidade
 - ☑ Muitos organismos de águas frias são hidrodinâmicos para nadar mais facilmente



Copépodo de água quente



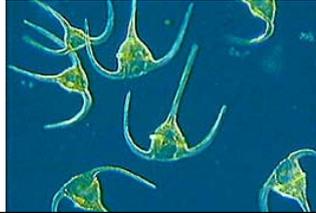
Copépodo de água fria



A Viscosidade da Água do Mar e as Adaptações do fitoplâncton

Condição:

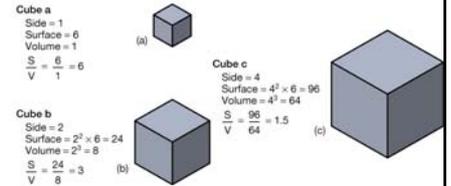
- ❑ O Fitoplâncton deve permanecer em águas superficiais iluminadas



A Viscosidade da Água do Mar e as Adaptações do fitoplâncton

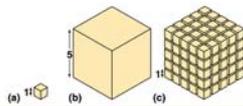
Adaptações:

- ❑ Pequeno tamanho aumenta a relação área de superfície/volume
- ❑ Apêndices aumentam a resistência friccional
- ❑ Minúsculas vesículas com óleo de baixa densidade aumentam a flutuabilidade



A Viscosidade da Água do Mar e as Adaptações do fitoplâncton

Surface area increases while total volume remains constant



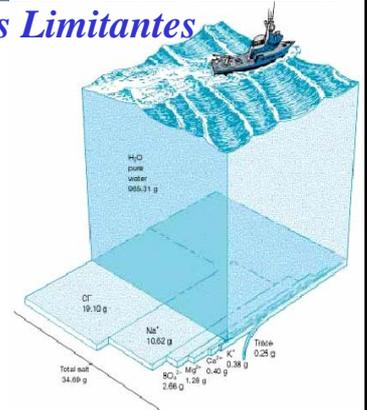
	(a)	(b)	(c)
Total surface area (height x width x number of sides x number of boxes)	6	150	750
Total volume (height x width x length x number of boxes)	1	125	125
Surface-to-volume ratio (area ÷ volume)	6	1.2	6



Fatores Abióticos Limitantes

Características da Água

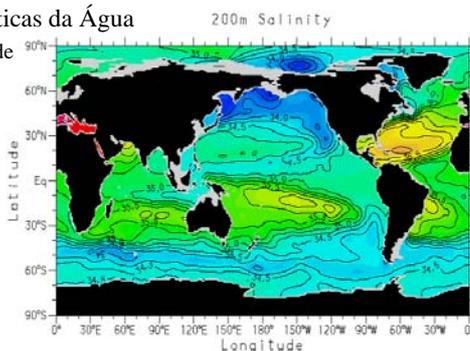
- ❑ Salinidade
 - 965,31g H₂O
 - 34,68g Sal total



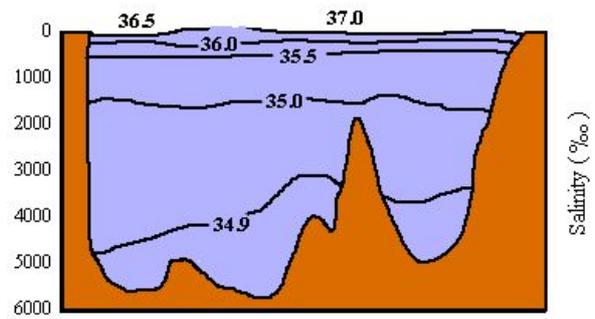
Fatores Abióticos Limitantes

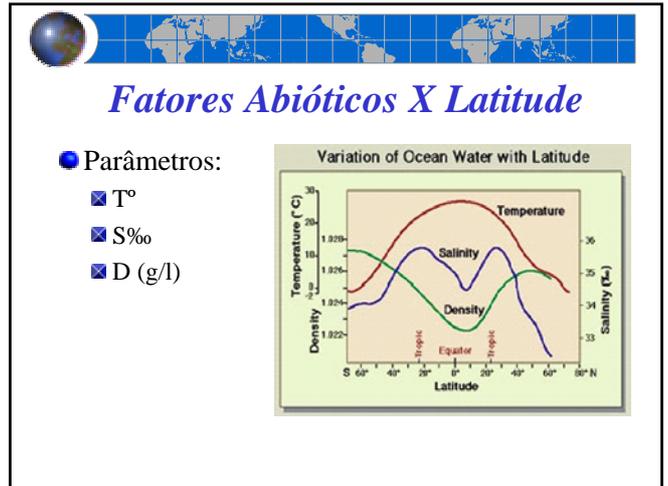
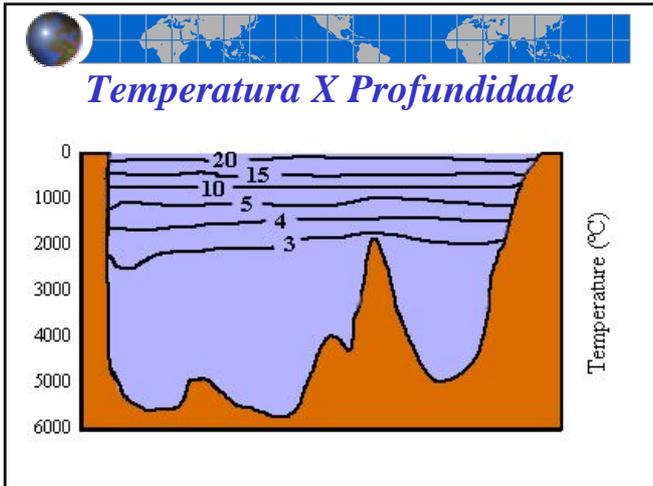
Características da Água

- ❑ Salinidade



Salinidade X Profundidade





Variações de Salinidade

- Condição:
 - Ambientes costeiros apresentam maior variação de salinidade do que em oceano aberto ou em regiões profundas
- Adaptações:
 - Muitos organismos costeiros de ambientes rasos podem tolerar grandes variações de salinidade (são **eurihalinos**)
 - Muitos organismos de oceano aberto ou profundo podem tolerar pequenas variações de salinidade (são **estenohalinos**)

Osmose

- Condição:
 - Osmose é o movimento das moléculas de água através de uma membrana semipermeável de ambientes de menor concentração para maior concentração
 - A osmose remove água de organismos hipotônicos
 - Osmose adiciona água a organismos hipertônicos

Fatores Abióticos Limitantes

- Salinidade:
 - Homeostase — regulação interna das condições corporais (equilíbrio)
 - Isosmótico
 - “Osmorreguladores”
 - Controlam o estado interno

Fatores Abióticos Limitantes

- Salinidade:
 - Homeostase — regulação interna das condições corporais (equilíbrio)
 - Isosmótico
 - “Osmorreguladores”
 - Controlam o estado interno

Osmose

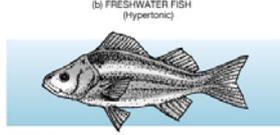
Adaptações:

(a) MARINE FISH (hypotonic)



Drink large quantities of water
Secrete salt through special cells
Small volume of highly concentrated urine

(b) FRESHWATER FISH (hypertonic)

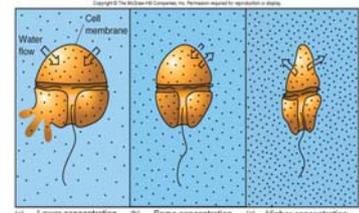


Do not drink
Cells absorb salt
Large volume of dilute urine

Fatores Abióticos Limitantes

Salinidade:

- ☑ Homeostase — regulação interna das condições corporais (equilíbrio)
- ☑ Isosmótico
- ☑ “Osmoconformados”
 - Estado interno muda de acordo com o exterior

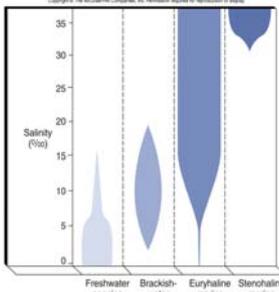


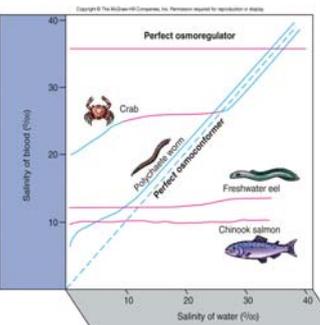
(a) Lower concentration outside (b) Same concentration inside and outside (c) Higher concentration outside

Fatores Abióticos Limitantes

Características da Água

☑ Salinidade

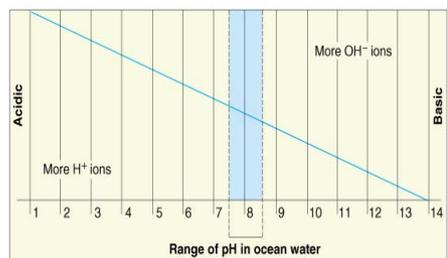




Fatores Abióticos Limitantes

Características da Água

☑ pH (Ação dos carbonatos – efeito tampão)

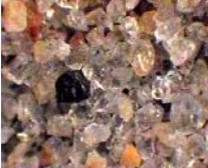


Range of pH in ocean water

Fatores Abióticos Limitantes

Tipo de fundo

- ☑ Composição
- ☑ Granulometria
 - Tamanho
 - Seleção dos grãos
- ☑ Relação com hidrodinâmica
- ☑ Relação com retenção de matéria orgânica
- ☑ Relação com retenção de oxigênio

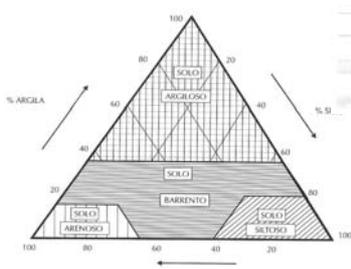



Influência do Substrato

FIGURA 9.4
Diagrama triangular simplificado para determinação da classe granulométrica do solo (Leypch, 1977).

TABELA 9.1
Classificação granulométrica.

Fração	Diâmetro (mm)
pedra	Maior que 20
cascalho	Entre 20 e 2
areia	Entre 2 e 0,02
silt (ou limo)	Entre 0,02 e 0,002



Fatores Abióticos Limitantes

• Topografia de fundo
 • Relação com hidrodinâmica

© Copyright 2001 by Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman.

Radiação Solar e Latitude

• Luz
 • Temperatura

Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Variações Sazonais

• Luz
 • Temperatura

Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Fatores Abióticos Limitantes

Color	Wavelength (nm)	% Absorbed in 1 m of Water	Depth by Which 99% is Absorbed (m)
Infrared	800	82.0	3
Red	725	71.0	4
Orange	600	16.7	26
Yellow	575	8.7	51
Green	525	4.0	113
Blue	475	1.8	254
Violet	400	4.2	107
Ultraviolet	310	14.0	31

• Luz
 • Temperatura

Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Variações de Temperatura

• Condição:
 • A temperatura de águas costeiras variam mais do que em oceano aberto ou em regiões profundas

• Adaptações:
 • Muitos organismos costeiros podem tolerar grandes variações de temperatura (são **euritérmicos**)
 • Muitos organismos de oceano aberto ou profundo podem tolerar pequenas variações de temperatura (são **estenotérmicos**)

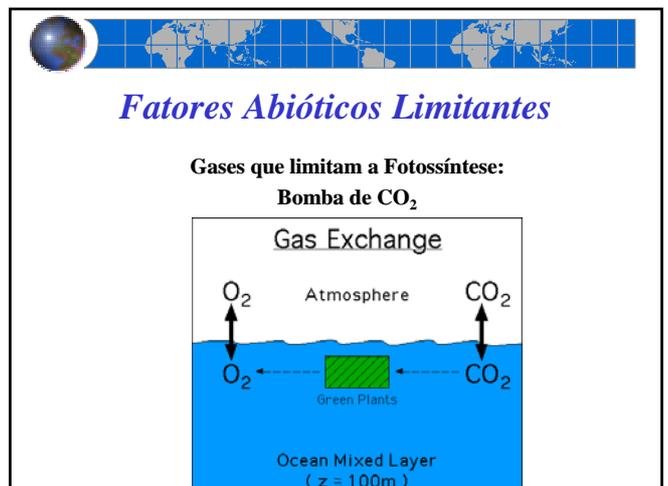
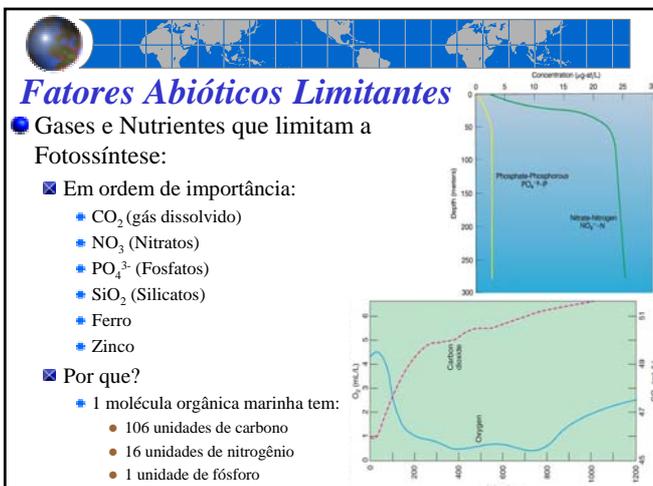
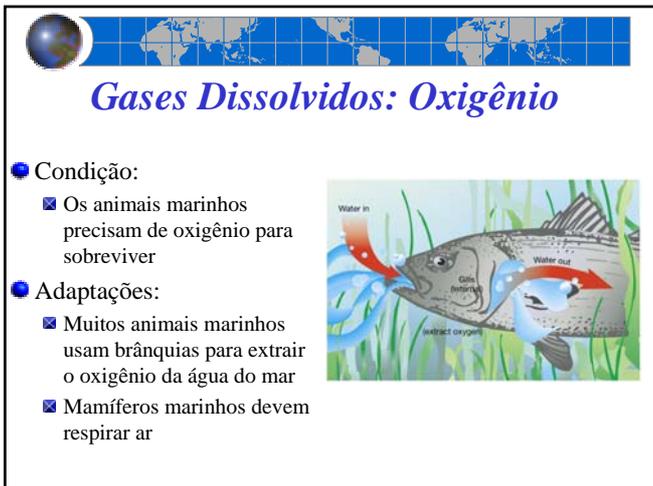
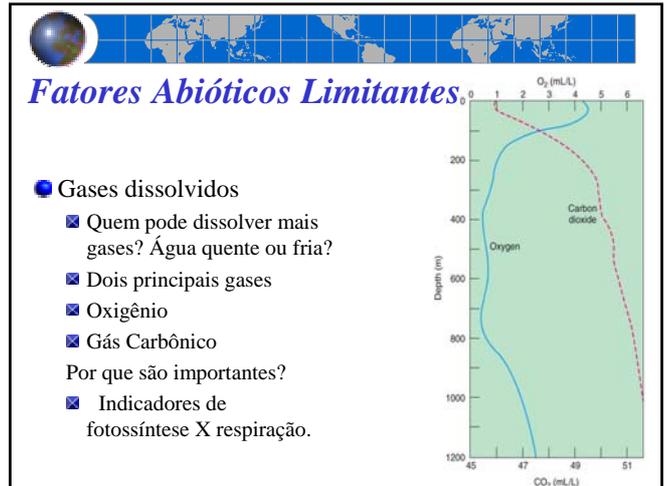
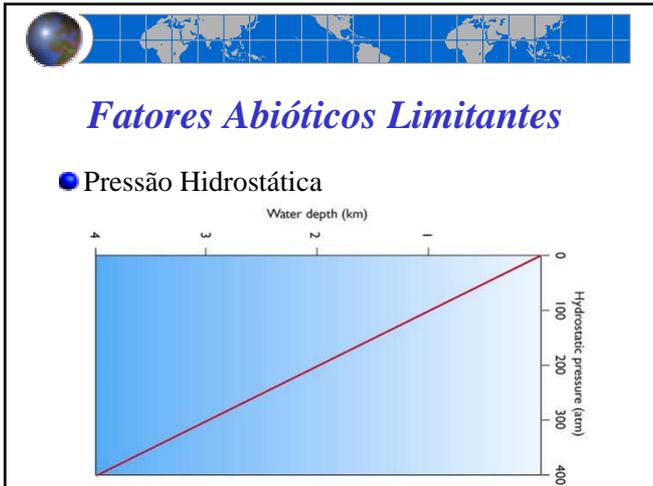
Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Penetração da Luz

Color	Wavelength (nm)	% Absorbed in 1 m of Water	Depth by Which 99% is Absorbed (m)
Infrared	800	82.0	3
Red	725	71.0	4
Orange	600	16.7	26
Yellow	575	8.7	51
Green	525	4.0	113
Blue	475	1.8	254
Violet	400	4.2	107
Ultraviolet	310	14.0	31

• Luz
 • Temperatura

Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.





Gases e Nutrientes na Água do Mar

- Macronutrientes e micronutrientes na água do mar
- Oxigênio e Dióxido de Carbono na Água do mar
 - ☒ Fotossíntese e Respiração X Concentração
- Nós poderíamos manipular nutrientes e gases dissolvidos no oceano para combater o efeito estufa?



O que é um nutriente?

- Íons necessários para o crescimento de organismos fotossintetizantes;
- Substâncias necessárias para a produção de moléculas orgânicas
- Nutrientes são consumidos **IMEDIATAMENTE**
- Nutrientes **NÃO** obedecem à lei das proporções constantes
- A abundância dos nutrientes está em constante mudança na água do mar



O que é um nutriente?

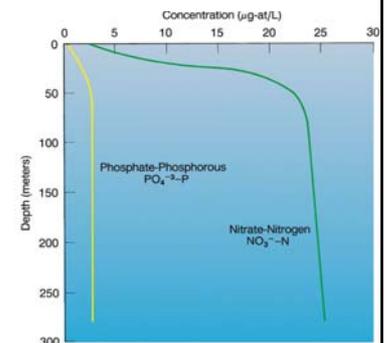
- Existem dois tipos de nutrientes:
 - ☒ **Macronutrientes:** requeridos em grandes quantidades:
 - Nitrogênio na forma de nitrato NO_3
 - Fósforo na forma de fosfato PO_4^{3-}
 - Sílica na forma de silicato SiO_2
 - ☒ **Micronutrientes:** VITAIS mas necessários em pequenas quantidades:
 - Ferro, Zinco



Concentração de Nutrientes X Profundidade

Baixa concentração em águas superficiais: (zona fótica) onde fotossintetizantes vivem

Alta concentração em águas profundas: (zona afótica) sem fotossintetizantes

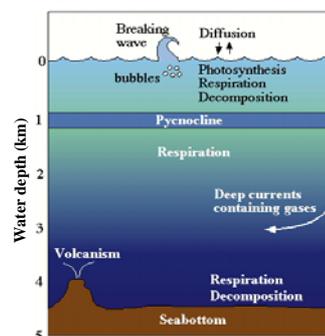


Nutrientes e Gases dissolvidos são influenciados por processos biológicos no Oceano

- Enfocaremos o oxigênio (O_2) e dióxido de Carbono (CO_2);
 - ☒ Variações com profundidade
 - ☒ Origem e destino dos gases dissolvidos
 - ☒ “Fontes” e “Escoamento”:
 - turbulência
 - difusão
 - fotossíntese
 - respiração



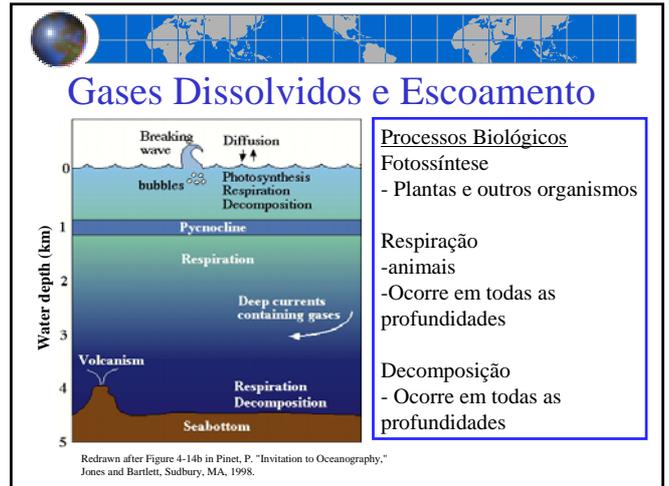
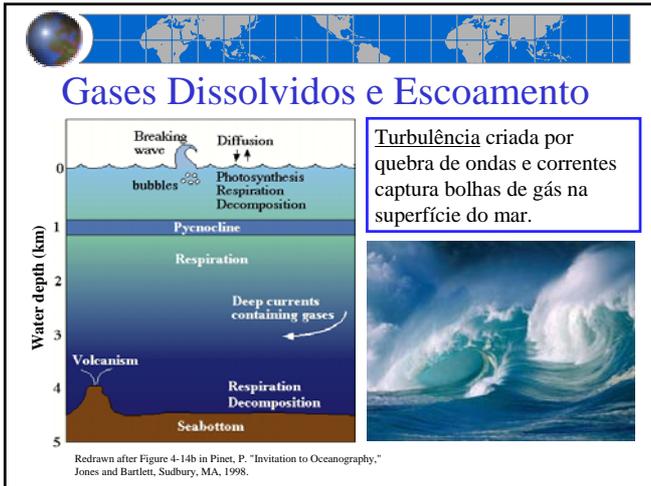
Gases Dissolvidos e Escoamento



Difusão

Troca direta de gases na interface ar-oceano
De regiões de alta concentração para regiões de baixa concentração

Redrawn after Figure 4-14b in Pinet, P. "Invitation to Oceanography," Jones and Bartlett, Sudbury, MA, 1998.



Fotossíntese – Conceitos Básicos

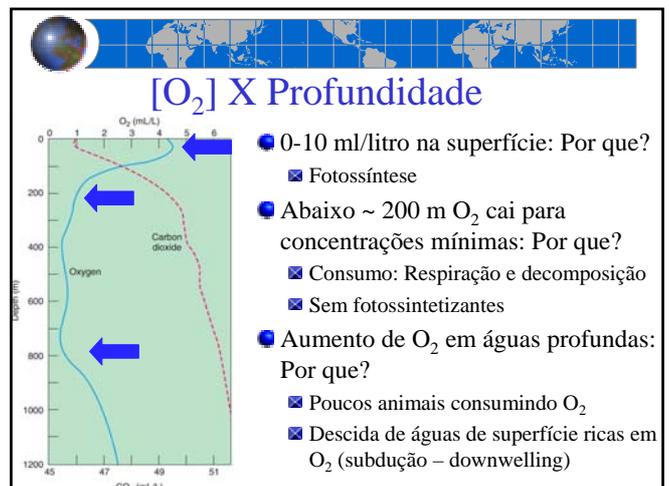
- Produtores primários consomem dióxido de carbono e liberam oxigênio durante a fotossíntese;
- Fotossintetizantes precisam de luz solar para a fotossíntese, que só está disponível nos primeiros 100 a 300m na coluna d'água.

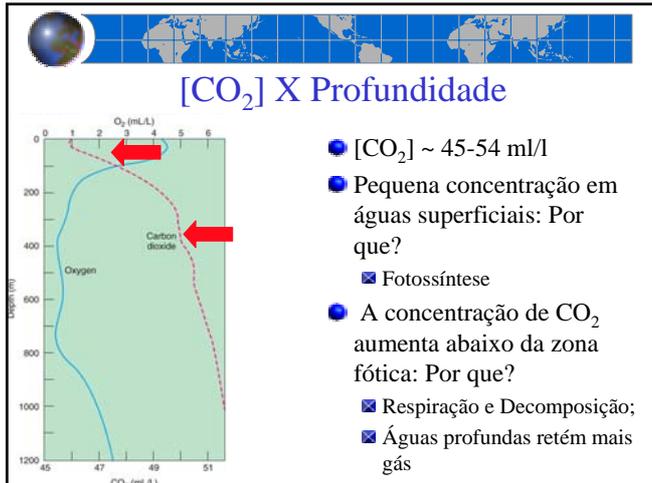
Respiração – Conceitos Básicos

- Os organismos absorvem oxigênio e liberam gás carbônico;
- A respiração ocorre em todos os estratos da coluna d'água nos oceanos.

Decomposição – Conceitos Básicos

- Quebra bioquímica da matéria orgânica;
- O oxigênio é consumido e o dióxido de carbono é liberado.





Por que as águas profundas acumulam mais gases?

- Influência da Temperatura e Pressão
- Águas profundas são mais frias: retém mais gás (refrigerantes)
- Águas profundas com maior pressão: retém mais gás (refrigerantes)
- Resultado? Águas profundas e frias acumulam mais gases.
 - ☒ Ex. Águas polares

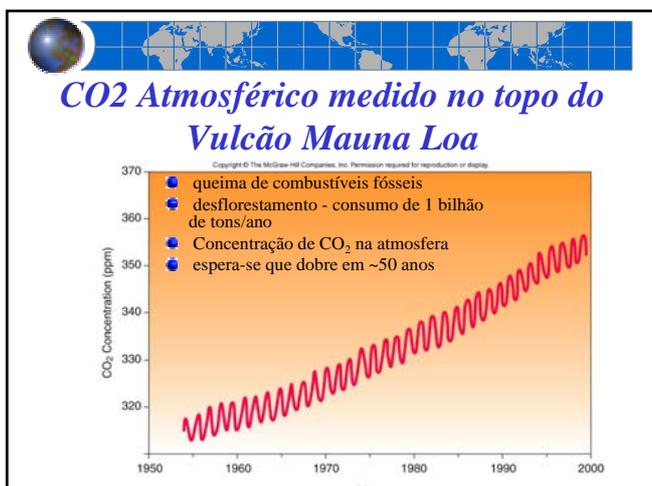
Por que isso é importante?

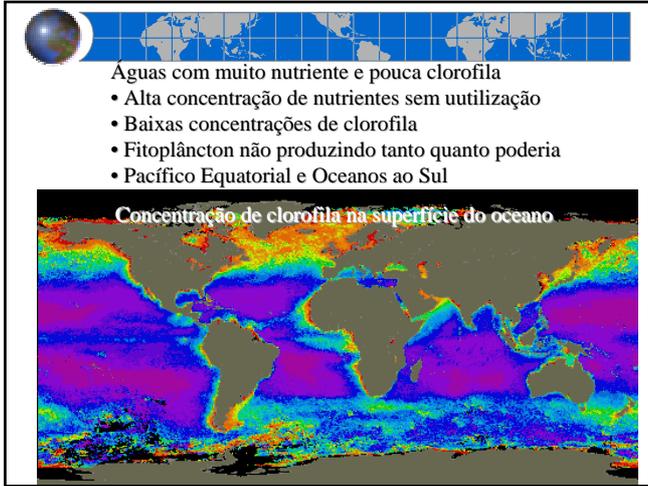
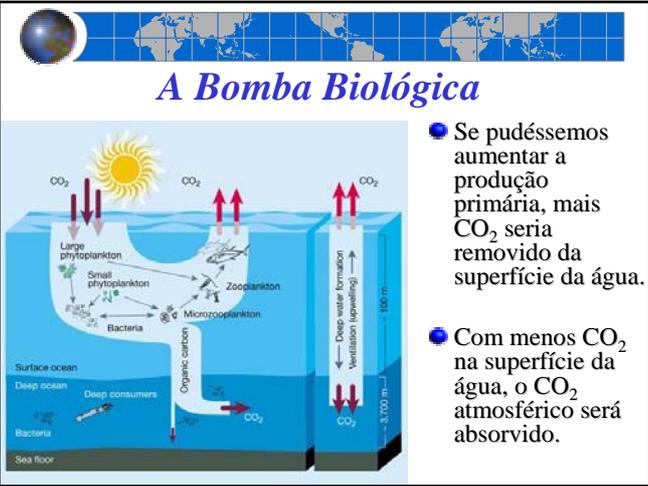
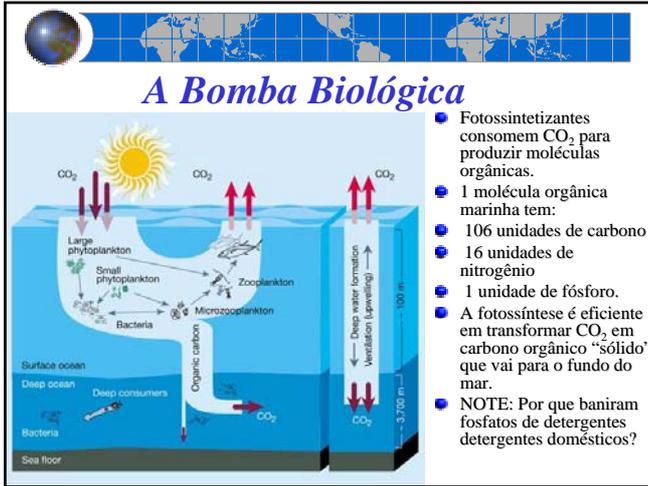
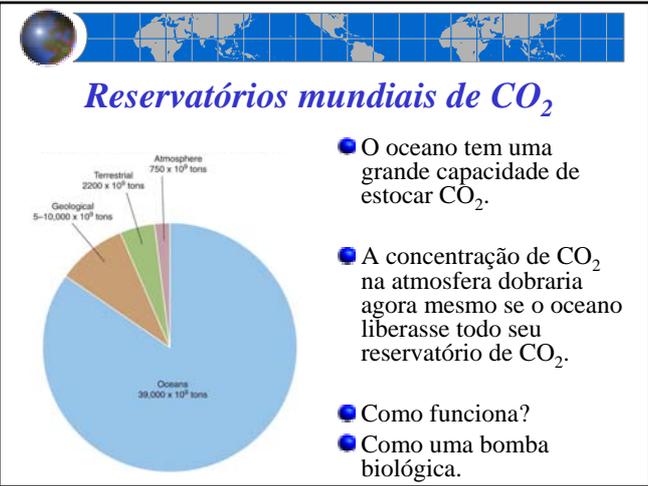
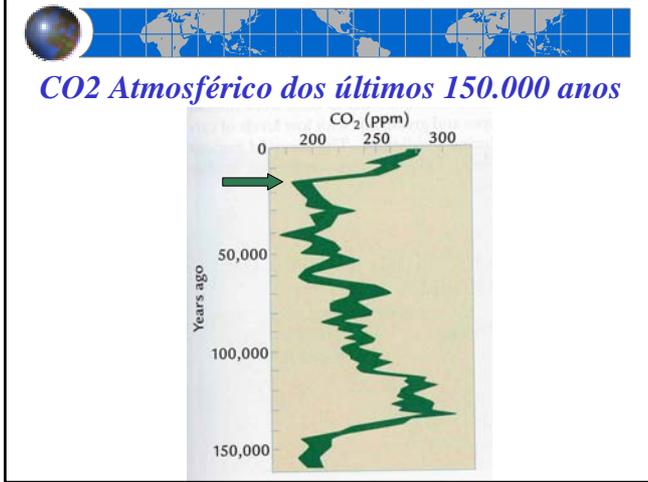
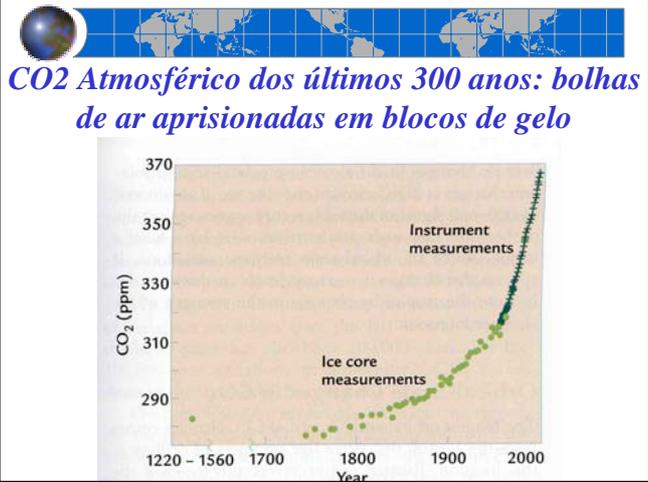
Dióxido de Carbono + Água = Ácido Carbônico

- CO₂ combina-se com água para formar o ácido carbônico;
- Quanto mais CO₂, mais ácido carbônico é formado;
- Mais corrosiva a água se torna;
- Resultado: Águas frias e profundas dissolvem carbonato de cálcio

Por que isso é importante?

- O₂ é vital para a respiração de todos os organismos marinhos;
- Peixes e outros organismos geralmente não conseguem sobreviver em águas com carência de oxigênio;
- Águas com pouco ou nenhum O₂ (anóxico) são ótimos ambientes para preservar sedimentos (decomposição química, lenta, sob elevada pressão);
- CO₂ regula indiretamente a preservação e/ou dissolução de carbonatos marinhos no sedimento;
- Trocas gasosas Atmosfera-Oceano: Podemos (devemos) manipular o oceano para retirar mais CO₂ da atmosfera?





Benefícios Potenciais do enriquecimento com Ferro

- ↓CO2 na atmosfera
- Ferro é barato US\$ 2-5/ton de carbono sequestrado
- Mais fitoplâncton→Mais Zooplâncton→Mais Peixe!!

Prejuízos Potenciais do enriquecimento com Ferro

- Aumento de espécies tóxicas indesejáveis de fitoplâncton que poderiam prejudicar outros organismos
- Aumento do volume de carbono orgânico no fundo, consumindo oxigênio e formando zonas anóxicas (“zonas mortas”), e conseqüente produção de metano e de óxido nítrico gases até mais potentes no efeito estufa do que o CO₂.

Elevada Transparência da Água do Mar

- Condição:
 - ☑ A água do mar tem elevada transparência
- Adaptações:
 - ☑ Transparência
 - ☑ Camuflagem
 - ☑ Sombreamento
 - ☑ Migração (“DSL” - deep scattering layer)

Camuflagem

Sombreamento

Deep scattering layer (DSL) Camada de dispersão por profundidade

- Organismos da DSL fazem migração vertical para se esconder nas águas profundas e escuras durante o dia

Aumento da pressão com profundidade

- Condição:
 - ☑ A pressão aumenta rapidamente com a profundidade (1atm a cada 10m)
- Adaptações:
 - ☑ A maioria dos organismos marinhos armazena ar em compartimentos compressíveis em seus corpos
 - ☑ Corpos preenchidos por água exercem a mesma pressão que é empregada para o interior, de modo que os organismos marinhos não sentem alta pressão com a profundidade

Parâmetros Ambientais e Ótimo Ecológico

Lower limit of tolerance

Upper limit of tolerance

No organisms

Few organisms

Number of organisms

Few organisms

No organisms

Zone of intolerance

Zone of physiological stress

Optimal range

Zone of physiological stress

Zone of intolerance

Population size

Low

High

Temperature

Competição

- Recursos Limitantes
 - ☑ Luz
 - ☑ Alimento
 - ☑ Substrato de fixação
 - ☑ Resistência à dessecação
- Exemplo:
 - ☑ *Balanus* ocupa mais eficientemente espaço;
 - ☑ *Chthamalus* resiste melhor à dessecação;
 - ☑ Resultado: estratificação vertical (Zonação)

Efeitos de Sazonalidade no Clima e no Oceano

SeaWiFS Chlorophyll a

Provided by the SeaWiFS Project, NASA/Goddard Space Flight Center and ORBIMAGE. www.orbimage.com

AVHRR Sea Surface Temperature

WIND STRESS VECTOR

EKMAN TRANSPORT VECTOR

UPWELLING VECTOR

COASTAL UPWELLING